



ANAIS
PROCEEDINGS
MEMORIAS

XVII REUNIÃO INTERNACIONAL
ACORBAT



2006

JOINVILLE

BRASIL

VOL. 01



**BRASIL
2006**



**XVII Reunião Internacional da Associação para a Cooperação
nas Pesquisas sobre Banana no Caribe e na América Tropical**
15 a 20 de outubro de 2006 - Joinville - Santa Catarina - BRASIL

XVII REUNIÃO INTERNACIONAL ACORBAT 2006

Bananicultura: um negócio sustentável
15 a 20 de outubro de 2006
Joinville – Santa Catarina - BRASIL

EDITORES

Eliséo Soprano
Fernando Adami Tcacenco
Luiz Alberto Lichtemberg
Mauricio Cesar Silva



**XVII International Meeting of the Association for the Cooperation
in the Research on Banana in the Caribbean and Tropical America**
October, 15 to 20, 2006 - Joinville - Santa Catarina - BRAZIL

XVII ACORBAT INTERNATIONAL MEETING

**Banana: A sustainable business
October 15 - 20, 2006
Joinville – Santa Catarina - BRASIL**

PUBLISHERS

**Eliséo Soprano
Fernando Adami Tcacenco
Luiz Alberto Lichtemberg
Mauricio Cesar Silva**



**XVII Reunión Internacional de la Asociación para la Cooperación
en Investigaciones de banano en el Caribe y en América Tropical**
15 a 20 de octubre de 2006 - Joinville - Santa Catarina - BRASIL

XVII REUNIÓN INTERNACIONAL DE ACORBAT

**Bananos: Un negocio sustentable
Del 15 al 20 de octubre de 2006
Joinville – Santa Catarina - BRASIL**

EDITORES

**Eliséo Soprano
Fernando Adami Tcacenco
Luiz Alberto Lichtemberg
Mauricio Cesar Silva**

PROMOÇÃO / PROMOTER / PROMOCIÓN
ACORBAT

REALIZAÇÃO / ACOMPLISHMENT / REALIZACIÓN
EPAGRI - ACAFRUTA - FUNDAGRO - GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

PATROCINADORES / SPONSORS / PATROCINADORES

ACAFRUTA – Associação Catarinense
para o Desenvolvimento da
Fruticultura Tropical

ACORBAT - Associação para a
Cooperação em Pesquisas de
Bananas no Caribe e na América
Tropical

AEASC - Associação dos Engenheiros
Agrônomos de Santa Catarina

ANGELONI Supermercados

ARROZ URBANO

B&L – Buschle & Lepper S.A.

BADESC - Agência de Fomento do Estado
de Santa Catarina S.A.

BANAER - Pulverização Agrícola Ltda.

BESC - Banco do Estado de Santa
Catarina

BRASIL TELECOM Telecomunicações

BUSCHLE & LEPPER

CAPES – Coordenação de
Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível
Superior

CELESC Centrais Elétricas de Santa
Catarina

CHEMPLAST

CIRAD - Centro de Cooperação
Internacional de Pesquisa
Agrônômica para o Desenvolvimento

CNPq – Conselho Nacional de
Desenvolvimento Científico e
Tecnológico

CONFEA - Conselho Federal de
Engenharia, Arquitetura e Agronomia

COOPERATIVA ALIANÇA de Içara

COOPAGRO - Cooperativa
Agropecuária de Tubarão

COOPERJURITI - Cooperativa
Agropecuária Juriti

CREA-SC Conselho Regional de
Engenharia Arquitetura e Agronomia
de Santa Catarina

DUAS RODAS Industrial Ltda

DUDALINA Confeções

EMBRAPA – Empresa Brasileira de
Pesquisa Agropecuária

EMBRAPA/CNPq – Empresa Brasileira
de Pesquisa Agropecuária / Centro
Nacional de Pesquisa de Mandioca e
Fruticultura Tropical

EMBRATUR - Instituto Brasileiro de
Turismo

EPAGRI – Empresa de Pesquisa
Agropecuária e Extensão Rural de
Santa Catarina

EPAGRI/CIRAM - Centro Integrado de
Informações Ambientais de
Santa Catarina

EPAGRI/EEI - Empresa de Pesquisa
Agropecuária e Extensão Rural de
Santa Catarina / Estação
Experimental de Itajaí

EPAGRI/EEU - Empresa de Pesquisa
Agropecuária e Extensão Rural de
Santa Catarina / Estação
Experimental de Urussanga

EPAGRI/GRI - Empresa de Pesquisa
Agropecuária e Extensão Rural de
Santa Catarina / Gerência Regional
de Itajaí

EPAGRI/GRJ - Empresa de Pesquisa
Agropecuária e Extensão Rural de
Santa Catarina / Gerência Regional
de Joinville

FAPER - Federação das Associações de
Funcionários da Pesquisa
Agropecuária e Extensão Rural de
Santa Catarina

FAPESC – Fundação de Apóio à Pesquisa
Científica e Tecnológica do Estado
de Santa Catarina

FEBANANA - Federação das Associações de Produtores de Banana do Estado de Santa Catarina

FUNDAGRO – Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Rural Sustentável do Estado de Santa Catarina

FUNTURISMO - Secretaria de Estado da Cultura, Turismo e Esporte de Santa Catarina

GIASSI Supermercados

HAVAN Lojas de Departamento Ltda

IAC/APTA - Instituto Agrônomo / Agência Paulista de Tecnologia e Agronegócios

IMPSAT – Comunicação Ltda

INIBAP - Rede Internacional para o Melhoramento da Banana (International Network for the Improvement of Banana and Plantain)

JOINVILLE COSTA DO ENCANTO
Convention & Visitors Bureau

JORAİK - Exportadora Joraik Ltda

LCTV - Laboratório de Cultura de tecidos Vegetais. EPAGRI – Estação Experimental de Itajaí

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MDA - Ministério do Desenvolvimento Agrário

MT - Ministério do Turismo

MRE - Ministério das Relações Exteriores

MUSALAC - Red de Investigación y Desarrollo de Plátano y Banano para América Latina y el Caribe

PORTO DE ITAJAÍ

PMC - Prefeitura Municipal de Corupá

PMI - Prefeitura Municipal de Itajaí

PMJ - Prefeitura Municipal de Joinville

PROMOTUR - Fundação Turística de Joinville

SANTUR - Santa Catarina Turismo S/A

SAR – Secretaria da Agricultura do Estado de Santa Catarina

SBF - Sociedade Brasileira de Fruticultura

SEAGRO-SC - Sindicato dos Engenheiros Agrônomos de Santa Catarina

SDR - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Regional - Itajaí

SDR - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Regional - Jaraguá do Sul

SDR - Secretaria de Estado do Desenvolvimento Regional - Joinville

TOTAL BR – TOTAL Lubrificantes no Brasil

UFSC / CCA - Universidade Federal de Santa Catarina – Centro de Ciências Agrárias

URBANO Agroindustrial Ltda

Ficha Catalográfica
Cataloging-in-publication Data
Ficha de Catalogar Publicación

REUNIÃO INTERNACIONAL ACORBAT, 17., 2006, Joinville, SC, BRASIL.
Bananicultura: um negócio sustentável: anais. Joinville: ACORBAT/ACAFRUTA, 2006. 2v. Editado por Eliséo Soprano, Fernando Adami Tcacenco, Luiz Alberto Lichtemberg, Maurício César Silva.

Conteúdo: v. 1 Conferências e Trabalhos Resumidos
v. 2 Trabalhos Completos

Banana; Botânica; Melhoramento genético; Fisiologia; Biotecnologia; Práticas culturais; Nutrição; Fitossanidade; Pós-colheita; Agroindústria; Economia

CDD: 634.772

Catálogo na publicação preparada por Maria do Carmo Marcelino Galatto
CRB-14/339
Epagri – Estação Experimental de Itajaí

Exemplos de citação
(Conforme ABNT NBR6023)
Citation examples
Ejemplos de la citación

MOREIRA, R.S.; CORDEIRO, Z.J.M. A história da banana no Brasil. In: REUNIÃO INTERNACIONAL ACORBAT, 17., Joinville, SC, BRASIL. **Bananicultura:** um negócio sustentável - anais. Joinville: ACORBAT/ACAFRUTA, 2006. v. 1, p. 48-82. Conferência.

ZAFFARI, G.R.; KERBAUY, G.B. Efeito de reguladores de crescimento na formação de gemas adventícias *in vitro* de **Musa acuminata** cv. Grand Naine. In: REUNIÃO INTERNACIONAL ACORBAT, 17., Joinville, SC, BRASIL. **Bananicultura:** um negócio sustentável - anais. Joinville: ACORBAT/ACAFRUTA, 2006. v. 1, p. 337. Trabalhos Resumidos.

LICHTEMBERG, L.A.; HINZ, R.H.; STUKER, H.; MARCON, I.T.; SALVADOR, J. Efeito do ensacamento e de produtos químicos sobre pragas do cacho de banana cavendish. In: REUNIÃO INTERNACIONAL ACORBAT, 17., Joinville, SC, BRASIL. **Bananicultura:** um negócio sustentável - anais. Joinville: ACORBAT/ACAFRUTA, 2006. v. 2, p. 908-812. Trabalhos Completos.

**COMITÉ INTERNACIONAL DA ACORBAT
ACORBAT INTERNATIONAL COMMITTEE
COMITÉ INTERNACIONAL DEL ACORBAT**

Presidente: Humberto Pérez Morales (México)
Vice-Presidente: Luiz Alberto Lichtemberg (Brasil)
Secretário: Jorge Eliezér Hernández Rendon (Colômbia)
Tesoureira: Mildred Cortés (Porto Rico)
Delegado do INIBAP: Franklin E. Rosales (Costa Rica)
Delegado do CIRAD: Thierry Lescot (França)
Delegado da Argentina: Juan José Ortiz
Delegado do Brasil: Luiz Antônio de Campos Penteado
Delegado da Costa Rica: Roberto Castro Arias
Delegado de Cuba: Luis Perez Vicente
Delegado do Equador: Víctor Hugo Quimi Arce
Delegado da Guatemala: José Manuel Glimar
Delegado de Honduras: Roberto Young
Delegado do México: Mario Orozco Santos
Delegado da República Dominicana: Rosa A. Ferreiras
Delegado de Santa Lúcia: Davidson A. Lloyd
Delegado da Venezuela: Guzman Carroz

**COMITÉ ORGANIZADOR DA XVII ACORBAT
XVII ACORBAT ORGANIZING COMMITTEE
COMITÉ ORGANIZADOR DEL XVII ACORBAT**

Presidente: Luiz Alberto Lichtemberg
Vice-Presidente: Robert Harri Hinz
Coordenação Financeira: Osvino Leonardo Koller
Coordenação Acadêmica: Eliséo Soprano
Coordenação de Logística: Jorge Luiz Malburg
Coordenação Operativa: Sueli Pereira Mafra
Coordenação de Promoção e Divulgação: Anselmo B. Cadorim
Coordenação de Atividades Sociais: Gilmar Jacobowiski
Coordenação de Relações Públicas: Onévio Antônio Zabot

**COMITÊ CIENTÍFICO
SCIENTIFIC COMMITTEE
COMITÉ CIENTÍFICO**

Eliséo Soprano
Presidente/Chairman/Presidente

Membros/ Members/ Miembros

Adriana C. M. Dantas (UFSC/CCA)	Josiani Takassaki (IBSP)
Admir Tadeo de Souza (Epagri)	Juan Fernando Aguilar (FHIA)
Agustin Molina (INIBAP)	Luadir Gasparotto (Embrapa)
Alba Stela Riveros (CATIE)	Luis Alberto Saes (IAC)
Ana Lúcia Borges (Embrapa)	Luis E. Pocasangre (INIBAP/Musalac)
Anthony Barry Pattison (QDPI)	Luis Perez Vicente (INISAV)
Aparecido Lima da Silva (UFSC/CCA)	Luiz Alberto Lichtemberg (Epagri/EEI)
Aristóteles Pires de Matos (Embrapa)	Luiz Antônio de Campos Penteado (CATI)
Cláudia Fortes (Embrapa)	Luiz Antônio Junqueira Teixeira (IAC)
Cecília Helena Silvino Prata Ritzinger (Embrapa)	Luiz Augusto Martins Peruch (Epagri/EEU)
Dilson da Cunha Costa (Embrapa)	Luiz Márcio Poiani (UFSCAR)
Edgardo Serrano (CORBANA)	Márcio Miranda (IAPAR)
Eliséo Soprano (Epagri/EEI)	Márcio Sônego (Epagri/EEU)
Fernando Adami Tcacenco (Epagri/EEI)	Marilene Fancelli (Embrapa)
François Cote (CIRAD)	Mario Orozco Santos (INIFAP)
Franklin Rosales (INIBAP)	Mauricio Guzman (CORBANA)
Gilmar Roberto Zaffari (Epagri/EEI)	Miguel Pedro Guerra (UFSC/CCA)
Henri Stuker (Epagri/EEI)	Ranulfo Corrêa Caldas (Embrapa)
Honório Francisco Prando (Epagri/EEI)	Raul Soares Moreira (IAC)
Inácio Hugo Rockenbach (Epagri/EEI)	Robert Harri Hinz (Epagri/EEI)
Janay Almeida dos Santos Serejo (Embrapa)	Rossana Catie Bueno de Godoy (Embrapa)
Jeffrey William Daniells (QDPI)	Sebastião de Oliveira e Silva (Embrapa)
João Luiz Palma Meneguci (Embrapa)	Silvio Belalcazar Carvajal (INIBAP)
John Charles Robinson (Du Roi)	Thierry Lescot (CIRAD)
Jorge Luiz Malburg (Epagri/EEI)	Victor Galán Sáuco (ICIA)
José Aires Ventura (Incaper)	Zilton Maciel Cordeiro (Embrapa)
José Orozco Romero (INIFAP)	

SUBCOMISSÕES DE APOIO

Secretaria Executiva e Informática

Mauricio César Silva, Sueli Pereira Mafra, Lizzy Clayre Steele Ganzo Weickert, Maria Fernanda Malburg Patrianova, Luciane Luchtenberg Lehmkuhl, Maria de Lourdes F. Verona, Sheila Catarina Sens, Adriana Rafaela dos S. Soares e Suzette Mailú Rovaris Brasil

Relações Públicas, Divulgação, Promoção e Imprensa

Anselmo Benvindo Cadorim, Onévio Antônio Zabot, Aires Carmem Mariga, Celívio Holz, Luiz Alberto Lichtemberg, Márcia Corrêa Sampaio, Dorvalino Furtado Filho, Jane Niehues e Suzette Mailú Rovaris Brasil

Finanças

Osvino Leonardo Koller, Lucemar Winter, Marilei de Sena Mondini e Maria Bernadete dos S. Soares.

Decoração, Vigilância, Limpeza, Segurança e Saúde

Jadir de Oliveira, Jane Niehues, Ana Lúcia Ribeiro, Haroldo R. Steudel, Marilene Clara de Miranda Kahl, Gilmar Germano Jacobowski, Itamar Gislon, Daniel da Silva e Henry Petcov.

Excursões Técnicas

Ricardo José Zimmermann de Negreiros, José Salvador, Miguel André Compagnoni, Robert Harri Hinz, Aldo Romeo Passold, Ilhane Terezinha Marcon e Dione Benevenuti.

Alimentação e Atividades sócio-culturais

Maria Depin, Jorge Luiz Malburg, Gilmar G. Jakobowski, Ilhane Terezinha Marcon, Ana Lúcia Ribeiro, Robert Harri Hinz e Jane Niehues.

Recepção, Hospedagem e Transporte

Jorge Luiz Malburg, Jane Niehues, Ana Lúcia Ribeiro, Gilmar Germano Jacobowski, Onévio Zabot, Evando Quirino Goulart e Haroldo R. Steudel.

Programação Técnico Científico e Atividades Gerais

Eliséo Soprano, Décio Rockenbach, Luiz Alberto Lichtemberg, Gilmar Roberto Zaffari, Jorge Luiz Malburg, Fernando Adami Tcacenco, Henri Stuker, Honório Francisco Prando, Inácio Hugo Rockenbach, Maycon Eduardo Nicoletti e Robert Harri Hinz

Áudio-visuais

Robert Harri Hinz, Mauricio César Silva, Zelina Silvano e Sueli Fernandes

Feira e Assuntos Comerciais

Osvino Leonardo Koller, Luiz Alberto Lichtemberg, Jorge Luiz Malburg, Robert Harri Hinz, Lizzy Clayre Steele Ganzo Weickert e Suzette Mailú Rovaris Brasil

NOTA DOS EDITORES

Os editores reservam-se ao direito de se eximirem de qualquer responsabilidade por eventuais incorreções contidas nas conferências, trabalhos resumidos e trabalhos completos publicados nos Anais da XVII Acorbat 2006, mesmo tendo ajustado algumas incorreções às normas. O conteúdo dos trabalhos publicados nestes Anais é de inteira responsabilidade dos autores. As afirmações feitas pelos participantes expressam seu ponto de vista e não necessariamente o das instituições. Menção de empresas, produtos comerciais e marcas registradas não implica recomendação ou endosso sobre outros produtos não mencionados. Resultados de pesquisas envolvendo pesticidas não implicam recomendação dos mesmos, nem que os mesmos sejam registrado para uso. Todos os pesticidas devem ser registrados nas agências apropriadas antes que seu uso seja recomendado.

NOTE OF THE PUBLISHERS

The publishers reserve the right to exempt of any responsibility for errors/mistakes contained in the conferences, full papers and short papers published in the Proceedings of XVII Acorbat 2006. The contents of the works published in these Proceedings are of entire responsibility of the authors. The statements made by the participants are their own and do not necessarily represent the views of the participating agencies. Mention of companies, commercial products, or trade names does not imply recommendation or endorsement over others not mentioned. Reports of research involving pesticides do not constitute recommendation for their use and do not imply that the users discussed have been registered. All uses of pesticides must be registered by the appropriate agencies before they can be recommended.

NOTA DE LOS EDITORES

Los editores si reservan el derecho de si eximir de cualquier responsabilidad de los eventuales errores, conceptos y afirmaciones contenidos en las conferencias, trabajos completos y trabajos resumidos publicados en las memorias de la XVII Reunión Internacional de la Acorbat. El contenido de los trabajos publicado en las memorias es de entera responsabilidad de los autores. La mención de compañías, de productos comerciales, o de nombres comerciales no implica en recomendación o en endoso sobre otros no mencionados. Los informes de la investigación sobre el efecto de pesticidas no constituyen la recomendación para su uso y ni significa que estos productos están registrados para el uso en distintos países. Todas las aplicaciones de pesticidas deben estar amparadas por el registro en agencias apropiadas, antes que puedan ser recomendadas.

APRESENTAÇÃO

Esta edição do congresso da Associação para a Cooperação nas Pesquisas sobre Banana no Caribe e na América Tropical quebrou vários paradigmas. Pela primeira vez na história da Acorbat, o seu evento maior se realizou fora da zona tradicionalmente exportadora de bananas, localizada entre o Norte da América do Sul e o Sul da América do Norte. Pela primeira vez o congresso foi realizado em um país de língua portuguesa, o que ampliou os idiomas oficiais da Acorbat para quatro. Pela primeira vez a reunião foi realizada em uma região subtropical, o Sul do Brasil. Finalmente, pela primeira vez a reunião teve seu tema central decididamente voltado a um tipo de agricultura mais comprometido com o respeito ao ambiente, aos aspectos sociais e voltado às tecnologias alternativas de cultivo. **Bananicultura, um negócio sustentável**, um tema que decididamente abriu espaço para um novo modelo de bananicultura ambientalmente amigável, sem fechar as portas para nenhum tipo de tecnologia.

Para Santa Catarina, que a partir de 2004 passou a conviver com a realidade da sigatoka-negra, a realização deste evento não poderia ser mais oportuna. Após um período de crise na bananicultura, imposta pelas dificuldades comerciais que se apresentaram aos nossos bananicultores, este documento passa a ser um ponto de partida para reflexões e para a orientação da pesquisa e da difusão de tecnologia em bananicultura no nosso Estado.

Para o Brasil, que pela vez primeira recebe de uma só vez os principais expoentes do saber mundial na cultura, este evento representa um grande ganho em conhecimento e uma oportunidade única de ampliar parcerias e colaboração na área científica e tecnológica deste cultivo.

Para o mundo “bananeiro”, este evento representa um marco, na abertura de espaço para temas anteriormente pouco privilegiados neste que é o principal encontro técnico-científico do setor.

A época da realização do evento nos foi desfavorável, devido ao período de eleições gerais no Brasil e à crise atual da agricultura brasileira. Também tivemos pouco apoio dos tradicionais patrocinadores desta reunião. Apesar das barreiras e dificuldades encontradas na preparação do evento, apresentamos ao público estes anais, documento que reflete o que foi a XVII Reunião Internacional da Acorbat.

Nossos agradecimentos aos autores que enviaram suas contribuições, aos participantes da reunião, aos nossos apoiadores e patrocinadores, à Acorbat Internacional, que nos assessorou e nos permitiu realizar esta reunião, aos companheiros do Comitê Organizador e, especialmente, à Epagri, que colocou neste evento o que tem de melhor e tudo o que foi possível.

Comissão Organizadora ACORBAT 2006 - BRASIL

Presidente

Luiz Alberto Lichtemberg

PRESENTATION

Several paradigms have been broken in the present edition of the International Meetings. For the first time in the history of Acorbat its major event was held outside the traditional banana exporting area, from the North of South América do the South of North América. For the first time the meeting was held in a Portuguese speaking country, bringing to four the Acorbat's official languages. For the first time the meeting was held in a subtropical area, the South of Brazil. Finally, for the first time the meeting's central theme was related to a type of agriculture more compromised with the environment, to the social aspects of the culture and to alternative technologies. **Banana, a sustainable bussiness**, is a theme that gave more room for this new model for the banana crop without neglecting any kind of technology.

The timing for the present meeting could not be better for the state of Santa Catarina, wich in 2004 had the first reports of black sigatoka. After a crisis in the banana crop due to commercial difficulties, this document serves as a starting point for new reflections and to guide the activities of research and extension in the culture in our state.

For Brazil, which for the first time receives at once the major experts in the crop all over the world, this event represents a great opportunity for increase both in knowledge and in partnerships and cooperation in the scientific and technological areas. For the "banana" world, this event represents a hallmark in the opening of new space for areas traditionally less privileged in these meetings, which are the major technical and scientific event in the banana crop.

Due to the national elections and the crisis in the banana crop in Brazil, several new difficulties were imposed upon the organizing committee, which also had less support from traditional sponsors. Despite all the barriers and difficulties, we present the public with this document, which reflects what the XVII Meeting was.

We would like to thank the authors for their scientific contributions, to the participants of the meeting, to our sponsors, to the International Committee, which gave us support and allowed the meeting, to all members of the Organizing Committee, and above all to Epagri, that gave all its best for the success of the meeting.

Organizing Committee ACORBAT 2006 - BRASIL

Chairman

Luiz Alberto Lichtemberg

APRESENTACIÓN

En estas memorias están publicados las conferencias y trabajos presentados en la XVII Reunión Internacional de la Acorbat. Esta jornada del congreso de la Asociación para la Cooperación en Investigaciones de Bananos en el Caribe y en América Tropical quebró diversos paradigmas. Por la primera vez en la historia de Acorbat, su evento mayor se realizó fuera de la zona exportadora de bananos, localizada entre el Norte de la América del Sur e el Sur de la América del Norte. Por primera vez el congreso fue realizado en un país de lengua portuguesa, ampliando para cuatro los idiomas hablados por Acorbat. Por la primera vez la reunión fue realizada en una zona subtropical, el Sur de Brasil. Finalmente, por la primera vez la reunión tuvo su tema central dirigido a un tipo de agricultura más comprometido con el respecto al ambiente, a los aspectos sociales y a las tecnologías alternativas de cultivo. Bananicultura, un negocio sustentable, un tema que decididamente abrió espacio para un nuevo modelo de bananicultura ambientalmente amigable, sin cerrar sus puertas para ninguno tipo de tecnología.

Para Santa Catarina, que a partir del 2004 pasó a convivir con la realidad de la sigatoka-negra, la realización de este evento no podría ser más oportuna. Después de un período de crisis en el cultivo de bananos, que impuso graves dificultades comerciales para nuestros bananeros, este documento pasa a ser un punto de partida para reflexiones y para la orientación de la investigación y de la difusión de tecnología en el cultivo de bananos en nuestro Estado.

Para el Brasil, que por la vez primera recibe de una única vez los principales expertos del saber mundial en el cultivo, este evento representa un grande gaño en conocimiento e una oportunidad impar de ampliar aparcerías y colaboraciones en la área científica e tecnológica de este cultivo.

Para el mundo “bananero”, este evento representa una apertura de espacio para temas anteriormente poco privilegiados en este que es el principal encuentro técnico-científico do sector.

La época de la realización del evento no nos fue favorable, debido al período de elecciones generales en Brasil, lo que restringió legalmente las posibilidades de apoyo, y a la crisis actual de la agricultura brasileña. También tuvimos poco apoyo de los tradicionales patrocinadores de esta reunión. Mismo con las barreras y dificultades encontradas en la preparación del evento, presentamos al público estas memorias, documento que refleja lo que fue la XVII Reunión Internacional de la Acorbat.

Nuestros agradecimientos a los autores que enviaron sus contribuciones, a los participantes de la reunión, a los nuestros colaboradores, expositores y patrocinadores, a la Acorbat Internacional, que nos asesoró y nos permitió realizar esta reunión, a los compañeros del Comité Organizador e, especialmente, a la Epagri, que coloco en este evento todo lo que tiene de mejor e lo que fue posible.

Comité de organización de la ACORBAT 2006 - BRASIL

Luiz Alberto Lichtemberg
Presidente

VOLUME 1	
CONFERÊNCIAS / CONFERENCES / CONFERENCIAS	
THE PESTICIDE REDUCTION PLAN FOR BANANA	
PLANO DE REDUÇÃO DO USO DE PESTICIDAS EM BANANICULTURA Gerrit H. J. Kema	3
GENOME STUDIES: PROGRESS AND APPLICATION IN THE IMPROVEMENT OF MUSACEAS	
CONHECIMENTO DO GENOMA: AVANÇOS E APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DAS MUSÁCEAS Manoel T. Souza Júnior	5
BIOTECNOLOGIA: ALGO MAIS QUE PLANTAS TRANSGÊNICAS	
BIOTECHNOLOGY OTHER THAN TRANSGENIC PLANTS Janay Almeida dos Santos-Serejo; Antônio da Silva Souza; Lucymeire Souza Morais; Taliane Leila Soares; Fernanda Vidigal Duarte Souza; Adilson Kenji Kobayashi; Cláudia Fortes Ferreira & Sebastião de Oliveira e Silva	10
TRANSCONTINENTAL DISEASES THAT ARE POTENTIAL THREAT TO THE BANANA INDUSTRY IN LATIN AMERICA	
DOENÇAS TRANSCONTINENTAIS COM RISCO POTENCIAL PARA A BANANICULTURA LATINO-AMERICANA Agustin B. Molina Jr.	24
SISTEMA AGROPECUÁRIO DE PRODUÇÃO INTEGRADA - SAPI	
SAPI - INTEGRATED PRODUCTION SYSTEM J. R. Andrigueto; L. C. B. Nasser & J. M. A. Teixeira	32
A BANANICULTURA BRASILEIRA	
THE BRAZILIAN BANANA CROP Zilton José Maciel Cordeiro & Raul Soares Moreira	36
A HISTÓRIA DA BANANA NO BRASIL	
THE HISTORY OF BANANA IN BRAZIL Raul S. Moreira & Zilton José Maciel Cordeiro	48
ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS DEL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA EN AMÉRICA LATINA	
CURRENT SITUATION AND FUTURE PERSPECTIVES OF THE BLACK SIGATOKA MANAGEMENT IN LATIN AMERICA Mauricio Guzmán	83
CARACTERIZACIÓN Y MANEJO DE LA RESISTENCIA A FUNGICIDAS EN <i>Mycosphaerella fijiensis</i> EN BANANOS	
CHARACTERIZATION AND MANAGEMENT OF FUNGICIDE RESISTANCE IN <i>Mycosphaerella fijiensis</i> IN BANANAS Ronald A. Romero	92
MANEJO SUSTENTABLE DE SIGATOKA NEGRA (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) EN BANANO: CONOCIMIENTO DEL PATOSISTEMA, PRÁCTICAS CULTURALES Y CONTROL QUÍMICO	
SUSTAINABLE MANAGEMENT OF BLACK SIGATOKA (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) IN BANANA: KNOWLEDGE OF THE PATHOSYSTEM, CULTURAL PRACTICES AND CHEMICAL CONTROL Mario Orozco-Santos & José Orozco-Romero	100
MANEJO DA SIGATOKA-NEGRA (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) NA AMAZÔNIA BRASILEIRA	
MANAGEMENT OF BLACK SIGATOKA (<i>Mycosphaerella fijiensis</i>) IN THE BRAZILIAN AMAZONIA Luadir Gasparotto & José Clério Rezende Pereira	117
MANAGEMENT OF BLACK SIGATOKA IN CAMEROON	
MENEJO DA SIGATOKA NEGRA NA REPÚBLICA UNIDA DOS CAMARÕES L. de Lapeyre de Bellaire; J. Essoh Ngando; C. Abadie; J. Carlier; T. Lescot & E. Fouré	122
BACTERIAS LÍTICAS Y SUSTRATOS EN LA FILOSFERA DE BANANO Y PLÁTANO PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA	
LYTIC BACTERIA AND SUBSTRATES ON BANANA AND PLANTAIN PHYLLOSOPHERE TO BLACK SIGATOKA CONTROL Luis Fernando Patiño Hoyos; Lina Maria Salazar Peláez; Juan Carlos Collazos Villa; Ramón Antonio Piedrahita Restrepo & Elkin Bustamante Rojas	133
MANEJO ALTERNATIVO DE LA SIGATOKA NEGRA CAUSADA POR <i>Mycosphaerella fijiensis</i> MORELET EN BANANOS Y PLÁTANOS	
ALTERNATIVE MANAGEMENT OF BLACK SIGATOKA CAUSED BY <i>Mycosphaerella fijiensis</i> MORELET IN BANANAS AND PLANTAINS Luis Pérez Vicente	141
FUNGICIDE RESISTANCE MANAGEMENT IN BANANA - A CONTINUOUS CHALLENGE	
EL MANEJO DE LA RESISTENCIA A LOS FUNGICIDAS EN BANANOS - UN DESAFÍO CONTINUO Karl-Heinz Kuck	153
EL CULTIVO DE PLATANOS EN ECUADOR	
PLANTAIN CULTIVATION IN ECUADOR Luis Tazán C.	155
THE ROLE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY IN SMALL-SCALE BANANA FARMING - A CARIBBEAN PERSPECTIVE	
O PAPEL DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA NA PEQUENA PROPRIEDADE BANANICULTORA - PERSPECTIVA CARIBENHA Clayton A. Shillingford & Joseph E. Edmunds	164
HÍBRIDOS DE BANANA DESENVOLVIDOS PELA FHIA	
BANANA HYBRIDS DEVELOPED BY FHIA Juan F. Aguilar Morán	173
RENOVACIÓN DE PLANTACIONES BANANERAS, UN NEGOCIO SOSTENIBLE, MEDIANTE EL USO DE UMBRALES DE PRODUCTIVIDAD, FIJADOS POR AGRICULTURA DE PRECISIÓN	
RENOVAÇÃO DE BANANAS, UM NEGÓCIO SUSTENTÁVEL, ATRAVÉS DO USO DE NÍVEIS DE PRODUTIVIDADE, FIXADOS PELA AGRICULTURA DE PRECISÃO Moisés Soto	178
MINERAL NUTRITION OF BANANA AND ITS INTERACTION WITH IRRIGATION	
NUTRICIÓN MINERAL EN EL BANANO Y SU INTERACCIÓN CON EL RIEGO Emanuel Lahav; Anat Aycicegi-Lowengart & Hanan Ben Shalom	190
GUÍA PARA EL DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD Y LA SALUD DE SUELOS BANANEROS	
DIAGNOSTIC GUIDE FOR BANANA SOILS QUALITY AND HEALTH Franklin E. Rosales; Luis E. Pocasangre; Javier Trejos; Edgardo Serrano; Oscar Acuña; Alvaro Segura; Eduardo Delgado; Tony Pattison; Werner Rodríguez & Charles Staver	198

IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS EN LA CALIDAD DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DEL BANANO EN COSTA RICA	
THE IMPORTANCE OF PHYSICAL-CHEMICAL INDICATORS IN THE SOIL QUALITY FOR THE SUSTAINABLE PRODUCTION OF BANANA IN COSTA RICA	
Edgardo Serrano; Jorge Sandoval; Luis Pocasangre; Franklin Rosales & Eduardo Delgado	207
LA IMPORTANCIA DE LOS MICROORGANISMOS EN LA CALIDAD Y SALUD DE SUELOS	
IMPORTANCE OF MICROORGANISMS FOR SOILS QUALITY AND HEALTH	
Oscar Acuña; Wagner Peña; Edgardo Serrano; Luis Pocasangre; Franklin Rosales; Eduardo Delgado; Javier Trejos & Alvaro Segura	222
ESTANDARIZACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS PARA BANANO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE	
ORGANIC AMENDMENTS STANDARIZATION FOR BANANA IN LATIN AMERICAN AND THE CARIBBEAN	
Alba Stella Riveros; Franklin E. Rosales; Johanna Romero; Catalina Romero; María Isabel Jiménez; Ramón Jiménez; Oscar Acuña; Pánfilo Tabora; Rafael Segura; Luis E. Pocasangre & Mario Villalobos	234
THE CONCEPT OF A SUPPRESSIVE BANANA PLANT: ROOT HEALTH MANAGEMENT WITH A BIOLOGICAL APPROACH	
CONCEITO DE UMA PLANTA DE BANANEIRA SUPRESSORA: MANEJO BIOLÓGICO DA SANIDADE RADICULAR	
Richard A. Sikora & Luis Pocasangre	241
HONGOS ENDOFÍTICOS COMO AGENTES BIOLÓGICOS DE CONTROL DE FITONEMATODOS EN BANANO	
ENDOPHYTIC FUNGI AS BIOLOGICAL CONTROL AGENTS OF PLANT PARASITIC NEMATODES IN BANANA	
Luis E. Pocasangre; Roy Donaldo Menjivar; zum Felde Alexandra; Alba Stella Riveros; Franklin E. Rosales & Richard A. Sikora	249
PRESENT AND FUTURE SITUATION OF BANANA PRODUCTION IN THE SUBTROPICS	
SITUAÇÃO PRESENTE E FUTURA DA BANANICULTURA NOS SUBTRÓPICOS	
J. C. Robinson	255
SOIL QUALITY IMPROVEMENT AND NEMATODE MANAGEMENT ON BANANA FARMS IN AUSTRALIA	
MELHORIA DA QUALIDADE DO SOLO E MANEJO DE NEMATÓIDES NA BANANICULTURA AUSTRALIANA	
Tony Pattison; Jenny Cobon & Richard Sikora	268
NEW BANANA CULTIVARS WITH MARKET POTENTIAL	
NOVAS CULTIVARES DE BANANEIRAS COM POTENCIAL DE MERCADO	
Jeff Daniels	284
EL CULTIVO DEL PLÁTANO (BANANO, Musa acuminata COLLA AAA, SUBGRUPO CAVENDISH) EN LAS ISLAS CANARIAS	
BANANA (Musa acuminata COLLA AAA, CAVENDISH SUBGROUP) CULTIVATION IN THE CANARY ISLANDS	
Victor Galán Saúco & Juan Cabrera Cabrera	289
VOLUME 1 (Cont.)	
TRABALHOS RESUMIDOS / SHORT PAPERS / TRABAJOS RESUMIDOS	
BOTÂNICA, GENÉTICA & MELHORAMENTO, FISILOGIA	
BOTANY, GENETICS & PLANT BREEDING, PHYSIOLOGY	
BOTANICA, GENETICA Y MEJORAMIENTO, FISILOGIA	
BIOMETRÍA DE FRUTOS DE PLÁTANO CV. HARTON RELACIONADOS CON LA FERTILIZACION, SEGÚN EL ESTADO FENOLOGICO DEL CULTIVO	
BIOMETRÍA OF FRUITS OF BANANA CV. HARTÓN RELATED WITH THE FERTILIZATION, ACCORDING TO THE STATE FENOLOGICO OF THE CULTIVATION	
Johanna Labarca; Merilyn Marin; Jesus Garcia; Yvo Hernandez & Claudia Paredes	303
CALIDAD DE RACIMO E ÍNDICE DE COSECHA EN HÍBRIDOS FHIA 01, 02, 17 Y 23 (Musa spp.) EN EL ESTADO ARAGUA, VENEZUELA	
BUNCH QUALITY AND HARVEST INDEX OF FHIA 01, 02, 17 Y 23 HYBRIDS (Musa spp.) IN ARAGUA STATE, VENEZUELA	
Grigna Piña-Dumoulin; José Gilberto Surga; Sacramento Magaña-Lemus; Aniceth Reina & Miguel Belloso	304
CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE CULTIVARES ELITE DE BANANEIRA MEDIANTE DESCRITORES QUALITATIVOS	
MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF ELITE CULTIVARS OF BANANA BASED ON QUALITATIVE TRAITS	
Onildo Nunes de Jesus; Sebastião de Oliveira e Silva; Cláudia Fortes Ferreira; Terezinha Rangel Câmara; Kátia Nogueira Pestana & Taliane Leila Soares	305
LA PLANTA DE PLÁTANO (Musa AAB) Y SU RELACION ENTRE EL CICLO Y LA PRODUCCIÓN	
THE PLANTAIN (Musa AAB) AND ITS RELATION BETWEEN THE CYCLE AND PRODUCTION	
C. Nava & L. Sosa	306
LA TRANSICIÓN FLORAL EN PLÁTANO Musa (AAB) cv. HARTÓN ENANO: GENÉTICA Y ONTOGENIA.	
TRANSITION FLORAL IN PLANTAIN Musa AAB CV. DRAFT HORN: GENETIC AND ONTOGENY	
Yvo Hernández; Carlos Alberto Giménez; Pedro Rodríguez; Miguel Gómez Lima; C. Paredes & Johanna Labarca	307
MASBP56 - A BANANA (Musa acuminata) HOMOLOGUE OF MAMMALIAN SELENIUM-BINDING PROTEIN	
MASBP56 - HOMÓLOGO EM BANANA (Musa acuminata) DE PROTEÍNA DE MAMÍFERO LIGANTE EM SELÊNIO	
Marília Mendes de Araújo; Lisangela Pinheiro Cassiano; Candice Melo Romero Santos; Natália Florêncio Martins; Anne Giselle Buzar; Roberto Coti Togawa; Felipe Rodrigues da Silva & Manoel Teixeira Souza Júnior	308
PHYLOGENY AND MODELING STUDIES OF 14-3-3 IN Musa acuminata	
ESTUDOS DE FILOGENIA E MODELAGEM ESTRUTURAL DE 14-3-3 DE Musa acuminata	
Natalia Florêncio Martins; Candice M. Romero Santos; Roberto C. Togawa & Manuel T. Souza Júnior	309
APLICACIONES DE CALCIO PARA EL CONTROL DE LA MANCHA DE MADUREZ EN BANANO	
CALCIUM APPLICATIONS FOR BANANA MATURITY BRONZING CONTROL	
Andrea Carolina Díaz Ismael; John Jairo Mira Castillo & Gerardo Cayón Salinas	310
APPLICATION OF cDNA-AFLP TECHNIQUE TO IDENTIFY BANANA'S GENES ASSOCIATED WITH SENSITIVITY TO Colletotrichum musae	
APPLICATION DE LA TECHNIQUE cDNA-AFLP SUR BANANES AFIN D'IDENTIFIER LES GENES IMPLIQUES DANS LES DIFFERENCES DE SENSIBILITE DES BANANES A Colletotrichum musae	
Ludvine Lassois & Haïssam Jijakli	311
CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE FRUTOS DE TRÊS CULTIVARES DE BANANEIRA: PRATA ANÃ, CAIPIRA E THAP MAEO NO NORTE DE MINAS GERAIS	
PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF FRUITS OF THREE BANANAS CULTIVARS: PRATA ANÃ, CAIPIRA AND THAP MAEO IN NORTH OF MINAS GERAIS	
Valdeir Dias Gonçalves; Marlon Cristian Toledo Pereira; Sílvia Nietzsche; Manoel Xavier Oliveira Júnior; Roberto Célio Antunes Júnior; Tiago Prates Fernandes; Lidiane Franco & Carlos Ruggiero	312

DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DO SUBGRUPO CAVENDISH, EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE DEVELOPMENT OF CAVENDISH SUBGROUP CULTIVARS IN FUNCTION OF LUMINOSITY CONDITIONS André Luis de Andrade; Humberto Carvalho de Marcílio; Ednaldo Antônio de Andrade; Ciro Cerzerino dos Santos & Zulema Netto Figueiredo	313
EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL REGULADOR DE CRECIMIENTO BIOZYME TFR EN BANANO APPLICATION EFFECT OF PLANT GROWHT REGULATOR BIOZYME TFR IN BANANA Eduardo Dávila; Felipe Chang; Segundo Weisson; Héctor Quintero & Yaneth Pérez	314
PHYSIOLOGY OF A BANANA PLANT'S INTERDEPENDENCE BETWEEN MOTHER AND DAUGHTER FISIOLOGIA DA INTERDEPENDÊNCIA ENTRE MÃE E FILHA EM BANANEIRAS A. H. J. Rajamannan & Hugo Cubero Rojas	315
PRODUÇÃO DE ETILENO EM FRUTOS DE BANANA SUBMETIDOS A INJÚRIAS MECÂNICAS ETHYLENE PRODUCTION TO MECHANICAL INJURIES IN BANANA FRUITS Ricardo Alfredo Kluge; Juan Saavedra del Aguila; Lília Sichmann Heiffig; Maria das Graças Ongarelli & Angelo Pedro Jacomino	316
THE ROLE OF GUTTATION IN CLEANING THE BANANA LEAF XYLEM VESSLES FROM BORON EXCESS O PAPEL DA GUTAÇÃO NA ELIMINAÇÃO DO EXCESSO DE BORO DO XILEMA FOLIAR EM BANANEIRAS O. Shapira; U. Shani; Y. Israeli & A. Schwartz	317
NÚMERO MÍNIMO DE HOJAS FUNCIONALES A FLORACIÓN Y COSECHA EN BANANO (Musa AAA SIMMONDS) EN URABÁ, COLOMBIA MINIMUM NUMBER OF FUNCTIONAL LEAVES AT FLOWERING AND HARVEST IN BANANA (Musa AAA SIMMONDS) IN URABÁ, COLOMBIA Carolina Rodríguez González; Daniel Gerardo Cayón Salinas & John Jairo Mira Castillo	318
EFFECTO DEL COLOR DE LAS BOLSAS DE POLIETILENO SOBRE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DE BANANO EFFECT OF THE COLOR OF POLYETHYLENE BAGS ON THE PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE BANANA FRUITS Miguel Ángel Daza Sanabria & Daniel Gerardo Cayón Salinas	319
INDUCTION OF RESISTANCE ON BANANAS: IS IT A TRANSIENT EFFECT OR CAN THIS INDUCTION EFFECT BE PASSED ON FROM MOTHER PLANT TO DAUGHTER AND THE GRAN DAUGHTER PLANT? É A INDUÇÃO DA RESISTÊNCIA EM BANANEIRAS UM EFEITO TRANSIENTE, OU ELA PODE SER PASSADA DA PLANTA-MÃE PARA AS FILHAS E NETAS? Luis H. Jácome & A. Harry Rajamannan	320
EFFECTS OF ORGANIC MULCH AND ROOT DIPS ON ESTABLISHMENT AND ROOT HEALTH OF FRENCH PLANTAIN EFFETS DU PAILLIS ORGANIQUE ET DU TRAITEMENT DE L'EAU CHAUDE SUR LE DÉVELOPPMENT ET LE DÉGÂTS AUX RACINES DU PLANTAIN FRANÇAIS Omolaro Olaniyi	321
AValiação de clones de banana Cavendish EVALUATION OF CAVENDISH BANANA CLONES Sebastião de Oliveira e Silva; Elias Teixeira Pires; Rosa Karla Nogueira Pestana; Juliana da Silva Alves & Adriana Rodrigues Passos	322
AValiação de genótipos de banana tolerantes e não tolerantes a sigatoka negra em rosario oeste - MT EVOLUTION OF BANANA GENOTYPES TOLERANT AND NOT TOLERANT THE BLACK SIGATOKA IN ROSARIO OESTE-MT Humberto de Carvalho Marcílio; Gustavo Alves Pereira; André Luis de Andrade; Joadil Gonçalves de Abreu & José Luis de Almeida324	323
AValiação de genótipos de bananeira na região do baixo São Francisco, Sergipe, Brasil (1º ciclo) EVALUATION OF BANANA GENOTYPES IN THE LOW SAO FRANCISCO RIVER BASIN, SERGIPE, BRAZIL (1st. CYCLE) Ana da Silva Léo; Josué Francisco da Silva Júnior; Carlos Alberto da Silva Léo & Sebastião de Oliveira e Silva	324
AValiação do polimorfismo em mutantes presumíveis de banana (Musa spp.) usando AFLP AVALIATION OF POLYMORPHISM IN PRESUMED MUTANTS OF BANANA (Musa spp.) USING AFLP José Carlos Fialho de Resende; Augusto Tulmann Neto; Antônio Vargas de Oliveira Figueira & Débora Sanae Nishimura	325
FERTILIZAÇÃO in vivo de bananeira in vivo FERTILIZATION OF BANANA Taliane Leila Soares; Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa; Antônio da Silva Souza; Lucymeire Souza Moraes; Onildo Nunes de Jesus; Everton Hilo de Souza; Sebastião de Oliveira e Silva & Janay Almeida Santos-Serejo	326
FINGERPRINTING DE VARIEDADES ELITES DE BANANEIRA FINGERPRINTING OF ELITE BANANA VARIETIES Onildo Nunes de Jesus; Cláudia Fortes Ferreira; Sebastião de Oliveira e Silva; Terezinha Rangel Câmara; Kátia Nogueira Pestana & Taliane Leila Soares	327
GERMINAÇÃO in vitro e viabilidade de grãos de pólen em bananeiras diplóides in vitro GERMINATION AND VIABILITY OF POLLEN GRAINS IN BANANA DIPLOIDS Taliane Leila Soares; Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa; Antônio da Silva Souza; Lucymeire Souza Moraes; Onildo Nunes de Jesus; Everton Hilo de Souza; Sebastião de Oliveira e Silva & Janay Almeida Santos-Serejo	328
IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS SILVESTRES DE BANANEIRA PARA PRODUÇÃO DE MINIFRUTOS ORNAMENTAIS IDENTIFICATION AND SELECTION OF BANANA WILD GENOTYPES TO ORNAMENTAL MINIFRUIT PRODUCTIONS Fernanda Vidigal D. Souza; Janay Almeida dos Santos-Serejo; Everton Hilo de Souza; Sebastião de Oliveira e Silva & Márcio Eduardo Canto Pereira	329
REDUÇÃO DA ALTURA DE PLANTAS DE BANANEIRA (Musa spp.) ATRAVÉS DO USO DE RAIOS GAMA E VARIAÇÃO SOMACLONAL REDUCING PLANT HEIGHT OF BANANA (Musa spp.) BY USE GAMMA-RAY AND SOMACLONAL VARIATION José Carlos Fialho de Resende; Augusto Tulmann Neto; Sebastião de Oliveira e Silva & Sônia M. N. Montes	330
VITÓRIA E JAPIRÁ: NOVAS CULTIVARES DE BANANEIRA DO TIPO 'PRATA' VITÓRIA AND JAPIRÁ: NEW CULTIVARS OF BANANA 'PRATA' José Aires Ventura; Sebastião de Oliveira Silva; José Antonio Gomes; Hélio Costa; Luadir Gasparotto; José Clério Rezende Pereira & Mirza Carla N. Pereira	331
AValiação de mudas micropropagadas de banana 'Nanicao' (Cavendish) em função do substrato e adubação, na fase de aclimação EVALUATION OF BANANA MICROPROPAGATED PLANTLETS 'NANICÃO' (GIANT CAVENDISH) AS A FUNCTION OF SUBSTRATE AND FERTILIZATION IN THE ACCLIMATIZATION PHASE Edson Shigueaki Nomura; Juliana Domingues Lima; Valéria Augusta Garcia & Domingos Sávio Rodrigues	332
AValiação de mudas micropropagadas de banana 'Prata Anã' (subgrupo Prata) em função do substrato e adubação na fase de aclimação EVALUATION OF BANANA MICROPROPAGATED PLANTLETS 'PRATA ANÃ' (SUBGRUPO PRATA) AS A FUNCTION OF SUBSTRATE AND FERTILIZATION IN THE ACCLIMATIZATION PHASE Edson Shigueaki Nomura; Juliana Domingues Lima; Valéria Augusta Garcia & Domingos Sávio Rodrigues	333

DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGIAS PARA LA MULTIPLICACION DE BANANA EM BIORREACTORES DE ALTO VOLUMEN NEW TECHNOLOGIES FOR MICROPROPAGATION OF BANANA IN HIGH VOLUME BIOREACTORS Clemencia Noriega & Maro R. Söndahl	334
DETECÇÃO DE VARIAÇÃO SOMACLONAL EM MICROPLANTAS DE Musa acuminata CV. GRANDE NAINÉ SOMACLONAL VARIATION DETECTION ON MICROPROPAGATED PLANTS OF THE Musa acuminata CV. GRANDE NAINÉ Gilmar Roberto Zaffari & Gilberto Barbante Kerbaudy	335
EFFECTO DE DOS TIPOS DE MATERIAL DE PROPAGACIÓN EN EL RENDIMIENTO DEL PLÁTANO (Musa AAB, SIMMONDS) EFFECTS OF TWO TYPE OF MATERIAL PROPAGATION OF PLANTAIN YIELD (Musa AAB, SIMMONDS) Manuel Díaz Rivera & Maria de Lourdes Lugo	336
EFEITO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA FORMAÇÃO DE GEMAS ADVENTÍCIAS in vitro DE Musa acuminata CV. GRANDE NAINÉ EFFECT OF GROWTH REGULATORS ON ADVENTÍCIOS BUDS FORMATION in vitro OF Musa acuminata cv. GRANDE NAINÉ Gilmar Roberto Zaffari & Gilberto Barbante Kerbaudy	337
MICROPROPAGAÇÃO DE BANANEIRA IRRADIADA E SELEÇÃO DE PLANTAS DE PORTE BAIXO MICROPROPAGATION OF IRRADIATED BANANA AND SELECTION OF SHORT PLANTS Sebastião Oliveira e Silva; Lucymaire Souza Moraes; Janay Almeida Santos-Serejo; Rosa Karla Nogueira Pestana; Lindineia Rios Ribeiro & José Carlos Fialho de Resende	338
MULTIPLICACIÓN in vitro DE MUSÁCEAS CON GENES DE TOLERANCIA A BACTERIAS in vitro MULTIPLICATION OF Musa WITH BACTERIA TOLERANCE GENES Efraín Geraldo Salaza; Iselen Trujillo; José Geraldo Albarrán; Gustavo Saldaña; José Gilberto Surga & Ezequiel Díaz	339
CONSERVAÇÃO in vitro DO BANCO DE GERMOPLASMA DE Musa DO CENIAP-INIA CONSERVAÇÃO in vitro DO BANCO DE GERMOPLASMA DE Musa DO CENIAP-INIA. Morela Fuchs; José Geraldo Albarrán; Gustavo Martínez; Ezequiel Díaz; Edward Manzanilla; Efraín Salazar; Gustavo Saldaña & Iselen Trujillo	340
METHODOLOGY FOR SOMATIC EMBRYOGENESIS IN PLANTAIN (GROUP AAB), INTERPHASE WITH PLANT BREEDING METODOLOGÍA DE EMBRIOGÉNESIS SOMÁTICA PARA EL PLÁTANO VIANDA (GRUPO AAB), INTERFASE CON EL MEJORAMIENTO Jorge López; Rafael Gómez; Nery Montano; Damicela Reinaldo; Reinaldo Trujillo; Ayme Rayas; Alfredo Cantero; Manuel Cabrera; Arletys Santos; José Ventura; Humberto Toledo; Víctor Medero; Milagros Basail; Magaly García; María I. Roman & Leneidy Pérez	341
PRODUCCION OF VIRUS-FREE BANANAS PLANTLETS PRODUÇÃO DE MUDAS DE BANANEIRAS LIVRES DE VÍRUS Jorge Luiz Malburg & Luiz Alberto Lichtemberg	342
PRÁTICAS DE CULTIVO CROP MANAGEMENT PRACTICAS DE CULTIVO	
EFFECTO DE CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL PLÁTANO (Musa AAB SIMMONDS) EN EL SUR DEL LAGO DE MARACAIBO EFFECT OF FOUR SOWING DENSITIES ON THE PRODUCTION OF PLANTAIN (Musa AAB SIMMONDS) SOUTHERN TO THE MARACAIBO LAKE Carlos Gómez; Raisa Rumbos; Joel Vera; Hermes Rosales; Sacramento Magaña-Lemus & José G. Surga	344
EFFECT OF PARING ON THE ESTABLISHMENT AND ROOT DAMAGE OF FRENCH PLANTAIN SUCKERS EFFET D'ÉPLUCHEMENT SUR LE DÉVELOPPEMENT VÉGÉTATIF ET LE DÉGÂT DE LA RACINE ET DU BULBE DU PLANTAIN FRANÇAIS Omolara Olaniyi & Sunday Opadare	345
FERRAMENTA DE APOIO A TOMADA DE DECISÃO PARA CONTROLE DE DOENÇAS EM BANANAIS INFORMATION AND DECISION SUPPORT SYSTEM FOR DISEASE CONTROL IN BANANA PLANTATION Lucia Moraes Kinceler; Patrick Padilha; Eduardo Nathan Antunes & Wellington Rodrigues	346
PRODUÇÃO DE PRIMEIRO CICLO DA BANANEIRA PRATA ANÃ EM SISTEMA DE INTERPLANTIO NO NORTE DE MINAS GERAIS FIRST CYCLE OF YIELD OF PRATA ANÃ ON VARIETY MIXTURES SYSTEM IN NORTH OF MINAS GERAIS Sílvia Nietsche; Marlon Cristian Toledo Pereira; Valdeir Dias Gonçalves; Janaína Ribeiro Oliveira; Telma Alves de Miranda; Manoel Xavier Oliveira Júnior; Roberto Célio Antunes Júnior; Thiago Prates Fernandes; Lidiane Franco & Sebastião de Oliveira e Silva	347
MANEJO ORGÂNICO DE SIETE CLONES DE BANANO (Musa) EN CONDICIONES DE BOSQUE SECO TROPICAL: I. FENOLÓGIA ORGANIC HANDLING OF SEVEN BANANA CLONES (Musa) IN TROPICAL DRY FOREST: I. PHENOLOGY Carlos Gómez; José Gilberto Surga; Sacramento Magaña-Lemus; Joel Vera; Hermes Rosales & Norelys Pino	348
SENSIBILIDAD DE Ralstonia solanacearum RAZA 2 A TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS Y CONVENCIONALES SENSITIVITY OF Ralstonia solanacearum RACE 2 A TO ALTERNATIVE AND CONVENTIONAL TREATMENTS Luciano Martínez Bolaños; Isaac Aguilar-Prieto & Saúl Bautista Torres	349
AISLAMIENTO Y EVALUACIÓN DE RIZOBACTERIAS POTENCIALES PROMOTORAS DE CRECIMIENTO EN BANANO Y PLÁTANO SCREENING FOR POTENTIAL PLANT GROWTH-PROMOTING RHIZOBACTERIA ISOLATED FROM BANANA AND PLANTAIN Camilo A. Ramírez; Paola A. Rodríguez; Luis F. Patiño; Elkin Bustamante & Juan Carlos Pérez	350
RIZOSFERA, NUTRIÇÃO, IRRIGAÇÃO RHYZOSPHERE, NUTRITION, IRRIGATION RIZOSFERA, NUTRICIÓN, RIEGO	
DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DA BANANEIRA SOB DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO ROOT SYSTEM DISTRIBUTION OF BANANA UNDER DIFFERENT DRIP IRRIGATION SYSTEM CONFIGURATIONS Marcelo Rocha dos Santos; Eugênio Ferreira Coelho; Alisson, J. P. Silva; Roque E. da Costa de Pinho & José Antonio V. Santana	352
EFFECTO DE ROOTING^{MR} (GENERADOR RADICULAR) SOBRE DESARROLLO DE RAÍZ Y VEGETATIVO DE BANANO (Musa ssp.) EN VIVERO EM CAMPO ROOTING TM (ROOT GROWTH ENHANCER) EFFECTS ON ROOT AND VEGETATIVE DEVELOPMENT OF BANANA (Musa spp.) IN NURSERY AND FIELD Enrique Guzmán-Téllez & Daniel Díaz Montenegro	353
ROOT AND SHOOT DEVELOPMENT DURING THE PLANT CROP AND THE FIRST RATOON OF BANANA AND PLANTAIN (Musa spp.) WITH IMPLICATIONS FOR PERENNIAL CULTIVATION ON DEGRADED ULTISOLS IN SOUTH-EASTERN NIGERIA DESARROLLO DE RAÍCES Y OTRAS PARTES DE LA PLANTA DURANTE EL PRIMERO Y SEGUNDO CICLOS DE PRODUCCIÓN EN BANANO Y PLÁTANO (Musa spp.) CON IMPLICACIONES PARA CULTIVOS PERENNES EN ULTISOLAS DEGRADADAS EN EL SURESTE DE NIGERIA Guy Blomme; Rony Swennen; Laban Frank Turyagyenda & Abdou Tenkouano	354

SALUD RADICAL DE BANANO EN LOTES DE DIFERENTE PRODUCTIVIDAD EN UN SUELO DE LA COSTA ORIENTAL DEL LAGO DE MARACAIBO, VENEZUELA BANANA ROOT HEALTH IN LOTS WITH DIFFERENT PRODUCTIVITY LEVELS IN A SOIL AT THE ORIENTAL COAST OF MARACAIBO LAKE, VENEZUELA Gustavo Rodríguez; María C. Núñez; Deyanira Lobo; Gustavo Martínez; Juan Rey; José G. Espinoza; Nelly Muñoz; María D. González; Franklin Rosales; Luís Pocasangre & Eduardo Delgado	355
COMPORTAMENTO DA BANANEIRA 'TROPICAL' SOB DIFERENTES NÍVEIS DE TENSÃO DA ÁGUA DO SOLO THE PERFORMANCE OF BANANA TREE 'TROPICAL' ON DIFFERENT LEVELS OF SOIL WATER TENSION José Aloísio Alves Moreira; Tatiely Bernardes; Ricardo Aguiar; João Luiz Palma Menegucci; Luis Fernando Stone & Nei Peixoto	356
COMPORTAMENTO PRODUTIVO DA BANANEIRA 'TROPICAL' SOB DIFERENTES NÍVEIS DE TENSÃO DA ÁGUA DO SOLO PRODUCTIVE PERFORMANCE OF BANANA TREE 'TROPICAL' ON DIFFERENT LEVELS OF SOIL WATER TENSION José Aloísio Alves Moreira; Tathiey Bernardes; João Luiz Palma Menegucci; Luis Fernando Stone & Ney Peixoto	357
PRODUTIVIDADE DA BANANEIRA 'GRAND NAINÉ' SOB DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E ÁREA MOLHADA YIELD OF 'GRAND NAINÉ' BANANA UNDER DIFFERENT LEVELS OF IRRIGATION AND WETTED AREA Eugênio Ferreira Coelho; Marcelo Rocha dos Santos & Édio Luis da Costa	358
PRODUTIVIDADE DA BANANEIRA 'BRS TROPICAL' NO PRIMEIRO CICLO SOB DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERÇÃO YIELD OF 'BRS TROPICAL' BANANA AT THE FIRST CYCLE UNDER DIFFERENT CONFIGURATIONS OF MICROSPRINKLE IRRIGATION SYSTEMS Eugênio Ferreira Coelho; Roque E. da Costa de Pinho; Alisson J. P. da Silva; Mauricio A. Coelho Filho & Marcelo Rocha dos Santos	359
NUTRITIONAL IMBALANCES IN THE BANANA PLANT AND ITS IMPACT ON BLACK SIGATOKA INFECTIONS DESBALANÇOS NUTRICIONAIS EM BANANEIRAS E SEU IMPACTO NAS INFESTAÇÕES DE SIGATOKA NEGRA A. H. J. Rajamannan	360
AGRONOMIC PERFORMANCE OF TWO Musa SPECIES AS INFLUENCED BY ORGANIC AND INORGANIC FERTILIZERS EFEITO DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS E INORGÂNICOS NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DE DUAS ESPÉCIES DE Musa Sunday O. S. Akinyemi	361
APTITUD DE LOS SUELOS PARA EL CULTIVO DE BANANO EN VENEZUELA, Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD SOILS APTITUDE FOR BANANA CROP IN VENEZUELA. RELATIONSHIP WITH THE PRODUCTIVITY Juan Carlos Rey; Mayra Chacín; Manfred Sapuky; Elena Núñez; Gustavo Martínez; Gustavo Rodríguez; José Espinoza; Marco Arturo; Luis Pocasangre; Eduardo Delgado & Franklin Rosales	362
ASPECTOS SOBRE CALIDAD Y SALUD DE SUELOS BANANEROS EN VENEZUELA, Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD. RESULTADOS PRELIMINARES QUALITY AND HEALTH OF BANANA SOILS IN VENEZUELA AND THEIR RELATIONSHIP WITH YIELD. PRELIMINARY RESULTS Gustavo Martínez; Juan Carlos Rey; Gustavo Rodríguez; Renato Crozzoli; Ricardina Colmenarez; Deyanira Lobo; María Gonzalez; María Rodríguez; María Carolina; Adriana Cortez; Luis Pocasangre; Eduardo Delgado & Franklin Rosales	363
EFFECTO DE AZUFRE, BORO Y ZINC SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BANANO (Musa AAA) EN LA LOCALIDAD DE 16 DE JULIO DEL TRÓPICO DE COCHABAMBA EFEITO DE ENXOFRE, BORO E ZINCO SOBRE A PRODUTIVIDADE DE BANANEIRAS AAA NA LOCALIDADE DE 16 DE JULIO, TRÓPICO DE COCHABAMBA V. R. O. Delgadillo; F. O. Colque & C. A. Ferrufino	364
FERTILIZACION DE PLATANO CON ELEMENTOS MENORES EN UN SUELO TROPICAL PLANTAIN FERTILIZATION WITH MINOR ELEMETS IN A TROPICAL SOIL Julia M. O'Hallorans; Manuel Diaz & Wanda I. Lugo	365
LEVANTAMENTO NUTRICIONAL DOS BANANAIS DA EPAGRI - ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE ITAJAI, SANTA CATARINA, BRASIL NUTRITIONAL SURVEY OF BANANA CROPS OF THE EPAGRI, EXPERIMENTAL STATION OF ITAJAÍ, SANTA CATARINA, BRAZIL Marcos Pedro Veber & Jorge Luiz Malburg	366
MUESTREO FOLIAR A DIFERENTES EDADES DEL CULTIVO PLATANO EN VENEZUELA FOLIAR SAMPLING AT DIFFERENT AGES FOR THE HORN PLANTAIN IN VENEZUELA V. Rodríguez; O. Rodríguez; A. Sánchez; D. Govea; H. Rosales & R. Salazar	367
PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BANANA NO ESTADO DA BAHIA, BRASIL CHEMICAL SOIL PROPERTIES ON BANANA PRODUCTION SYSTEMS IN BAHIA STATE, BRAZIL Ana Lúcia Borges; Marcelo Bezerra Lima; Élio José Alves & Leirson Dantas Bispo	368
RESPUESTA DEL BANANO AL NIVEL DE HUMEDAD EN SUELOS FERRASOLES BANANA'S RESPONSE TO MOISTURE LEVEL ON FERRASOL SOIL Roberto Martínez Varona	369
RESPUESTA EN DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE BANANO (Musa AAA SIMMONDS) A LA APLICACIÓN DE CALCIO DEVELOPMENT AND YIELD RESPONSE OF BANANAS (Musa AAA SIMMONDS) TO CALCIUM SOURCES Luís Fernando Parra; Andrea Carolina Díaz; John Jairo Mira & Gerardo Cayon	370
USO DEL DRIS EN LA EVALUACIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN PLÁTANO HARTÓN DRIS USE ON HORN PLANTAIN SOIL FERTILTY EVALUATION A. Sánchez; V. Rodríguez; O. Rodríguez & H. Rosales	371
FITOSSANIDADE PLANT PROTECTION FITOSANIDAD	
COMPARISON OF SYSTEMIC FUNGICIDES FOR THE CONTROL OF BLACK SIGATOKA IN COSTA RICA COMPARAÇÃO DE FUNGICIDAS SISTÊMICOS PARA O CONTROLE DA SIGATOKA NEGRA EM COSTA RICA John R. Washington & R. Quesada	373
CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (Mycosphaerella fijiensis) EN BANANO CON EL FUNGICIDA TRIFLOXISTROBIN BLACK SIGATOKA CONTROL (Mycosphaerella fijiensis) IN BANANO WITH THE FUNGICIDE TRIFLOXISTROBIN Mario Orozco-Santos; José Orozco-Romer; Elias Tapia-Ramos & Abel Toledo-Martínez	374
DEVELOPMENT OF PCR-BASED DETECTION AND QUANTIFICATION TOOLS FOR THE SIGATOKA DISEASE COMPLEX OF BANANA DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS BASEADAS EM PCR PARA A DETECÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE SIGATOKA EM BANANA Mahdi Arzanlou; C. A. Edwin; Gert H. J. Kema Abeln; Cees Waalwijk; Jean Carlier & Pedro W. Crous	375
EFFECTO DE VIGOR CAL PHOS™ (VCP) SOBRE EL CRECIMIENTO DE LA PLANTA Y EL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA EN BANANO: CASO CARIBANA, S.A. EN COSTA RICA EFFECT OF VIGOR CAL PHOS™ (VCP) ON PLANT GROWTH AND MANAGEMENT OF BLACK SIGATOKA ON BANANAS: CARIBANA, S.A., COSTA RICA CASE Alvaro Fournier; Walter Garita & Damián Gonzalez	376

EFFECTO DEL CALCIO SOLUBLE EN RENDIMIENTO E INCIDENCIA DE SIGATOKA NEGRA Y MANCHA DE MADUREZ EN BANANO EFFECT OF SOLUBLE CALCIUM ON BLACK SIGATOKA, MATURITY BRONZING AND YIELD IN BANANA CROP Jorge García & Isolina Mora	377
EFICIÊNCIA DE DOMARK 100 EC® E METILTIOFAN® NO CONTROLE DA SIGATOKA AMARELA EM BANANA DOMARK 100 EC® AND METILTIOFAN® EFFICIENCY TO CONTROL OF YELLOW-SIGATOKA DISEASE IN BANANA Marssal Guella Tamagnone & Jorge Luiz Malburg	378
HISTOLOGÍA DE LA INTERACCION Mycosphaerella fijiensis-Musa AAA HISTOLOGY OF Mycosphaerella fijiensis-Musa AAA INTERACTION Lilliana Hoyos-Carvajal; Eduardo Salazar; José A. Arroyave; Cristian Olaya & John Jairo Mira	379
IMPACT OF Mycosphaerella fijiensis TOXINS ON BANANA ANTIOXIDANT SYSTEMS EFEITO DE TOXINAS DE Mycosphaerella fijiensis SOBRE OS SISTEMAS ANTIOXIDANTES EM BANANEIRAS Jean-Pierre Busogoro; T. Olivier; M. Leiva & M. H. Jijakli	380
PERFIL FITOPATOLOGICO DE LAS MUSACEAS EN VENEZUELA: BREVE ANALISIS, AÑO 2006 PHYTOPATHOLOGICAL PROFILE OF MUSACEAS IN VENEZUELA: BRIEF ANALYSIS, 2006 Gustavo Martínez Solorzano; Dorian Rodríguez; Renato Crozoli; Rafael Pargas & Edwuard Manzanilla	381
PRELIMINARY RESULTS OF SENSITIVITY MONITORING FOLLOWING MULTIPLE APPLICATIONS OF TWO NEW FUNGICIDES RESULTADOS PRELIMINARES DO MONITORAMENTO DA SENSIBILIDADE APÓS MÚLTIPLAS APLICAÇÕES DE DOIS NOVOS FUNGICIDAS Pete Davies; Roberto Gonzalez & S. A. Monferi	382
SITUAÇÃO DA SIGATOKA NEGRA EM BANANEIRAS NO ESTADO DO PARANÁ SITUATION OF BLACK SIGATOKA ON Musa spp. IN THE PARANÁ STATE, BRAZIL Adriano Munhoz Pereira; Roberto Tomaz; Nelsio Eitsi Kanda; Paulo Gatti Paiva & Cézar Augusto Pian	383
EFFECTO DE VIGOR CAL PHOS™ (VCP) SOBRE EL CRECIMIENTO DE LA PLANTA Y EL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA EN BANANO: CASO SAN ANTONIO EN COSTA RICA EFFECT OF VIGOR CAL PHOS™ (VCP) ON PLANT GROWTH AND BLACK SIGATOKA MANAGEMENT: SAN ANTONIO, COSTA RICA CASE Luis Araya; Luis Sánchez; Walter Garita & Damián Gonzalez	384
EFFECT OF VIGOR CAL PHOS™ (VCP) ON MITIGATION OF BLACK SIGATOKA DISEASE ON BANANAS: PHILIPPINES CASE EFEITO DE VIGOR CAL PHOS™ (VCP) NA MITIGAÇÃO DA SIGATOKA NEGRA EM BANANEIRAS: O CASO DAS FILIPINAS Juanito Sangalang; Norma Yamuyam & Mike Utley	385
EFFECT OF VIGOR CAL PHOS™ (VCP) ON PLANT GROWTH AND MITIGATION OF BLACK SIGATOKA ON BANANAS: COLOMBIA CASE EFFECTO DE VIGOR CAL PHOS™ (VCP) SOBRE EL DESARROLLO DE LA PLANTA Y EL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA EN BANANO: CASO COLOMBIA Luis H. Jácome; Rafael Soffia; Ignacio Jiménez & Damián Gonzalez	386
RISK ASSESSMENT OF SPREADING BANANA STREAK VIRUS (BSV) THROUGH in vitro CULTURE EVALUATION DU RISQUE DE DIFFUSION DU VIRUS DE LA MOSAÏQUE EN TIRETS DU BANANIER (BSV) PAR LA CULTURE in vitro Michel Folliot; Serge Galzi; Nathalie Laboureau; Marie-Line Iskra-Caruana; Pierre-Yves Teycheney & François Côte	387
EVALUACIÓN DE LA ENFERMEDAD DE MOKO SEGÚN UN ÍNDICE DE RIESGO EN DIEZ FINCAS DE BANANO, EN URABÁ COLOMBIA MOKO DISEASE EVALUATION USING RISK INDEX IN TEN BANANAS FARMS, IN URABÁ COLOMBIA Oscar Munar Vivas & Dario Castañeda Sánchez	388
COMPORTAMIENTO DE Colaspis submetallica Y ESTRATEGIAS DE MANEJO EN BANANO, EN URABÁ COLOMBIA Colaspis submetallica BEHAVIOR AND MANAGEMENT STRATEGIES IN BANANAS IN URABÁ COLOMBIA Juan David Carmona; Paola Andrea Rodríguez-Gaviria & Rodrigo Vergara Ruiz	389
EVALUACIÓN DE DAÑOS DE TRIPES DE LA FLOR EN BANANOS EVALUATION OF THE FLOWER THRIPS DAMAGE IN BANANA Luiz Alberto Lichtemberg & Henri Stuker	390
NEW SCREENING METHOD FOR Musa GERMPLASM EVALUATION AGAINST BANANA CORM WEEVIL USING BANANA LEAF SHEATH NOVO MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DE GERMOPLASMA DE Musa PARA A BROCA-DA-BANANEIRA UTILIZANDO A LÂMINA FOLIAR B. Padmanaban	391
DINÁMICA DE LA ACTIVIDAD FITOTÓXICA Y PROTEÍNAS EXTRACELULARES EN FILTRADOS DE CULTIVOS DE DIFERENTES RAZAS DE Fusarium oxysporum f. sp. cubense DYNAMICS OF THE PHYTOTOXIC ACTIVITY AND EXTRACELLS PROTEINS IN CULTURE FILTRATES OF DIFFERENT RACES OF Fusarium oxysporum f. sp. Cubense B. Companioni; N. Portal; C. Achade; M. Arzola; M. Acosta; B. Roque; Y. Alvarado; M. C. Pérez; R. Santos & J. C. Lorenzo	392
EFEITO DE RE-INOCULAÇÕES DE FUNGOS ENDOFÍTICOS SOBRE O CONTROLE DO NEMATÓIDE CAVERNÍCOLA DA BANANEIRA (Radopholus similis) EFFECT OF ENDOPHYTIC FUNGI REINOCULATION TOWARD THE BURROWIG NEMATODE OF BANANA (Radopholus similis) E. C. Stolf; L. E. Pocasangre & M. P. Guerra	393
EVALUACION DEL YODO Y PEROXIDO DE HIDROGENIO EM FITONEMATODOS DEL BANANO BAJO CONDICIONES CONTROLADAS EVALUATION OF IODINE AND HYDROGEN PEROXIDE ON BANANA PARASITIC NEMATODES UNDER CONTROLLED CONDITIONS Rafael Navarro Alzate & Bertha Miryam Gaviria Gutiérrez	394
ROOT-KNOT NEMATODES ATTACKING BANANA IN GUJARAT, WESTERN INDIA NEMATÓIDES ATACANDO BANANA EM GUJARAT, WESTERN INDIA A. D. Patel; B. A. Patel & D. J. Patel	395
THE BIOLOGICAL NEMATOCIDE BIOACT AND ITS USE AGAINST BURROWING NEMATODES IN BANANA PRODUCTION EL NEMATOCIDE BIOLÓGICO BIOACT Y SU USO CONTRA EL NEMÁTODO BARRENADOR EN LA PRODUCCIÓN DEL PLÁTANO Peter Lüth & Graeme Philip	396
AVALIAÇÃO DO ÓLEO DE NIM NA SEVERIDADE DO MAL-DO-PANAMÁ EVALUATION OF OIL NIM ON PANAMA DISEASE SEVERITY Lucivânia Sanguinette Silva; Adelica Aparecida Xavier; Regina Cássia Ferreira Ribeiro; Layhre Izaete Silveira Gomes; Sílvia Niescthe; Edson Hyidu Mizobutsi; Telma Miranda dos Santos & Elisângela Kele Celestina Pereira Silveira	397
EFEITOS DO MILHO, FEIJÃO E CAUPI NA AGREGAÇÃO DE VALOR AO CULTIVO DA BANANEIRA 'TERRA' EFFECTS OF CORN, BEANS AND COWPEA IN VALUE ADDING OF PLANTAINS Marcelo Bezerra Lima; Élio José Alves; Ana Lúcia Borges; Adriana Rodrigues Passos & Lindnéia Rios Ribeiro	398

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DIPLOIDES (AA) DE BANANEIRA AO MAL-DO-PANAMÁ EM CONDIÇÕES DE CAMPO	
REACTION OF BANANA DIPLOID GENOTYPES TO PANAMA DISEASE UNDER FIELD CONDITIONS	
Aristóteles Pires de Matos; Zilton José Maciel Cordeiro; Sebastião de Oliveira e Silva; Danuzia Maria Vieira Ferreira & Rafaela Oliva Trocoli	399
PÓS-COLHEITA, AGROINDÚSTRIA, ECONOMIA	
POST-HARVEST, AGROINDUSTRY, ECONOMICS	
POSTCOSECHA, AGROINDUSTRIA, ECONOMÍA	
CARACTERIZAÇÃO PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS DE BANANEIRA (Musa spp.)	
POSTHARVEST CHARACTERIZATION OF FRUITS FROM BANANA GENOTYPES	
Sílvia Barbosa dos Santos; Márcio Eduardo Canto Pereira; Sebastião de Oliveira e Silva & Taliane Leila Soares	401
ANÁLISE SENSORIAL DE CULTIVARES DE BANANA 'TROPICAL', EM RELAÇÃO À 'PRATA' E 'MAÇÃ'	
SENSORIAL ANALYSIS OF BANANA CULTIVARS 'TROPICAL' VERSUS 'PRATA' AND 'MAÇÃ'	
Aurélio Ludovico de Almeida Martinez; João Luiz Palma Menegucci; Juracy Rocha Braga Filho; Tatiely Gomes Bernardes; Marcos Antônio Machado Mesquita & Ronaldo Veloso Naves	402
APTIDÃO DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA PARA PRODUÇÃO DE BANANA-PASSA	
APTITUDE OF BANANA GENOTYPES IN THE PRODUCTION OF DEHYDRATED BANANA	
Edneide Luciana Santiago Matos; Alexandra Pereira dos Santos; Rossana Catie Bueno de Godoy & Sebastião de Oliveira e Silva	403
AValiação Física e Química de Frutos de Bananeira Cultivar 'Tropical' sob Diferentes Tensões da Água no Solo	
PHYSICAL AND CHEMICAL EVALUATION OF BANANA FRUITS 'TROPICAL' ON DIFFERENT TENSIONS OF THE WATER IN THE SOIL	
Tatiely Gomes Bernardes; Marcos Antônio Machado Mesquita; Marilza dos Santos Lacerda; Renata Alves Aguiar; José Aloísio Alves Moreira; Luis Fernando Stone; João Luiz Palma Menegucci & Nei Peixoto	404
DESAFIOS DO ARTESANATO COM FIBRA DE BANANEIRA: O CONTROLE DE FUNGOS E INSETOS NA MATÉRIA-PRIMA	
CHALLENGES ON CRAFTSMANSHIP FROM BANANA FIBER: FUNGI AND INSECTS'S CONTROL IN PRIME-MATERIAL	
Maria Elisa de Paula Eduardo Garavello; Vivyan Justi Conceição; Camila Schorr Reinert; Raquel Pisinato; Márcia Regina da Silva; Kátia Pacheco dos Santos; Sílvia Maria Guerra Molina & Marcos Paulo Bento Freitas	405
DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA: PRE-TRATAMIENTO DE BANANA FHIA-01 PARA LA ELABORACIÓN DE MERMELADA	
OSMOTIC DEHYDRATION: PRETREATMENT OF BANANA FHIA-01USED FOR PRESERVES	
Laura Virginia Madrigal-Ambríz; José Orozco-Romero; Joel Vázquez-Galindo; Martha Alejandrina Rodríguez-Pérez & Santiago Velasco Villalpando	406
ELABORACIÓN DE ARTESANÍAS CON EL PSEUDOTALLO Y HOJAS DE PLÁTANO EN CÓRDOBA, COLOMBIA S.A.	
ELABORATION OF ARTISAN DESIGN MADE IN LEAF OF A PLANT AND PSEUDO STEMS OF PLANTAIN IN CORDOBA- COLOMBIA S.A.	
Marcos A. Pineda Cabrales & Luis E. Rosa Salazar	407
CARACTERIZACIÓN DE LA COMERCIALIZACIÓN DEL PLÁTANO (Musa AAB CV. 'HARTÓN') ESTADO ZULIA – VENEZUELA	
CHARACTERIZATION OF THE COMMERCIALIZATION OF THE PLANTAIN (Musa AAB CV. HARTÓN) ZULIA STATE - VENEZUELA	
Jesus Avendaño; Elsie Moran & Nelduby González	408
FACTORES TÉCNICOS RELACIONADOS CON LA CALIDAD DE EXPORTACIÓN DE PLÁTANO (Musa AAB) CV.HARTON	
TECHNICAL FACTORS RELATED TO THE QUALITY OF BANANA EXPORT (Musa AAB) CV. HARTON	
Johanna Labarca; Merilyn Coromoto Marín; Yvo Hernández; Luis Fuentes & Claudia Paredes	409
LOS NÚCLEOS DE PRODUCCIÓN DE PLÁTANO: ENCUESTA DE OPINIÓN A AGENTES AGRÍCOLAS DE PUERTO RICO	
PLANTAIN PRODUCTION CELLS: OPINION SURVEY TO AGRICULTURAL AGENTS IN PUERTO RICO	
Mildred Cortés & Leticia Gayol	410
CASO DE ESTUDIO, USO DE UN PROTOTIPO DIGITAL INTEGRADO PARA LA CLASIFICACIÓN DE COBERTURAS Y USO DE LA TIERRA EN UNA FINCA BANANERA, URABA COLOMBIA	
STUDY CASE USING A DIGITAL INTEGRATED PROTOTYPE TO LAND COVER/USE IN TO BANANA FARM IN URABA COLOMBIA	
Yesenia Montoya; Darío Castañeda S. & Carlos A. Escobar Chalarca	411
DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE MATERIALES PARA ELEMENTOS DE AMARRE	
DEVELOPMENT AND EVALUATION OF MATERIALS FOR MOORING ELEMENTS	
Angélica Gil Pilonieta; Herbert Kerguelén Grajales & Piedad Gañán R.	412
DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DA BANANEIRA SOB DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERÇÃO	
ROOT SYSTEM DISTRIBUTION OF BANANA UNDER DIFFERENT MICROSPRINKLE IRRIGATION SYSTEM CONFIGURATIONS	
Marcelo Rocha dos Santos; Eugênio Ferreira Coelho; Alisson Jadavi Pereira da Silva; Roque Emmanuel da Costa de Pinho; José Antônio V. Santana & Maurício Antônio Coelho Filho	413
EFFECTS OF HURRICANE CATARINA ON 21 BANANA GENOTYPES, IN THE STATE OF SANTA CATARINA, BRAZIL	
EFEITOS DO FURACÃO CATARINA EM 21 GENÓTIPOS DE BANANEIRAS, EM SANTA CATARINA, BRASIL	
Márcio Sônego; Luiz Augusto Martins Peruch; Luiz Alberto Lichtemberg & Derrick Jean Moot	414
MÉTODO PARA ESTIMAR A ÁREA DA CASCA DE BANANAS 'PRATA ANÃ'	
METHOD FOR ESTIMATING SKIN AREA OF 'PRATA ANÃ' BANANAS	
Victor Martins Maia; Luiz Carlos Chamhum Salomão; Dalmo Lopes Siqueira; Paulo Roberto Cecon & Virgílio Jamir Gonçalves Mota Filho	415

VOLUME 2	
TRABALHOS COMPLETOS / FULL PAPERS / TRABAJOS COMPLETOS	
BOTÁNICA, GENÉTICA & MELHORAMENTO, FISILOGIA BOTANY, GENETICS & PLANT BREEDING, PHYSIOLOGY BOTANICA, GENETICA Y MEJORAMIENTO, FISILOGIA	
EVALUACIÓN DE VARIABLES ANATÓMICAS FOLIARES EN TRES CLONES DE <i>Musa</i> DE DIFERENTE PLOIDÍA Y SU RELACIÓN CON EL GRADO DE INCIDENCIA A SIGATOKA (<i>Mycosphaerella</i> sp.)	
EVALUATION OF LEAVES ANATOMICAL FEATURES IN THREE <i>Musa</i> CLONES OF DIFFERENT PLOYDIA IN RELATION TO SIGATOKA DISEASE (<i>Mycosphaerella</i> sp.)	
Gustavo Rodríguez; Manuel Negrín & Marina García	417
STUDIES ON GENETIC DIVERGENCE OF BANANA CULTIVARS IN WEST BENGAL FOLLOWING VARIOUS MULTIVARIATE TECHNIQUES	
ESTUDOS DE DIVERGÊNCIA GENÉTICA EM CULTIVARES DE BANANEIRAS EM WEST BENGAL POR VÁRIAS TÉCNICAS MULTIVARIADAS	
K. K. Mandal; S. Sarkar; D.Majumder & M. A. Hasan	424
AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DIPLÓIDES DE BANANEIRA À SIGATOKA-AMARELA	
EVALUATION OF RESISTANCE OF DIPLOID GENOTYPES OF BANANA TO YELLOW SIGATOKA	
Jucilayne Fernandes Vieira; Zilton José Maciel Cordeiro; Aristoteles Pires Matos & Sebastião de Oliveira e Silva	429
AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS TETRAPLOIDES DE BANANEIRA À SIGATOKA-AMARELA	
EVALUATION OF RESISTANCE OF TETRAPLOIDES GENOTYPES OF BANANA TO YELLOW SIGATOKA	
Zilton José Maciel Cordeiro; Jucilayne Fernandes Vieira; Aristoteles Pires Matos & Sebastião Oliveira e Silva	433
BANANA VARIETIES RESISTANT TO BLACK SIGATOKA IN BRAZIL	
VARIEDADES DE BANANA RESISTENTES À SIGATOKA-NEGRA NO BRASIL	
Aristoteles Pires de Matos; Zilton José Maciel Cordeiro & Sebastião de Oliveira e Silva	437
BREEDING OF CERTAIN <i>Musa</i> CULTIVARS AND HYBRIDS FOR RESISTANCE TO NEMATODES AND Fusarium WILT (FOC- Race-I)	
MELHORAMENTO DE CULTIVARES E HÍBRIDOS DE <i>Musa</i> PARA RESISTÊNCIA A NEMATÓIDES E Fusarium (FOC- Race-I)	
Kavitha Perianna Gounder Shanmugam; Balamohan Thangappan Narayani & Poornima Kizhakoot	441
CARACTERIZACIÓN DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA EN GENOTIPOS DE PLÁTANO (<i>Musa</i> spp.)	
CHARACTERIZATION OF GENETIC VARIABILITY IN BANANA GENOTYPES (<i>Musa</i> spp.)	
Lianet González Díaz; Sergio Rodríguez Morales; María Isabel Román; Teresa Ramírez Pedraza; Miguel Hernández Estrada; Yoel Beovides García; Osmany Molina Concepción; Juan Ramón Gálvez Guerra & Eliécer Reinaldo Álvarez	446
COMPORTAMIENTO AGRONÓMICO DE NUEVOS CULTIVARES DE PLÁTANO EN EL OCCIDENTE DE MEXICO	
AGRONOMIC BEHAVIOR OF NEW PLANTAIN CULTIVARS FOR WESTERN MEXICO	
Victor Vázquez Valdivia; María Hilda Pérez Barraza & Jorge A. Osuna García	454
DETECCIÓN DE LA VARIABILIDAD GENÉTICA EN SOMACLONES DE BANANOS Y PLÁTANOS	
DETECTION OF GENETIC VARIABILITY IN SOMACLONES OF BANANAS AND PLANTAIN	
María Isabel Román; Clara González; Xonia Xiqués; Maruchi Alonso; Francisco Dueñas; Miguel Hernández; Lianet González; Teresa Ramírez; Marlyn Valdés; Alejandro Rojas & Leneidy Pérez	459
DIVERSIDADE GENÉTICA DE GERMOPLASMA DE <i>Musa</i> DA EPAGRI USANDO MARCADORES RAPD	
GENETIC DIVERSITY OF <i>Musa</i> GERMPLASM FROM EPAGRI USING RAPD MARKERS	
Fernando A. Tcacenco; Kaira S. Pauli; Maycon E. Nicoletti; Fátima T. Rampelotti; Anderson Ferreira & Luiz A. Lichtemberg	464
EVALUACIÓN DE SELECCIONES LOCALES DE 'PEQUEÑA ENANA' (<i>Musa</i> acuminata COLLA, AAA, SUBGRUPO CAVENDISH) EN LAS ISLAS CANARIAS	
EVALUATION OF LOCAL 'DWARF CAVENDISH' SELECTIONS (<i>Musa</i> acuminata COLLA, AAA, SUBGROUP CAVENDISH) IN THE CANARY ISLANDS	
Juan Cabrera Cabrera & Victor Galán Saúco	468
OBTENCIÓN DE HÍBRIDOS DE BANANOS Y PLATANOS EN CUBA	
BANANA AND PLANTAIN HYBRIDS IN CUBA	
Teresa Ramírez Pedraza; Lianet González Díaz; José de la C. Ventura Martín; Ricardo Hernández Pérez; Miguel Hernández Estrada; Juan Ramón Gálvez Guerra & Eliécer Reinaldo	475
USO DE RAPD PARA LA CARACTERIZACIÓN MOLECULAR DE GENOTIPOS DE <i>Musa</i> AAA PROPAGADOS in vitro	
USE OF RAPD FOR THE MOLECULAR CHARACTERIZATION OF in vitro PROPAGATED GENOTYPES OF <i>Musa</i> AAA	
Efraín Gerardo Salazar; José Gilberto Surga; Julio A. Landínez & Iselen Trujillo	484
DERIVES AUXINIQUES ET PRODUCTION DE BANANE PLANTAIN EN COTE D'IVOIRE	
EFFETS OF AUXINIC DERIVES ON PLANTAIN YIELD IN COTE D'IVOIRE	
Louise Turquin; Séverin Ake; Pierre Abo Anno; Yao Thomas N'guessan & Etchié Degny	487
STANDARDIZATION OF in vitro PRODUCTION TECHNIQUES AND INDUCTION OF SALT TOLERANCE IN BANANA (<i>Musa</i> sp.)	
PADRONIZAÇÃO DE TÉCNICAS PARA PRODUÇÃO in vitro E INDUÇÃO DE TOLERÂNCIA A SAL EM BANANEIRAS (<i>Musa</i> sp.)	
H. Vijayaraghavan; S. Easwaren & J. Karamathullah	492
COMPARISON OF BAP AND KINETIN ON PROLIFERATION RATE OF BANANA (<i>Musa</i> sp.) CV. BASRAI	
COMPARAÇÃO ENTRE BAP E KINETINA NAS TAXAS DE PROLIFERAÇÃO DE BANANA (<i>Musa</i> sp.) CV. BASRAI	
Aish Muhammad; Hamid Rashid; Iqbal Hussain & S. M. Saqlan Naqvi	494
COMPRIMENTO DE EXPLANTES E PROTOCOLOS DE ASEPSIA PARA MICROPROPAGAÇÃO DE BANANEIRA `PRATA-ANÃ`	
EXPLANTS SIZE AND ASEPSIS PROTOCOLS IN THE MICROPROPAGATION OF BANANA PLANT `PRATA-ANÃ`	
Sara de Almeida Rios; Silvia Nietzsche; Marlon Cristian Toledo Pereira; Adelia Aparecida Xavier; Tiago Prates Fernandes & Márcia Maria Dias	498
EFFECTO DEL PLANT PRESERVATIVE MIXTURE™ (PPM) Y BENCILAMINOPURINA EN LA PROPAGACION in vitro DEL PLÁTANO 'MACHO' (<i>Musa</i> AAB)	
EFFECT OF PPM™ AND BENCYL AMINOPURINE ON in vitro PROPAGATION OF 'MACHO' PLANTAIN (<i>Musa</i> AAB)	
María Hilda Pérez Barraza; Victor Vázquez Valdivia & Jorge A. Osuna García	504
GERMINATION OF <i>Musa</i> balbisiana SEEDS AND EMBRYOS	
GERMINATION DE GRAINES ET D'EMBRYONS VENANT DE <i>Musa</i> balbisiana	
K. Z. Ahmed; S. Remy; L. Sági & R. Swennen	510

METODOLOGIA PARA LA MULTIPLICACION DEL CULTIVAR HIBRIDO 'FHIA-21' (AAAB) EN SISTEMA DE INMERSION TEMPORAL METHODOLOGY FOR in vitro MULTIPLICATION OF PLANTAIN HYBRID 'FHIA-21' (AAAB) IN A TEMPORAL IMMERSION SYSTEM Milagros Basail Pérez; Rafael Gómez Kosky; Víctor Medero Vega; Marlenys Torres Delgado; Eneida Otero Gálvez; Manuel Cabrera Jova; Arletys Santos Pino; Jorge López Torres; Magali García García; Aymé Rayas Cabrera; Yoel Beovides García; Alberto Espinosa Cue	513
PLANTLET REGENERATION FROM SUSPENSION CELLS OF A DIPLOID HYBRID BANANA REGENERAÇÃO DE PLÂNTULAS A PARTIR DE CÉLULAS EM SUSPENSÃO DE UM HÍBRIDO DIPLÓIDE DE BANANA Kazumitsu Matsumoto; Marly Catarina Felipe Coelho; Manoel Teixeira Souza Júnior & João Batista Teixeira	523
THE INFLUENCE OF SUCKER MANAGEMENT ON PRODUCTION POTENTIAL OF TISSUE CULTURED CAVENDISH BANANAS IN THE SUBTROPICS L'EFFET DE LA GESTION DES REJETS SUR LE POTENTIEL DE PRODUCTION DES BANANES CAVENDISH ISSUES DE CULTURE DE TISSUE DANS LES REGIONS SUBTROPICALES Connie Fraser; John Charles Robinson & John Patrick Bower	528
PRÁTICAS DE CULTIVO CROP MANAGEMENT PRACTICAS DE CULTIVO	
EFFECT OF DEHANDING ON FRUIT AND BUNCH CHARACTERS AND SHOOTING - HARVEST INTERVAL OF BANANA EFEITO DA DESPENCA NAS CARACTERÍSTICAS DE FRUTOS E CACHOS E NA REBROTA - INTERVALOS DE COLHEITA Md. Abu Hasan; Surajit Sarkar & Debashis Majumder	532
PODA DE MANOS EN EL CLON FHIA-21 (Musa AAAB) Y SU EFECTO SOBRE LAS DIMENSIONES DEL FRUTO Y ASPECTOS DE CALIDAD BUNCH TRIMMING IN FHIA-21 CLONE (Musa AAAB) AND EFFECTS OF FRUITS SIZE AND QUALITY ASPECTS Gustavo Rodríguez; Nelly Muñoz & Julio Márquez	536
PRODUÇÃO DE PRIMEIRO CICLO DAS BANANEIRAS 'PRATA ANÃ', 'THAP MAEO' E 'CAIPIRA' SOB TRÊS SISTEMAS DE PLANTIO NO NORTE DE MINAS GERAIS, BRASIL FIRST CYCLE PRODUCTION OF 'PRATA ANÃ', 'THAP MAEO' AND 'CAIPIRA' BANANAS ON THREE PLANTING SYSTEMS IN THE NORTH OF THE STATE OF MINAS GERAIS, BRAZIL Marlon Cristian Toledo Pereira; Sílvia Nietzsche; Valdeir Dias Gonçalves; Roberto Célio Antunes Júnior; Manoel Xavier Oliveira Júnior; Janaina Ribeiro Oliveira; Telma Miranda dos Santos; Sebastião de Oliveira e Silva & Carlos Ruggiero	545
ASSESSMENT OF MICROBIAL LEVELS AND DIVERSITY AT PAIRED BANANA SITES AVALIAÇÃO DA QUANTIDADE E DA DIVERSIDADE MICROBIANA EM SÍTIOS DE BANANICULTURA PAREADOS L. M. Gulino & A. B. Pattison	550
AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA EM SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO EVALUATION OF BANANA CULTIVARS IN ORGANIC PRODUCTION SYSTEM Humberto de Carvalho Marclício; André Luis de Andrade; Gustavo Alves Pereira; Joadil Gonçalves de Abreu & Ciro Cercino dos Santos	553
BUNCH WEIGHT OF 21 BANANA GENOTYPES IN ORGANIC SYSTEM IN THE STATE OF SANTA CATARINA, BRAZIL PESO DE CACHO DE 21 GENÓTIPOS DE BANANEIRAS, SOB CULTIVO ORGÂNICO, EM SANTA CATARINA, BRASIL Márcio Sônego; Luiz Augusto Martins Peruch; Luiz Alberto Lichtemberg; Derrick Jean Moot & Cristiano Nunes Nesi	557
INHIBICION DEL CRECIMIENTO MICELIAL DE Fusarium oxysporum f. sp. cubense CON EXTRACTO ETANOLICO DE CINCO PLANTAS SILVESTRES INHIBITION OF MYCELIAL GROWTH OF Fusarium oxysporum f. sp. cubense WITH ETHANOLIC EXTRACT OF FIVE WILD PLANTS Dorian Rodríguez; María Sanabria; Alexander Chirinos; Robert Guerra; Danny Martinez; Anibal Perozo & Ricardo Rodríguez	562
EFFECTO DEL EXTRACTO ETANOLICO DE Heliotropium indicum L., Lippia origanoides H. B. K. Y Phyllanthus niruri L. EN HIJOS DE 'PLATANO HARTON' (Musa AAB) EN EL CONTROL DE Mycosphaerella fijiensis MORELET EN YARACUY, VENEZUELA EFFECT OF EXTRACT ETANOLICO OF Heliotropium indicum L., Lippia origanoides H. B. K. AND Phyllanthus niruri L. IN CHILDREN OF 'HARTÓN PLANTAIN' (Musa AAB) IN THE CONTROL OF Mycosphaerella fijiensis MORELET IN YARACUY, VENEZUELA Julitt Belén Hernández Fermín; Dorian A. Rodríguez; María Elena Sanabria; Gíomar Blanco & Nelly Sanabria	565
EVALUACION DE EXTRACTOS VEGETALES PARA EL CONTROL DE Mycosphaerella fijiensis EN PLATANO 'HARTON' (Musa AAB) EN CORDOBA-COLOMBIA EVALUATION OF PLANT EXTRACTS TO CONTROL THE GROWING OF Mycosphaerella fijiensis ON PLANTAIN 'HARTON' (Musa AAB) IN DEPARTAMENT OF CORDOBA-COLOMBIA Orlando Marín Borja; Marelis Mass Villadiego & José Barrera Violeth	569
USO DEL LOMBRICOMPOST EN COMBINACIÓN CON EL FERTILIZANTE QUÍMICO CONVENCIONAL EN EL CULTIVO DEL PLÁTANO 'CURRARE GIGANTE' (Musa AAB) USE OF "WORM COMPOST" AS FERTILIZER SOURCE FOR THE PLANTAINS CROP "CURRARE GIGANTE" (Musa AAB) Saúl Brenes Gamboa & Luis Mora Alfaro	576
RIZOSFERA, NUTRIÇÃO, IRRIGAÇÃO RHYZOSPHERE, NUTRITION, IRRIGATION RIZOSFERA, NUTRICIÓN, RIEGO	
EFEITO DA FERTIRRIGAÇÃO COM POTÁSSIO NA CONSERVAÇÃO PÓS-COLHEITA DE BANANA 'MAÇÃ' EFFECTS OF FERTIRRIGATION WITH POTASSIUM IN THE POSHARVEST CONSERVATION OF BANANA 'MAÇÃ' Erval Rafael Damatto Junior; Regina Marta Evangelista; Everaldo Mariano Gomes; Sarita Leonel & Rogério Lopes Vieites	578
THE USE OF SECONDARY TREATED EFFLUENT FOR BANANA IRRIGATION IN THE JORDAN VALLEY, ISRAEL EL USO DE EFLUENTES SECUNDARIOS PARA EL RIEGO DEL BANANO EN EL VALLE DEL JORDAN, ISRAEL Yair Israeli; Nurit Ben Hagai & Yuval Levy	582
ADAPTABILITE DU BANANIER PLANTAIN (Musa paradisiaca) AUX CONDITIONS PEDO-CLIMATIQUES DE KATIBOUGOU, MALI ADAPTATION OF Musa paradisiaca TO SOIL AND CLIMATIC CONDITIONS IN KATIBOUGOU, MALI Abdoulaye Sidibe; Faustin Ontsougou; Bakary M. Traore; Sériba Keita & Nadou Paul Sanogo	585
AVALIAÇÃO DOS PARÂMETROS BIOMÉTRICOS E PRODUTIVOS NO TERCEIRO CICLO DE BANANEIRAS 'PRATA-ANÃ' EM FUNÇÃO DO EFEITO RESIDUAL DA ADUBAÇÃO ORGÂNICA FEITA NO PRIMEIRO CICLO EVALUATION OF BIOMETRIC AND PRODUCTIVE PARAMETERS IN THE THIRD PRODUCTION CYCLE OF BANANA PLANT 'PRATA-ANÃ' ACCORDING TO THE RESIDUAL EFFECT OF ORGANIC FERTILIZATION IN THE FIRST CYCLE Rodrigo Domingues Barbosa; Erval Rafael Damatto Junior; Roberto Lyra Villas Boas & Júlio César Thoaldo Romeiro	592
CULTIVO DE BANANO EN COAHUAYANA, MICHOACÁN, MÉXICO: 1. CRONOSECUENCIA DE SUELOS BANANA PLANTATION IN COAHUAYANA, MICHOACÁN, MEXICO: 1. SOILS CHRONOSEQUENCE Octavio Pérez Zamora; Jose Orozco Romero & Ma. Remedios Cígaes Rivero	597
CULTIVO DE BANANO EN COAHUAYANA, MICHOACÁN, MÉXICO: 2. DISTRIBUCIÓN Y FORMACIÓN DE HORIZONTES CALCICOS BANANA PLANTATION IN COAHUAYANA, MICHOACÁN, MEXICO: 2. CALCIC HORIZONS, DISTRIBUTION AND FORMATION Octavio Pérez Zamora; Jose Orozco Romero & Ma. Remedios Cígaes Rivero	601

EFFECTO DE DIFERENTES SUSTRATOS Y DOSIS DE NITROGENO SOBRE EL DESARROLLO DE PLANTAS DE BANANO (Musa AAA) EN ETAPA DE VIVERO EFFECTS OF DIFFERENTS SUBSTRATES AND NITROGEN DOSIS ON BANANA PLANT DEVELOPMENT (Musa AAA) AT THE NURSERY STATE Gustavo Rodríguez & Ramírez Henry	605
EFFECTO DE LA FERTILIZACIÓN NITROGENADA Y POTÁSICA EN LA PRODUCCIÓN DEL BANANO Musa AAA EN LA REGIÓN DEL TRÓPICO DE COCHABAMBA, BOLIVIA EFFECT OF N AND K FERTILIZATION UPON THE PRODUCTIVITY OF Musa AAA IN THE TROPICAL REGION OF COCHABAMBA, BOLIVIA Oscar Colque; Edwin Iquize & Armando Ferrufino	616
EFEITO DA APLICAÇÃO DE FERTILIZANTE ORGANO-MINERAL FLUIDO NA ACLIMAÇÃO DE MUDAS DE BANANEIRAS MICROPROPAGADAS EFFECT OF ORGANIC-MINERAL FLUID FERTILIZER APPLICATION IN THE ACCLIMATIZATION OF MICROPROPAGATED BANANA SEEDLINGS Juliana Domingues Lima; Giovani Sebben Bellicantia; Wilson da Silva Moraes; Elias Alexandre da Silva & Rodrigo Sanches Miguel	624
EFEITO RESIDUAL DE COMPOSTO ORGÂNICO NA SEGUNDA SAFRA DE BANANEIRAS 'PRATA-ANÃ' RESIDUAL EFFECTS OF ORGANIC COMPOST IN THE SECOND PRODUCTION CYCLE OF BANANA PLANTS Erval Rafael Damatto Junior; Roberto Lyra Villas Boas & Sarita Leonel	629
MANAGEMENT OF BANANA NITROGEN FERTILIZATION: TAKING INTO ACCOUNT NITROGEN FROM ORGANIC ORIGIN RAISONNEMENT DE LA FERTILISATION AZOTEE SOUS CULTURE BANANIERE: PRISE EN COMPTE DE L'AZOTE D'ORIGINE ORGANIQUE Marc Dorel; Philippe Tixier & Raphaël Achard	634
MANEJO DE LA NUTRICION Y FUENTE DE MATERIA ORGANICA EN EL CULTIVO DE PLATANO (Musa AAA), MUNICIPIO DE HUEHUETAN, CHIAPAS MANAGEMENT OF NUTRITION AND ORGANIC MATTER SOURCE ON BANANA CROP (Musa AAA) IN THE MUNICIPALITY OF HUEHUETAN, CHIAPAS Vicente Lee Rodríguez; José Noe Lerma Molina; Orlando López Baez & Juan Manuel Garza Hernández	638
OPTIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD EN BANANO MEDIANTE EL BALANCE NUTRICIONAL CON MICRONUTRIENTES (B-Zn) OPTIMIZING BANANA PRODUCTION AND QUALITY THROUGH MICRONUTRIENTS (B-Zn)-BASED BALANCED NUTRITION Manuel Iván Gómez Sánchez & Oscar Ortiz Ortega	646
FITOSSANIDADE PLANT PROTECTION FITOSANIDAD	
OCURRENCIA DE LA MARCHITEZ POR Fusarium EN BANANOS EN VENEZUELA OCCURRENCE OF Fusarium WILT OF BANANA IN VENEZUELA Dorian Rodríguez; Gustavo Martínez; Nelly Sanabria & Belkis Camacho	650
CICLO DE VIDAD DE Mycosphaerella fijiensis EN URABA, COLOMBIA. LIFE CYCLE OF Mycosphaerella fijiensis ON URABA, COLOMBIA. Lilliana Hoyos-Carvajal; Eduardo Salazar & John Jairo Mira	653
COMPORTAMENTO DA SIGATOKA NEGRA EM BANANAIS DO VALE DO RIBEIRA, SÃO PAULO, BRASIL BEHAVIOUR OF BLACK SIGATOKA IN BANANA PLANTATIONS OF THE RIBEIRA VALLEY, SÃO PAULO, BRAZIL Wilson da Silva Moraes; Eduardo Fukuda; José Carlos de Mendonça; Cristiane Mendes da Silva & Silvia Helena Modonese-Gorla da Silva	656
CONSTRUCCION DE UN MAPA GENETICO DE LIGAMIENTO DE Mycosphaerella fijiensis CONSTRUCTION OF A GENETIC LINKAGE MAP OF Mycosphaerella fijiensis Gilberto Manzo-Sánchez; Marie-Françoise Zapater; Francisco Luna-Martínez; June Simpson; Jean Carlier & Andrew James-Kay	662
EFICIENCIA FUNGICIDA, EVOLUCIÓN PATOGENICA Y PERDIDAS DE SENSIBILIDAD DE SIGATOKA NEGRA EN COLOMBIA. FUNGICIDE EFFECTIVNESS AND PATHOGEN SENSIBILITY LOSSES OF BLACK SIGATOKA IN COLOMBIA Miguel Mayorga Pinzón & Miguel Angel Zapata Colorado	668
ESTRATEGIAS DE MANEJO INTEGRADO DE LA SIGATOKA NEGRA EN PLÁTANO CV. 'BARRAGANETE' (Musa AAB) EN EL ECUADOR INTEGRATED PEST MANAGEMENT OF THE BLACK SIGATOKA IN PLANTAIN CV 'BARRAGANETE' (Musa AAB) IN ECUADOR Danilo Vera Coello; Carmen Suárez-Capello & Carlos Belezaca Pinargote	674
EVALUACIÓN DE ALTERNATIVAS DE MANEJO PARA DISMINUIR LA INCIDENCIA Y SEVERIDAD DE SIGATOKA NEGRA (Mycosphaerella fijiensis MORELET), EN PEQUEÑOS SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DEL ESTADO YARACUY, VENEZUELA EVALUATION OF ALTERNATIVES OF HANDLING TO DIMINISH THE INCIDENCE AND SEVERITY OF BLACK SIGATOKA (Mycosphaerella fijiensis MORELET), IN LITTLE SYSTEMS OF PRODUCTION IN YARACUY STATE, VENEZUELA Giomar Blanco; Julitt Hernández; Gustavo Martínez; Alexis Pérez & Edward Manzanilla	677
INDUCCION DE FITOALEXINAS EN HOJAS DE BANANO CON VARIOS AGROQUÍMICOS PHYTOALEXIN INDUCTION IN BANANA LEAVES WITH SEVERAL AGROCHEMICALS Fernando Echeverri; Fernando Torres; Rodrigo Pineda & Sandra Zuleta	683
INDUCTION OF BANANA PLANTS AGAINST BLACK SIGATOKA IN A SEMI-COMMERCIAL SCALE INDUCCION DE PLANTAS DE BANANO CONTRA LA SIGATOKA NEGRA EN UNA ESCALA SEMI-COMERCIAL Wilbert Ramclan & Rodrigo Blanco	687
LA PODA TEMPRANA, PRÁCTICA EN EL MANEJO INTEGRAL DE LA SIGATOKA NEGRA EN BANANO EARLY CUT-OFF, PRACTICE TO THE INTEGRATED MANAGEMENT OF BLACK SIGATOKA IN BANANAS Ana María Martínez-Acosta; Darío Antonio Castañeda-Sánchez; Helena Bornacelly-Horta & Víctor Merchán-Vargas	690
MONITORAMENTO DA INCIDÊNCIA DA SIGATOKA NEGRA NO ESTADO DE SÃO PAULO MONITORING OF INCIDENCE OF BLACK SIGATOKA IN THE STATE OF SÃO PAULO Paulo Fernando de Brito; Berenice Buso Spir & Enoch Tadeu de Mendonça	698
RELACIONES ENTRE LOS FACTORES CLIMÁTICOS Y LA VELOCIDAD DE LA EVOLUCIÓN DE LA SIGATOKA NEGRA EN BANANOS Y PLÁTANOS RELATIONSHIP BETWEEN CLIMATIC FACTORS AND BLACK SIGATOKA SPEED OF EVOLUTION IN BANANA AND PLANTAINS Luis Pérez-Vicente; Angela Porras; Fernando Mauri-Mollera; Alexis Hernández-Mancilla & Ezequiel Abreu-Antunez	702
RESISTÊNCIA DE GENÓTIPOS DE BANANEIRAS A SIGATOKA AMARELA SOB CULTIVO ORGÂNICO GENOTYPE RESISTANCE TO YELLOW SIGATOKA OF BANANAS UNDER ORGANIC CULTIVATION Luiz Augusto Martins Peruch & Márcio Sônego	710

SENSIBILIDAD A FUNGICIDAS EN POBLACIONES DE <i>Mycosphaerella fijiensis</i> MORELET: ANÁLISIS EN LATINOAMERICA SENSITIVITY TO FUNGICIDES IN <i>Mycosphaerella fijiensis</i> MORELET. LATIN AMERICAN OVERVIEW Marcial Guzmán; Helge Sierotzki & Susan Knight	714
SIGATOKA NEGRA EN VENEZUELA, REPORTE AÑO 2005: BREVE ANALISIS BLACK SIGATOKA IN VENEZUELA, REPORT YEAR 2005: BRIEF ANALYSIS Gustavo Martinez Solorzano; Hernández Julitt; Blanco Geomar; Pargas Rafael & Manzanilla Edwuard	718
STRATEGIES DE LUTTE CONTRE <i>Mycosphaerella fijiensis</i> var <i>difformis</i>, <i>Cladosporium musae</i> ET <i>Deighthoniella torulosa</i>, PARASITES FOLIAIRES DES BANANIERES EN COTE D'IVOIRE STRATEGIES OF FUNGICID'S USE TOWARDS <i>Mycosphaerella fijiensis</i> var <i>difformis</i> , <i>Cladosporium musae</i> AND <i>Deighthoniella torulosa</i> , FOLIAR PARASTIC FUNGI OF BANANA IN COTE D'IVOIRE Kone Daouda; BadouOdjochoumou Jean; Camara Brahim; Anno Abo Pierre; Ake Séverin & Nicot Philippe	722
THE POTENTIAL ROLE OF INDUCED RESISTANCE, CROP NUTRITION, AND PHOSPHITES IN THE MANAGEMENT OF BLACK SIGATOKA EL PAPEL POTENCIAL DE RESISTENCIA INDUCIDA, NUTRICIÓN Y FOSFITOS EN EL MANEJO DE SIGATOKA NEGRA John R. Washington	725
COMPORTAMIENTO Y DAÑOS POR SIGATOKA NEGRA DE SEIS CULTIVARES DE BANANO EN LA COSTA DE NAYARIT, MEXICO BLACK SIGATOKA BEHAVIOR AND DAMAGE OF SIX BANANA CULTIVARS IN NAYARIT COAST, MEXICO Victor Vázquez Valdivia; María Hilda Pérez Barraza & José Orozco Romero	730
EFFECTO DEL TIPO DE LUZ Y OTROS FACTORES SOBRE EL DESARROLLO ASEYUAL DE <i>Mycosphaerella fijiensis</i> EFFECT OF THE TYPE OF LIGHT AND OTHER FACTORS ON THE ASEYUAL DEVELOPMENT OF <i>Mycosphaerella fijiensis</i> Leonardo Sepúlveda; Luz Estrella Vásquez; Clara Inés Paniagua; Cesar Hernández & Rafael Arango	735
EXTRACELLULAR ENZYMES INHIBITION AS AN ALTERNATIVE AND COMPLEMENTARY TREATMENT FOR INTEGRATED CONTROL AGAINST BLACK SIGATOKA INHIBITION DES ENZYMES EXTRACELLULAIRES COMME TRAITEMENT ALTERNATIF ET COMPLEMENTAIRE POUR LA LUTTE INTEGREE CONTRE LA CERCOSPORIOSE NOIRE Gauthier Boels	738
MONITORAMENTO DA NANICÃO IAC 2001 MONITORING OF 'NANICÃO IAC 2001' Raul Moreira; Luiz A. Saes; Edson S. Nomura & Wilson da Silva Moraes	747
DEVELOPMENT OF A CHEMOTHERAPY PROTOCOL TO SANITISE BANANA GENOTYPES INFECTED BY BANANA MILD MOSAIC VIRUS (BANMMV) DEVELOPPEMENT D'UN PROTOCOLE DE CHIMIOThERAPIE POUR ASSAINIR DES GENOTYPES DE BANANIER INFECTES PAR LA MOSAÏQUE MODEREE (BANMMV) Jean-Pierre Busogoro; Marie Vandermolen; Laetitia Masquelier & Haïssam Jijakli	752
DIVERSIDADE GENÉTICA DO BANANA STREAK VIRUS NO BRASIL GENETIC DIVERSITY OF BANANA STREAK VIRUS IN BRAZIL Daniel Vazquez Figueiredo; Jadier de Oliveira Cunha-Junior; Maria do Socorro da Rocha Nogueira; Helena Guglielmi Montano & Paulo Sergio Torres Briso	757
EPIDEMIOLOGICAL STUDIES OF BANANA STREAK VIRUS ISOLATES: STUDIES ON THE VARIABILITY OF BANANA STREAK VIRUS IN KENYA ESTUDIOS EPIDEMIOLOGICOS DE LOS AISLANTES DEL VIRUS DE LA RAYA DEL PLÁTANO: ESTUDIOS EN LA VARIABILIDAD DEL VIRUS DE LA RAYA DEL PLÁTANO EN KENIA Laura Karanja; Anne Wangai; Glyn Harper; John Stanley & Ram Pathak	764
IMMUNODIAGNOSIS OF BANANA VIRUSES AND PRODUCTION OF DISEASE FREE PLANTING MATERIALS LE DIAGNOSTIC IMMUN DU VIRUS DE BANANE ET LA PRODUCTION DU MATÉRIEL DE PLANTATION, DÉGAGÉ DE LA MALADIE K. Umamaheswaran & R. Ayisha	770
IMPROVED DETECTION OF BANANA STREAK VIRUSES AND BANANA VIRUS X AND STUDY OF THEIR PREVALENCE AND MOLECULAR DIVERSITY IN GUADALOUPE AMÉLIORATION DE LA DÉTECTION DES ESPÈCES VIRALES BSV ET BVX, ÉTUDE DE LEUR PRÉVALENCE ET DE LEUR DIVERSITÉ MOLÉCULAIRE EN GUADALOUPE Pierre-Yves Teycheney; Grégoire Le Provost; Nathalie Laboureau; Isabelle Acina; Frédéric Péréfarres; Marie-Line Iskra-Caruana & Thierry Candresse	774
TRANSMISSION STUDIES OF ACTIVATED-EPISOMAL BANANA STREAK BADNAVIRUS FROM FHIA-21 (AAAB) BY FOUR MEALYBUG SPECIES ETUDE DE LA TRANSMISSION DE FORMES ÉPISOMALES DU BADNAVIRUS DE LA MOSAÏQUE EN TIRETS DU CULTIVAR FHIA-21 (AAAB) PAR QUATRE ESPÈCES DE COCHENILLES Jacolene Bee Meyer; John Charles Robinson; Gerhard Pietersen & Louis Hendrik Nel	781
DETERMINACIÓN DE SOBREVIVENCIA DE <i>Ralstonia solanacearum</i> Y DETECCIÓN ASINTOMÁTICA EN PLANTAS DE BANANO <i>Ralstonia solanacearum</i> SURVIVOR AND EARLY DETECTION IN BANANAS PLANTS Mónica Obregón; Paola Andrea Rodríguez-Gaviria & Mauricio Salazar Yepes	785
SYSTEMICITY OF <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>solanacearum</i> IN FLOWER-INFECTED BANANA PLANTS SISTEMICIDAD DE <i>Xanthomonas campestris</i> pv. <i>solanacearum</i> EN PLANTAS DE BANANO CON FLORES INFECTADAS Fred Ssekiwoko; Laban Frank Turyagyenda; Hanington Mukasa; Simon Eden-Green & Guy Blomme	789
CONTROLE DA BROCA-DO-RIZOMA DA BANANEIRA COM <i>Beauveria bassiana</i> EM SANTA CATARINA BANANA WEEVIL BORER CONTROL WITH <i>Beauveria bassiana</i> IN SANTA CATARINA Honório Francisco Prando	794
DEVELOPMENT OF CONTROL STRATEGIES AGAINST THE BANANA WEEVIL <i>Cosmopolites sordidus</i> IN NIGERIA DÉVELOPEMENT DES STRATÉGIES DE LUTTE CONTRE LE CHARANÇON NOIR DES BANANIERES <i>Cosmopolites sordidus</i> AU NIGERIA Vincent Chukwuemeka Umeh & Daniel Onukwu	798
<i>Diolcogaster</i> sp. (HYMENOPTERA: BRACONIDAE: MICROGASTRINAE) PARASITOIDE DE <i>Antichloris viridis</i> DRUCE (LEPIDOPTERA: ARCTIIDAE), DEFOLIADOR DEL PLÁTANO, VENEZUELA <i>Diolcogaster</i> sp. (HYMENOPTERA: BRACONIDAE: MICROGASTRINAE) PARASITOID OF <i>Antichloris viridis</i> DRUCE (LEPIDOPTERA: ARCTIIDAE), DEFOLIATOR OF PLANTAIN, VENEZUELA Oscar Enrique Domínguez-Gil; Raúl Armando Ramírez-Mendez; María Esther Burgos-Rojas & Eleodoro Andrés Inciarte-Martínez	803
RELATIVE SUSCEPTIBILITY OF <i>Musa</i> GERMPLASM AGAINST BANANA CORM WEEVIL, <i>Cosmopolites sordidus</i> GERM. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) SUSCETIBILIDADE RELATIVA DE GERMOPLASMA DE <i>Musa</i> À BROCA-DA-BANANEIRA, <i>Cosmopolites sordidus</i> GERM. (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE) B. Padmanaban; S. Uma & S. Sathiamoorthy	805

EFEITO DO ENSACAMENTO E DE PRODUTOS QUÍMICOS SOBRE PRAGAS DO CACHO DE BANANA CAVENDISH EFFECT OF BUNCH COVERS AND CHEMICALS ON PEST DAMAGE IN CAVENDISH BANANAS Luiz Alberto Lichtemberg; Robert Harri Hinz; Henri Stuker; Ilhane Terezinha Marcon & José Salvador	808
INFLUENCIA DE FATORES EDÁFICOS SOBRE A POPULAÇÃO DE <i>Meloidogyne javanica</i>, <i>Helicotylenchus multicinctus</i> E <i>Radopholus similis</i> EM BANANEIRA INFLUENCE OF PHYSIC-CHEMICAL CHARACTERISTICS ON THE <i>Meloidogyne javanica</i> , <i>Helicotylenchus multicinctus</i> AND <i>Radopholus similis</i> POPULATION IN BANANA Regina Cássia Ferreira Ribeiro; Adelica Aparecida; Edson Hyidu Mizobutsi; Fábio Ruas Pereira; Hudson Brito Ribeiro; Adélia Azis Alexandre Pozza & Silamar Ferraz	813
NEMATÓIDES FITOPARASITOS ASSOCIADOS À CULTURA DA BANANEIRA (<i>Musa</i> spp.) NO ESTADO DO PARANÁ PLANT-PARASITIC NEMATODES ASSOCIATED WITH BANANA (<i>Musa</i> spp.) IN THE PARANÁ STATE, BRAZIL Adriano Munhoz Pereira; Arlei Maceda; Claudia Regina Dias-Arieira & Adelino Pelissari	818
ORIGEN Y COMPOSICION DE LOS ACEITES MINERALES: INFLUENCIA SOBRE LA CALIDAD DE PRODUCCION Y EL RESPETO DEL MEDIOAMBIENTE ORIGIN AND COMPOSITION OF MINERAL SPRAY OILS: INFLUENCE ON PRODUCTION QUALITY AND RESPECT OF THE ENVIRONMENT Eric Bureau	826
POSSIBLE TRANSATLANTIC ADAPTATIONS OF BANANAS BASED ON GONDWANALAND CONCEPTS AND RECENT DEVELOPMENTS IN CROP MANAGEMENT IN SOUTH WESTERN CAMEROON POSSÍVEIS ADAPTAÇÕES TRANSATLÂNTICAS DE BANANEIRAS BASEADAS EM CONCEITOS GONDWANALANDIANOS E RECENTES PROGRESSOS NO MANEJO DA CULTURA NO SUDOESTE DE CAMARÕES Patrick Sama-Lang	838
PÓS-COLHEITA, AGROINDÚSTRIA, ECONOMIA POST-HARVEST, AGROINDUSTRY, ECONOMICS POSTCOSECHA, AGROINDUSTRIA, ECONOMÍA	
CARACTERIZACIÓN POSTCOSECHA DE CULTIVARES DE BANANO POSTHARVEST CHARACTERIZATION OF BANANA CULTIVARS Jorge Alberto Osuna-García; Víctor Vázquez-Valdivia & María Hilda Pérez-Barraza	840
ROL DE LA CLOROFILA Y CLORFILASA DURANTE LA MADURACIÓN DEL BABY BANANO (<i>Musa</i> AA SIMMONDS) ROL OF THE CHLOROPHYLL AND CHLOROPHYLLASE ACTIVITY DURING THE RIPENING OF BABY BANANA (<i>Musa</i> AA SIMMONDS) Marcela Elizabeth Castro Benítez; Luz Patricia Restrepo & Carlos Narváez-Cuenca	845
INFLUÊNCIA DO 1-METILCICLOPROPENO NA LONGEVIDADE PÓS-COLHEITA DE FRUTOS DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA RESISTENTES À SIGATOKA NEGRA INFLUENCE OF 1-METHYLCYCLOPROPENE ON POSTHARVEST OF FRUITS FROM BANANA GENOTYPES OF BLACK SIGATOKA RESISTANT Sílvia Barbosa dos Santos; Márcio Eduardo Canto Pereira; Sebastião de Oliveira e Silva; Aline Simões da Rocha Bispo & Taliane Leila Soares	849
AGROINDÚSTRIA PROCESSADORA DE <i>Musa</i>. ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE PAÍSES PROCESSADORES <i>Musa</i> PROCESSING INDUSTRY. COMPARATIVE ANALYSIS AMONG PROCESSING COUNTRIES Luiz Marcio Poiani & Gabriela Saab de Souza	855
CARACTERISATION COMPARATIVE DES FARINES CRUES DE NOUVEAUX HYBRIDES DE BANANE ET DE LA VARIÉTÉ ORISHELE DE BANANE PLANTAIN (<i>Musa</i> spp.) COMPARATIVE CHARACTERIZATION OF RAW FLOURS OF SOME NEW BANANA HYBRIDS AND ORISHELE VARIETY BANANA PLANTAIN (<i>Musa</i> spp.) Coulilaly Souleymane & Nemlin Gnopo Jean	864
DESARROLLO DE NUEVOS MATERIALES Y APLICACIONES A PARTIR DE LOS RESIDUOS GENERADOS POR LA AGROINDUSTRIA DE MUSÁCEAS COMESTIBLES EN COLOMBIA NEW MATERIALS AND APPLICATIONS FROM COLOMBIAN MUSACEAS COMESTIBLE AGRO-RESIDUES Piedad Gañán; Robin Zuluaga; Javier Cruz; Silvio Salazar; Cristina Villa & Darío Hincapié	868
PERFIL DAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DE DOCES DE BANANA DE CORTE COMERCIALIZADOS NO MERCADO BRASILEIRO PROFILE OF THE CHEMICAL CHARACTERISTICS OF BANANA MARMELADE IN THE BRAZILIAN MARKET Rossana Catie Bueno de Godoy; Edneide Luciana Santiago Matos; Daniele Vasconcelos dos Santos & Tatiane da Silva Amorim	874
PROCESO DE ELABORACIÓN DE BOCADILLOS DE BANANO PROCESSING OF BANANA PASTE Rafael García & Armando Lacera Rúa	880
THE HISTORY AND CHARACTERISTICS OF THE 'ENXERTO' BANANA HISTORIA E CARACTERÍSTICAS DA BANANA 'ENXERTO' Luiz Alberto Lichtemberg & Raul S. Moreira	885
BANANA IN HORTICULTURE AND NUTRITIONAL SECURITY A BANANA NA SEGURANÇA HORTÍCOLA E NUTRICIONAL M. M. Mustaffa & S. Sathiamoorthy	888
IMPORTANCIA DE LA JERARQUIZACION DE LOS FACTORES LIMITANTES DE LA PRODUCCION DE BANANO; ORIENTACION DE LOS PROCESOS DE DIAGNOSTICO Y CONSECUENCIA PARA LA ACCION IMPORTANCE OF THE HIERARCHISATION OF THE BANANA PRODUCTION LIMITING FACTORS; ORIENTATION OF THE PROCESSES OF DIAGNOSIS AND CONSEQUENCE FOR THE ACTION Thierry Lescot & Philippe Marie	891
STATUS OF BANANA INDUSTRY IN INDIA O STATUS DA BANANICULTURA NA ÍNDIA M. M. Mustaffa & S. Sathiamoorthy	897
VIABILIDADE EDAFOCLIMÁTICA E SOCIOECONÔMICA DA BANANEIRA PARA A REGIÃO DE BOTUCATU - SP AGRONOMIC CHARACTERISTICS OF BANANA ORCHARDS IN BOTUCATU-SP REGION Eral Rafael Damatto Junior & Sarita Leonel	904

VOLUME 1

**CONFERÊNCIAS
CONFERENCES
CONFERENCIAS**



XVII Reunión Internacional da Associação para a Cooperação
nas Pesquisas sobre Banana no Caribe e na América Tropical
15 a 20 de outubro de 2006 - Joinville - Santa Catarina - BRASIL

THE PESTICIDE REDUCTION PLAN FOR BANANA

PLANO DE REDUÇÃO DO USO DE PESTICIDAS EM BANANICULTURA

Gerrit H.J. Kema

Plant Research International B.V., P.O. Box 16, 6700 AA Wageningen, The Netherlands

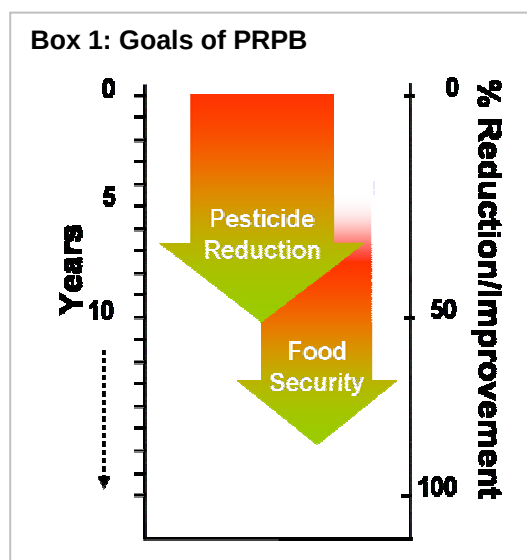
Banana, Environmental threats and Food security

Banana represents the fourth world food crop and it is therefore of eminent importance to subsistence farmers in Africa and South-East Asia. It is also among the most luxury fruits for the developed world and these export dessert bananas are being produced by large, but primarily by many small independent or cooperatives of farmers in Central and Latin America, as well as South-East Asia. Commercial banana production is an extreme example of monoculture of Cavendish varieties that is accompanied by excessive pesticide applications to control the foliar fungal pathogen *Mycosphaerella fijiensis*, causing black leaf streak disease (commonly known as Black Sigatoka). With a total annual figure of 2.5 billion US\$, this is the top of global agricultural fungicide inputs. Even in well designed and maintained plantations, more than 30% of the total production costs are devoted to control this disease. Nematicides to control *Radopholus* nematodes represent a much smaller percentage of the production costs, but these compounds are environmental hazards.

The aim for the next decade

A comprehensive strategy involving all stakeholders throughout the banana production chains, whether in industrial or local livelihood settings, is urgently required to secure food production and to reduce pesticide inputs. It should be considered that 70 years of banana breeding has not resulted in genotypes matching the agronomic quality of banana cultivars that dominate(d) the global production. Furthermore, global banana production is largely consumed locally and only exported for about 10%. Hence technology should be developed in close connection with local demands and should be freely available.

In response to the food security and environmental concerns of banana production, Wageningen University and Research Centre, EMBRAPA, INIBAP, CIRAD and the Catholic University of Leuven currently build an international consortium of stakeholders in the banana production chain to formulate the Pesticide Reduction Plan for Banana (**PRPB**). Through a fully integrated and multi-disciplinary approach, involving both basic and applied research, **PRPB** aims to secure banana production for small holders and to reduce pesticide input in export banana production by at least 50% over the coming decade (Box 1). Focusing on the control of *Mycosphaerella* and *Radopholus* nematode pests, **PRPB** will lead to the development of innovative control strategies, which will in turn result in the adoption of environmentally sound banana production systems by both large- and small-scale producers.



Outline of the Pesticide Reduction Plan for Banana, which has an integrated multidisciplinary approach to reduce pesticide inputs in banana production by 50% in 10 years time.

The involvement of partners from sub-Sahara African is inevitable for the development of the **PRPB**, since banana is such an important staple food in the region, which is threatened by both *Mycosphaerella* species as well as *Radopholus* nematodes.

PRPB is an innovative integrated plan for a sustainable solution

The motto of **PRPB** is '**Focus on the Farm**'. Hence, all research activities should on the shorter or longer term contribute to implementation at the farm level to improve banana production (Fig.1). **PRPB** is, therefore, also flexible in starting or terminating projects in order to achieve maximum impact on the farm. We foresee that impact realization of **PRPB** starts from the first year by integration and implementation of existing knowledge. Other aspects of **PRPB** will have impact at a longer time-scale, such as the ongoing whole genome and EST sequencing of *M. fijiensis* at the US-Department of Energy-Joint Genome Center, which will be completed in 2006, and the development of superior disease resistant cis-gene bananas, carrying genes from wild banana delivered by cutting edge gene technology. These important innovations will revolutionize the insight in the banana-*M. fijiensis* interaction and will be discussed in more detail during the presentation.

It is the responsibility of **PRPB** to enable farmers, whether small or large, to implement the generated knowledge in their production systems and to make available advanced materials to ensure food security. Moreover, the research program should have maximum flexibility in order to meet the demands of stakeholders. Hence, the social and communication aspects of the translation and implementation of information are very important aspects of **PRPB**. The **PRPB** consortium is therefore a truly multi-disciplinary group of scientists and stakeholders in the banana production chain.

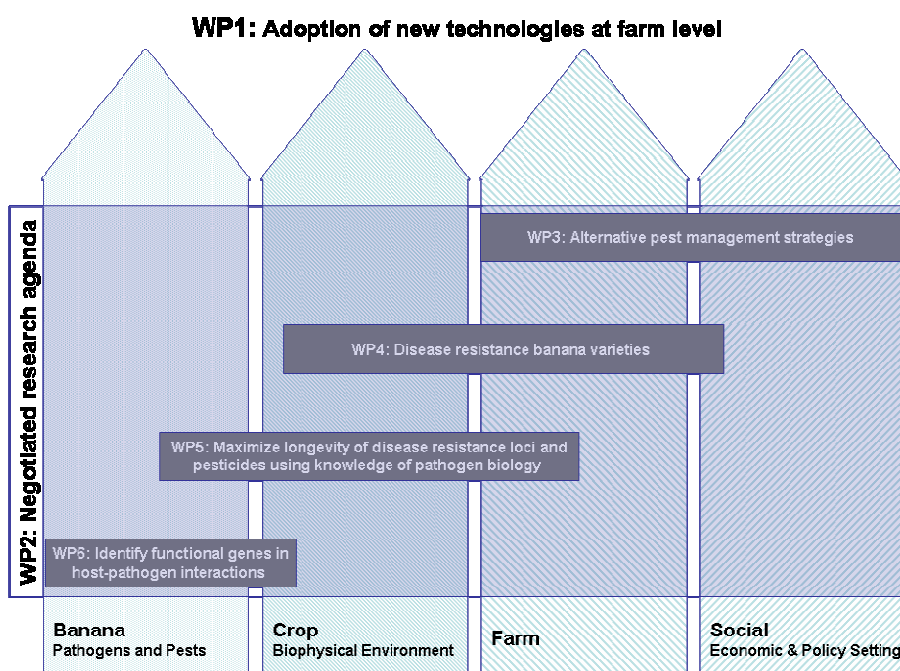


Figure 1. Broad outline of the integrated and multidisciplinary approach of the Banana Action Program that is currently initiated by Wageningen University and Research Center, INIPRPB, CIRAD and the Catholic University of Leuven. PRPB will be executed by a broad global consortium of stakeholders in the banana production chain.

GENOME STUDIES: PROGRESS AND APPLICATION IN THE IMPROVEMENT OF MUSACEAS

CONHECIMENTO DO GENOMA: AVANÇOS E APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DAS MUSÁCEAS

Manoel T. Souza Júnior

Researcher in Advanced Biology - Embrapa LABEX Europe at Plant Research International (PRI),
Wageningen University Research (WUR). Member of the GMGC Management Committee,
and Coordinator of Embrapa participation in GMGC and IMGC. manoel.souza@wur.nl

RESUMO

A genômica, em vinculação com a proteômica e a metabolômica, compõe hoje uma linha de frente na caracterização dos recursos genéticos. O nível de caracterização dos recursos genéticos permitido por essas áreas de estudo, já começa a mudar a forma de pensar e fazer melhoramento genético de plantas. Essas mudanças não visam excluir as estratégias de melhoramento hoje utilizadas; pelo contrário, elas visam fortalecer as mesmas, além de possibilitar o desenvolvimento de novas estratégias, tornando todo o processo mais eficiente. Uma maior eficiência no processo é necessária para atender as novas demandas de um mercado cada vez mais competitivo e ao mesmo tempo preocupado com o uso sustentável do meio ambiente. A cultura da banana não podia ficar fora desse novo cenário, e assim viu surgir nos últimos cinco anos dois consórcios internacionais, o GMGC e o IMGC, que visam decifrar o genoma dessa fruteira e do seu principal patógeno, *Mycosphaerella fijiensis*, agente causal da Sigatoka Negra. O objetivo desta apresentação é mostrar como essas duas iniciativas foram iniciadas, em que estágio elas se encontram hoje, e discutir perspectivas para o futuro próximo. Uma atenção especial é dada a participação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) nessas duas iniciativas.

Keywords: genômica, recursos genéticos, melhoramento genético.

INTRODUCTION

By definition, genome is the total genetic content contained in a haploid set of chromosomes in eukaryotes, in a single chromosome in bacteria, or in the DNA or RNA of viruses. The genome of an organism is the whole hereditary information of that organism; including both the genes and the non-coding sequences.

The study of the global properties of genomes of related organisms is usually referred to as genomics, which distinguishes it from genetics which generally studies the properties of single genes or groups of genes. Genomics is a relatively new area of study, and only recently have any genome been completely sequenced. However, as the cost of sequencing and informatics continues coming down, more and more genome projects are initiated everywhere. A fast search in the internet can easily show how rapid this area of study is growing.

A whole genome project can be described as the sum of a variety of efforts whose goal is to map and sequence the entire genome of a given species. A more accurate description of a genome project should include not only a sequencing stage, but also an annotation stage. The information produced by genome projects is not merely sequence data; it also includes a description of the genes that are found in the genome and the function of their products. The knowledge of the function of each gene product in a given genome is the up most vanguard in the characterization of that specific genetic resource.

Deciphering the genome of a eukaryote is an enormous, laborious and expensive task that requires participation and collaboration of several scientists of complementary expertise. Frequently, in order to increase the chances to carry out a genome project in the shortest period of time possible, research institutes everywhere are getting together as a consortium. As members of a genomic consortium they share know-how, facilities, logistics, and finances, in order to achieve a common goal.

In 2001 and 2003, two consortiums aiming to decipher the genomes of banana (*Musa* sp.) and of the causal agent of the Black Sigatoka disease (*Mycosphaerella fijiensis*) were, respectively, launched. The objective of this presentation is to show how those two initiatives began, where they stand now, and what the perspectives are for the near future. A special attention will be given to the participation of Embrapa (The Brazilian Agricultural Research Corporation - <http://www.embrapa.br/>) in both consortiums.

LAUNCHING GENOMIC CONSORTIUMS TO SUPPORT BANANA BREEDING

Genetic improvement of banana by means of conventional plant breeding strategies is not an easy task. It is rather a complicate and laborious process, considering several peculiar characteristics that this plant genus has. The fact that most important commercial banana varieties are completely sterile triploids bananas, and just cannot take advantage of backcross or recurrent selection strategies, let banana breeders everywhere with only two other alternatives from genetically improving these varieties, or by applying processes of provoking random mutation or by developing genetically modified (GM) bananas.

For those triploid bananas with some level of fertility, it is possible to accomplish genetic improvement by means of conventional plant breeding. Actually, this strategy is already applied in some banana breeding programs worldwide, such as the one at the Embrapa Cassava & Tropical Fruits research unit in Brazil (<http://www.cnpmf.embrapa.br/>), where triploids bananas are crossed with improved diploid ones to produce tetraploid varieties; which are then released commercially.

However, even when it is possible to do conventional plant breeding, other issues, such as low efficiency in seed production, detrimental traits linked to desired characteristics, and market/public perception, make genetic improvement of banana easier said than done.

Independent of the approach used to develop new banana varieties addressing the market/public demands, it is certain that a deeper knowledge of the genetics of the most important and demanded traits (such as resistance to biotic and abiotic stresses, and fruit quality) is needed. Given the importance of expanding the knowledge in genetic information for the sustainable improvement of *Musa*, a meeting of researchers wishing to apply the new and rapidly developing genomics technologies to *Musa* was held in Montpellier, France in April, 2000. At this meeting, it was agreed that deciphering the banana genome would be an enormous task that would require participation and collaboration of several research groups around the world; it was therefore agreed to form a "*Musa* Genomics Consortium" in the framework of the Global Program for *Musa* Improvement - PROMUSA (<http://www.promusa.org/>).

As a follow up from the French meeting, the Global *Musa* Genomics Consortium (GMGC) was launched at a meeting held in Arlington, Virginia, USA in July 2001. GMGC is an international network of investigators around the world committed to establishing *Musa* (banana) as a model crop for studies of comparative genomics and for gene discovery. The consortium currently brings together expertise from 29 institutions in 20 countries. For further information, please see <http://www.musagenomics.org/>.

Commercial bananas are one of the most heavily sprayed crops in the world, threatening environmental and human health as well as the economic viability of the banana production by small, medium and major growers worldwide. Just one pathogen, the fungus *M. fijiensis* requires annually huge amounts of fungicide application. So, a better understanding of molecular aspects of the *Musa* vs. *M. fijiensis* interaction, as well as of the genetic of the different types of resistance to this disease found in diploid bananas, will certainly help in optimizing breeding strategies to genetically control this pathogen. Genetically controlling this disease is of urgent importance as banana production relies heavily on a massive fungicide input, which is under critical public review for human safety, biosafety and environmental reasons.

Inspired in some way by the initial outcomes seen after launching GMGC, and with the perspective of bringing together a deeper understanding of both sides of the *Musa* vs. *M. fijiensis* interaction, a consortium on the genomics of the pathogen was first suggest during the 2nd International Workshop on *Mycosphaerella* Leaf Spot Diseases of Bananas held in San Jose, Costa Rica in May 2002. In September of that year, a preliminary meeting was held in Leuven to launch the discussion on setting up the consortium also in the framework of PROMUSA. It was then that the genomics tools needed for further development and the relevance of expanding the consortium to include groups working on *M. graminicola* were discussed. Finally, in August 2003 the International *Mycosphaerella* Genomic Consortium (IMGC), including groups working with *M. fijiensis* as well as groups working with *M. graminicola*, was launched in a workshop held at the Centro de Investigación Científica de Yucatán – CICY (<http://www.cicy.mx/>), in Mérida, Mexico. For further information about IMGC, please see <http://www.inibap.org/imgc/>.

Embrapa, represented by the Embrapa Genetic Resources & Biotechnology unit (<http://www.cenargen.embrapa.br/>), was present in the launch of both consortiums. Embrapa participation in both genomic initiatives aims to further support the banana breeding program coordinated by the Embrapa Cassava & Tropical Fruit unit. The first major focal point on the process of further supporting the banana breeding program at Embrapa, through the development and use of genomic and biotechnological tools, is the genetic control of Black Sigatoka disease.

Black Sigatoka disease, which results in disease symptoms of premature fruit ripening, necrotic leaf surfaces lesions, leaf area decomposition and yield losses on susceptible varieties from “Prata” and “Cavendish” groups, responsible respectively for approximately 65 and 30% of the banana production in Brazil, was reported for the first time in the Amazon region in 1998 (Cordeiro & Matos, 2003). Subsequently, the pathogen spread over seven states in the north of the country, where it was contained until 2004, when it was also reported in the states of São Paulo, Minas Gerais, Paraná, Santa Catarina, and Rio Grande do Sul. These states are located in the main banana region in Brazil. Consequently, it now threatens also the Brazilian northeast states, where the second most important banana growing region is located.

Black Sigatoka-resistant varieties from the ‘Prata’ group, released by the breeding program at Embrapa Cassava & Tropical Fruits unit, were fundamental to guarantee the maintenance of the banana production by small growers spread all over the Amazon area in Brazil. These varieties will certainly continue to play a major role in granting growers of ‘Prata’ group varieties the possibility to carry on producing banana in the main growing areas in Brazil.

On the other hand, Cavendish as well as other commercial triploid sterile varieties production in Brazil is thus threatened, becoming completely dependent upon the use of protectant fungicides. Considering that in some susceptible areas in South and Central America over 50 applications of protectant fungicide per year can be necessary to control the disease (Gasparotto *et al.*, 2001), together with the high cost incurred, production of susceptible varieties can become not viable for the majority of smallholder producers. In addition, high reliance upon fungicide-based control requires integrated strategies for fungicide resistance avoidance in the pathogen. As resistance to fungicides has recently been reported, the development of new resistant varieties is still essential for the *Musa* industry in Brazil, either through selection within existing genetic resources, or via hybridization-based generation of new varieties, or via the development of GM bananas.

WHERE THE CONSORTIUMS STAND TODAY

Five years after launching GMGC and three after the debut of IMGC, the two consortiums show a very different portfolio of results. While IMGC is celebrating in 2006 the completion of the sequencing of both *M. graminicola* and *M. fijiensis* whole genome, anchored by highly representative ESTs (expressed sequence tags) databases, the GMGC is still waiting for a major breakthrough.

Under the leadership of the Plant Research International (PRI) at Wageningen University & Research Centre (WUR) and the USDA-ARS at Purdue University, a genome initiative was launched with the Community Sequence Program of the US Department of Energy – Joint Genome Institute (JGI), <http://www.jgi.doe.gov/>, to sequence 40.000 ESTs as well as the whole structural genome of *M. fijiensis* isolate CIRAD86. The completion of this initiative is foreseen in 2006.

EMBRAPA is a member of this initiative, which has the objective of generating 40.000 ESTs from different cDNA libraries produced from the fungus at *in vitro* and *in vivo* conditions, assembling a 8-10× genomic sequence of the fungus, performing an automated and a directed annotation of the genome, facilitating additional comparative genomics by sequencing 40,000 ESTs from the toxin-producing maize pathogen *Cercospora zeae-maydis*, and make a series of linked web sites providing the data as well as tools for comparative analyses. Definitely, 2006 will become a year to remember in *M. fijiensis* genomic research.

Differently from the IMGC, the GMGC, lamentably, still lacks a major achievement to celebrate in its 5th anniversary. It is true that it has increased the number of members from the original 11 to 20 countries, and has made some genomic tools, such as, BAC libraries and cDNA libraries, available to the members through the signature of a MTA, but it still too little to celebrate. A more orchestrated and more pro-active approach towards a faster completion of the sequencing of the whole genome and a faster use of the data generated is urgently needed.

Since the beginning of the GMGC, Embrapa Genetic Resources & Biotechnology has searched for partners, inside and outside Brazil, to jointly perform activities towards the development of genomic and biotechnological tools to assist banana breeding. First, and together with the Catholic University of Brasilia – UCB (<http://www.ucb.br/>) and the French Agricultural Research Centre for International Development – CIRAD (<http://www.cirad.fr/>), a research project entitled “Analysis of the primary structure of the A genome in *Musa acuminata*” was initiated in 2002, sponsored by the National Council for Scientific and Technological Development - CNPq (<http://www.cnpq.br/>). This project aimed in developing the foundations of a program in genomics and biotechnology for banana in Brazil. This project resulted in the creation of DATAMusa, a genomic database for banana composed of structural genomics information (BACs), expressed sequences (ESTs) and Resistance Gene Analogs (RGAs). For more information see <http://genoma.embrapa.br/musa/>.

Then, in 2004, another project was initiated. The "*MusaGeneBR* – Identification and functional characterization of gene promoters and candidate genes for resistance to biotic stresses in banana (*Musa* spp.) genome" project, also sponsored by CNPq, aims to explore the DATAMusa database to better understand the molecular aspects of the *Musa* vs. *M. fijiensis* interaction via the use of DNA micro arrays, to identify and validate gene promoters to be use in future cisgenic approaches in banana, to identify and characterize candidate genes for resistance to *M. fijiensis*, and to develop the necessary tools for producing a genetic map for banana. This project is coordinated by the Embrapa Genetic Resources & Biotechnology, and co-executed with UCB, CIRAD, and the Embrapa Cassava & Tropical Fruit unit.

Finally, in 2005, Embrapa Genetic Resources & Biotechnology initiated its participation in another project, entitled "*Musa* genome frame-map construction and connection with the rice sequence", which is supported by the Generation Challenge Program – GCP (<http://www.generationcp.org/>). This project is coordinated by the National Institute of Agrobiological Sciences – NIAS (<http://www.nias.affrc.go.jp/>), in Japan, and co-executed by Embrapa, IPGRI-INIBAP (<http://www.inibap.org/>), CIRAD, the University of Leicester – UL (<http://www.le.ac.uk/>), and the Institute of Experimental Botany – IEB (<http://www.ueb.cas.cz/>), all members of the GMGC. In this project Embrapa is producing and characterizing cDNA libraries from leaves and roots of the 'Pisang Klutuk Wulung' variety; and, jointly with CIRAD and UCB, using DATAMusa ESTs e RGAs data to select BAC clones from the *Musa acuminata* subsp. *burmannicoides* BAC library (Vilarinhos *et al.*, 2003) that are being sequenced at NIAS.

PERSPECTIVES FOR THE FUTURE

The long term goals of the *M. fijiensis* and *M. graminicola* genomics initiatives approved by JGI, and carried on under the scope of IGMGC, are to: understand processes involved in pathogenicity and resistance; accomplish a deep insight in comparative genomics among the great diversity of *Mycosphaerella* pathogens; and disseminate and use this information to develop environmentally benign control strategies for a diversity of crops (Dr. Gert Kema, PRI-WUR, personal communication).

As short term goals on the work on *M. fijiensis*, Embrapa and PRI-WUR intend to build up a network of collaboration to: study the *Musa* vs. *M. fijiensis* interaction using DNA micro array technology; and generate a *M. fijiensis* genetic map using DArT markers.

For the GMGC, the most urgent goal is certainly to find the appropriate conditions to have the whole banana genome sequenced as soon as possible. To have this claim approved at the Community Sequence Program of the US Department of Energy – Joint Genome Institute (JGI) is today the GMGC management committee's major objective. However, my personal opinion, as one of the members of the GMGC management committee, is that we are not taking the proper benefit of the successful experiences that the IGMGC had at JGI, and we sure should.

The short term goals of Embrapa on *Musa* genomics is to continue exploring the DATAMusa database to: better understand the molecular aspects of the *Musa* vs. *M. fijiensis* interaction via the use of DNA micro arrays; to identify and validate gene promoters; to identify and characterize candidate genes for resistance to *M. fijiensis*; and to develop the necessary tools for producing a genetic map for banana. In order to guarantee the achievement of these goals, Embrapa is working to further strength the collaborative work with UCB and CIRAD, as well as establishing new collaboration with PRI-WUR and the Katholieke Universiteit Leuven – KUL (<http://www.kuleuven.be/>).

The future of banana breeding depends undoubtedly on how it will adjust itself to get to a point where it will be able to fast and more efficiently respond to the new demands in this changing world. Human safety, biosafety and environmental sustainability are issues that push for a reduction on the heavy use of pesticides in banana production worldwide. This gives the genetic improvement approach an enormous opportunity to step up for the challenge of increasing productivity and quality, as well as reducing post-harvest losses. Genetic Improvement of banana is a major player in the design and implementation of the International Pesticide Reduction Program in Banana – PRPB (see Dr. Gert Kema, PRI-WUR, presentation at Acorbat2006), with the outlook to improve the economic, social and environmental well-being for people in banana-producing countries.

Conventional genetic breeding of bananas shows a very small chance of responding to all the current and future demands from the banana industry by itself; even using the knowledge that the genomic initiatives can potentially bring to the decision making process. Therefore, genetic modification, even facing all the issues raised and discussed on GMOs worldwide, is still an indispensable strategy to genetically improve banana. Under this scenario, the now highly propagated cisgenic approach, which depends enormously on genomics, finds itself strongly linked to the future of

banana breeding. That is why Embrapa is working on identification and validation of genes and gene promoters.

AGRADECIMENTOS

A todos os membros dos grupos de pesquisa em banana da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, UCB, CIRAD e PRI-WUR que diretamente contribuíram para a realização de pesquisa em genômica e biotecnologia de banana e *M. fijiensis* na Embrapa dentro do escopo do GMGC e do IMGC. Ao CNPq pelo apoio financeiro dado para a execução dos projetos "Analysis of the primary structure of the A genome in *Musa acuminata*" e The "*MusaGeneBR* – Identification and functional characterization of gene promoters and candidate genes for resistance to biotic stresses in banana (*Musa* spp.) genome". Ao GCP pelo apoio financeiro dado para a execução do projeto "*Musa* genome frame-map construction and connection with the rice sequence".

BIBLIOGRAFIA

1. Cordeiro, Z.J.M., and Matos, A.P. Doenças da Bananeira. (2003). In Freire, F.C.O., Cardoso, J.E., Viana, F.M.P. (eds.) Doenças de Fruteiras Tropicais de Interesse Agroindustrial. Embrapa Informações Tecnológica, Brasília, DF, 687p.
2. Gasparotto, L., Pereira, J.C.R. and Trindade, D.R. (2001). Situação atual da sigatoka- negra da bananeira. Fitopatologia Brasileira 26:448.
3. Vilarinhos, A.D., Piffanelli P., Lagoda P., Thibivilliers S., Sabau X., Carreel F., and D'Hont A. (2003). Construction and characterization of a bacterial artificial chromosome library of banana (*Musa acuminata* Colla). Theor Appl Genet 106: 1102-1106.

BIOTECNOLOGIA: ALGO MAIS QUE PLANTAS TRANSGÊNICAS

BIOTECHNOLOGY OTHER THAN TRANSGENIC PLANTS

Janay Almeida dos Santos-Serejo¹; Antônio da Silva Souza¹; Lucymeire Souza Morais²; Taliane Leila Soares³; Fernanda Vidigal Duarte Souza¹; Adilson Kenji Kobayashi¹; Cláudia Fortes Ferreira¹ & Sebastião de Oliveira e Silva¹

¹Pesquisadores da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Caixa Postal 007, Cruz das Almas, BA, Brasil. CEP 44380-000; janay@cnpmf.embrapa.br; assouza@cnpmf.embrapa.br; fernanda@cnpmf.embrapa.br; adilson@cnpmf.embrapa.br; claudiaf@cnpmf.embrapa.br; ssilva@cnpmf.embrapa.br; ²Doutoranda, Universidade Estadual de Feira de Santana, BA. ismorais@yahoo.com.br; ³Bolsista DTI-D/CNPq; talialeila@gmail.com

RESUMO

A bananeira é uma frutadeira tropical de grande importância mundial devido ao seu valor comercial e nutricional. A maioria das cultivares de *Musa* spp. são triploides e apresentam diferentes graus de esterilidade, o que dificulta o melhoramento genético por métodos convencionais. A baixa disponibilidade de variedades produtivas e resistentes as principais doenças e as dificuldades na hibridação, têm levado ao desenvolvimento de alternativas para a criação de novas cultivares, de forma a complementar e dar suporte às atividades convencionais de melhoramento, incluindo a engenharia genética. Embora a transgenia apresente um grande potencial, a biotecnologia oferece um leque de outras opções que podem ser aplicadas na geração de novas cultivares de bananeira. Uma síntese das outras biotecnologias que têm sido utilizadas no melhoramento da bananeira é apresentada, assim como as estratégias de melhoramento não convencional que estão em andamento na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.

Palavras chave: *Musa* spp., cultura de tecidos, marcadores moleculares, melhoramento genético

SUMMARY

Banana is a tropical fruit with great importance worldwide due to its commercial and nutritional values. Most banana *Musa* spp. cultivars are triploids presenting different levels of sterility, which hinders genetic breeding through conventional methods. The low availability of productive varieties and resistant to main diseases and hybridization difficulties, has lead to the development of alternative methods for the obtainment of new cultivars, aiming to complement and support the conventional activities of the breeding program, including genetic engineering. Although transgenics presents great potential, biotechnology offers a wide spectrum of options that can be applied in the generation of new banana cultivars. A synthesis of other biotechnologies that have been used in the banana breeding program, is presented, as well as non conventional breeding strategies that are undergoing at Embrapa Cassava and Tropical Fruits.

Keywords: breeding strategies, genetic engineering, hybridization

INTRODUÇÃO

A Convenção sobre Diversidade Biológica (Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 1992) define a biotecnologia como “uma aplicação tecnológica que usa sistemas biológicos, organismos vivos ou seus derivados, para gerar ou modificar produtos para uso específico”. O Protocolo de Cartagena sobre Biosegurança define a “biotecnologia moderna” como, a aplicação de: a) técnicas in vitro de ácido nucléicos, inclusive ácido desoxirribonucleico (ADN) recombinante e injeção direta de ácidos nucléicos em células ou organelas, ou b) fusão de células de organismos que não pertencem à mesma família taxonômica, que superem barreiras naturais da fisiologia da reprodução ou da recombinação e que não sejam técnicas utilizadas na reprodução e seleção tradicionais. O Glossário de Biotecnologia da FAO (Zaid et al., 2001) usa os termos da Convenção sobre Diversidade Biológica e interpreta, num sentido mais estrito, como uma série de diferentes tecnologias moleculares, tais como a manipulação e transferência de genes e a clonagem de plantas e animais. A biotecnologia vegetal, portanto, é muito mais ampla que a tecnologia do DNA recombinante (engenharia genética ou transformação genética), já que inclui também a genômica e bioinformática, marcadores moleculares, cultura de tecidos e outras tecnologias.

A engenharia genética refere-se à transformação genética de um organismo mediante a transferência do DNA de um organismo ou célula para outro sem a reprodução sexual. Entre as diferentes biotecnologias, esta é a que tem gerado mais discussão sobre segurança alimentar e ambiental, apesar do reconhecido potencial da técnica para a solução de vários problemas nos programas de melhoramento, assim como do impacto econômico no setor produtivo. A enorme burocracia que envolve o processo de avaliação em campo e liberação de plantas transgênicas em diversos países, incluindo o Brasil, tem impedido ou, pelo menos, retardado o desenvolvimento e a disponibilização de novas variedades, obtidas por essa via, aos produtores.

Em *Musa*, as estratégias utilizadas no melhoramento genético tradicional apresentam limitações, uma vez que a maioria das cultivares usadas para alimentação são triploides ($2n = 3x = 33$ cromossomos), apresentam diferentes graus de esterilidade e produzem frutos por partenocarpia. O cultivo da bananeira tem sido significativamente afetado pela falta de resistência a fatores abióticos e agentes patogênicos como fungos, bactérias, nematóides e vírus. Esta situação tem sido agravada pela limitada diversidade de cultivares. Os genes de resistência a doenças tais como Sigatoka-negra, Sigatoka-amarela e mal-do-Panamá existem particularmente em diplóides não cultivados (Bakry et al., 1997). Entretanto, a falta de conhecimento sobre o tipo de herança e a dificuldade na transferência dessas características para triploides cultivados mediante hibridação têm resultado na obtenção de poucas variedades resistentes (Silva et al., 2001, 2004). Essa situação tem levado ao desenvolvimento de estratégias alternativas para a criação de novas cultivares, de forma a complementar e dar suporte às atividades convencionais de melhoramento.

A biotecnologia tem sido empregada como ferramenta auxiliar no desenvolvimento de cultivares, oferecendo alternativas aos programas de melhoramento em suas diferentes fases e muitas vezes propiciando soluções únicas (Binsfeld, 1999). Ao contrário do que ocorre no melhoramento por cruzamento, a transformação genética permite a introdução de uma característica em uma variedade mantendo, os outros atributos desejáveis. Além disso, métodos de transferência genética assexuais constituem uma alternativa viável para introdução de características ausentes no "pool" genético de *Musa* spp. e para o melhoramento de cultivares comerciais que apresentam limitações ao melhoramento convencional, como as cultivares do subgrupo Cavendish. Os estudos visando a obtenção de bananeiras transgênicas iniciaram no princípio da década de 90, focalizando principalmente este subgrupo. Desde então têm se multiplicado os relatos sobre otimização de sistemas de transformação, via eletroporação (Sagi et al., 1994), bombardeamento de partículas (Sagi et al., 1995; Becker et al., 2000; Matsumoto et al., 2002; Houllou-Kido et al., 2005) e *Agrobacterium* (May et al., 1995; Ganapathi et al., 2001; Pineda et al., 2002; Khanna et al., 2004; Acereto-Escoffé, 2005), tanto para cultivares do grupo genômico AAA quanto para as do grupo AAB. A frequência de transformação é genótipo dependente, sendo necessário adaptar o protocolo para cada cultivar (Arinaitwe et al., 2004). Como muitas das bananas comestíveis não produzem sementes e são propagadas vegetativamente o gene introduzido é contido e não ocorre a segregação do transgene.

Recentemente foram obtidas plantas transgênicas expressando o gene HBsAg (*Hepatitis B surface Antigen*), revelando o potencial desta cultura para a produção de vacina contra a hepatite B. A banana é um hospedeiro ideal para a produção de vacinas comestíveis devido a sua digestibilidade e palatabilidade para as crianças, e disponibilidade durante todo o ano nos trópicos e subtropicais, onde vacinas mais baratas são necessárias para imunizar grande segmento da população (Sunil Kumar et al., 2005). Tem sido relatado também a obtenção de plantas transgênicas expressando genes de resistência a *Fusarium oxysporum* (FocR4), agente causador do mal-do-Panamá (Pei et al., 2005), uma das doenças de expressividade em bananeiras. A transformação eficiente de *Musa* ainda é considerada um desafio e diversos grupos estão empenhados em implementar novas técnicas e aumentar a eficiência de transformação em banana.

Embora a transgenia apresente um grande potencial para obtenção de novas cultivares, outras técnicas de biotecnologia oferecem um leque de outras opções que podem ser aplicadas como um auxílio complementar na geração de novas cultivares de *Musa*. Dentre essas técnicas a cultura de embrião e a micropropagação estão bem estabelecidas e têm contribuído para a conservação de germoplasma e melhoramento genético, exercendo um impacto significativo no tempo de obtenção de uma nova variedade. O potencial da variação somaclonal como fonte de variabilidade útil é limitado, mas pode ser utilizado como uma ferramenta secundária no melhoramento de *Musa*. A embriogênese somática é empregada para obtenção de suspensões celulares, que são úteis para obtenção e fusão de protoplastos, transformação genética, entre outras técnicas. Uma síntese das biotecnologias que têm sido utilizadas no melhoramento da bananeira é apresentada a seguir, assim

como as estratégias de melhoramento não convencional que estão em andamento na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.

Cultura de embrião

A cultura de embrião foi a primeira técnica de cultura de tecidos utilizada no melhoramento da bananeira, há quase 50 anos atrás (Cox et al., 1960), e atualmente é empregada de forma rotineira em muitos laboratórios. Constitui uma ferramenta de fundamental importância para o melhoramento clássico, uma vez que o cruzamento entre cultivares (triplóides ou tetraplóides) com diplóides resulta em um baixo número de sementes, as quais geralmente apresentam baixa viabilidade e, conseqüentemente, uma frequência de germinação extremamente baixa. As causas da baixa germinação de sementes maduras de bananeiras triplóides incluem má formação do embrião, ausência de endosperma, tegumento da semente mal desenvolvido ou ausência do embrião ainda que o endosperma e a região chalazal estejam completamente desenvolvidos (Vuylsteke e Swennen, 1993). Mediante o cultivo de embriões, a taxa de germinação pode ser aumentada em dez vezes ou mais (Vuylsteke et al., 1990; Asif et al., 2001), permitindo o resgate de uma maior quantidade de híbridos.

Micropropagação

As técnicas de propagação in vitro de bananeira foram desenvolvidas no início da década de 80 (Cronauer e Krikorian, 1984; Banerjee e De Langhe, 1985) e atualmente estão bem estabelecidas para a grande maioria dos genótipos. A micropropagação apresenta vantagens como produção e clonagem em grande escala de plantas livres de pragas e doenças, em qualquer época do ano e com economia de tempo e espaço.

Em comparação com os diferentes métodos de propagação vegetativa, a micropropagação é muito superior aos demais processos com relação ao número de mudas obtidas e ao tempo gasto na produção das mesmas. Enquanto no processo natural são necessários 12 meses para obtenção de 15 a 30 mudas, cerca de dez vezes mais mudas são obtidas em quase metade do tempo mediante a micropropagação em meio de cultura semi-sólido (Alves et al., 2004). A taxa de multiplicação é ainda maior quando se utiliza um sistema de biorreator de imersão temporária em meio líquido (Alvard et al., 1993; Matsumoto e Brandão, 2002; Roels et al., 2005, 2006).

As mudas obtidas pelo processo de micropropagação têm sido adotadas para suprir a necessidade de substituição regular das plantações comerciais, devido ao estabelecimento mais rápido, crescimento mais vigoroso, ciclo de produção mais curto e uniforme e maior produtividade em relação às mudas convencionais (Drew e Smith, 1990; Zerda, 1991; Arias, 1993; Robinson et al., 1993; Vuylsteke e Ortiz, 1996; Álvares e Caldas, 2002). O uso de mudas micropropagadas representa uma parcela significativa no custo de produção, sendo necessário adequações que possibilitem a redução do custo dessas plantas sem afetar as taxas de multiplicação, a exemplo do uso de biorreatores.

A micropropagação tem aplicações importantes nos diferentes programas de melhoramento de bananeira por permitir a rápida multiplicação dos genótipos selecionados, reduzindo o tempo para a realização de avaliações clonais e promovendo o acesso mais rápido dos agricultores às novas cultivares geradas (Rowe e Rosales, 1996; Vuylsteke et al., 1997; Silva et al., 2001). Além disso, esta técnica tem sido utilizada na conservação e intercâmbio de germoplasma, assim como para indução de variação somaclonal.

Conservação de germoplasma

Os recursos genéticos de uma espécie são de importância crucial para o melhoramento genético da mesma, uma vez que representam a variabilidade genética disponível a ser explorada. A conservação e a manutenção de coleções de germoplasma em campo é dispendiosa, trabalhosa e está sujeita a perdas de acessos (erosão genética) em decorrência de condições ambientais desfavoráveis e da incidência de doenças e pragas. A maioria das variedades de bananeira não produzem sementes e, portanto, não podem ser conservadas em um banco de sementes convencional. A conservação in vitro apresenta-se como uma alternativa interessante por possibilitar a manutenção de um grande número de acessos em um pequeno espaço físico e livres de riscos causados por fatores bióticos e abióticos. Apresentam, no entanto, algumas limitações, como o risco de perda de acessos devido a contaminação ou erro humano, perda do potencial morfogênico e a possibilidade da ocorrência de variação somaclonal durante o processo de cultivo, embora a estocagem em condições de crescimento mínimo ajude a reduzir a frequência com que as mutações

ocorrem. Outro aspecto a ser considerado na condução dessas coleções é o labor intenso para realizar subcultivos, pelo menos uma vez ao ano, de todos os acessos.

A maior coleção internacional in vitro de germoplasma de *Musa*, com mais de 1100 acessos, encontra-se no INIBAP (International Network for the Improvement of Banana and Plantain) Transit Centre (ITC), na Bélgica. Os acessos são mantidos sob condições de crescimento mínimo (15-18°C e 2000 lux) na forma de microplantas, com vinte repetições de cada acesso (Van den Houve et al., 1995; Dolezelová et al., 2005).

A criopreservação, outra alternativa possível, implica na conservação do germoplasma em temperaturas ultra baixas (-196°C) em nitrogênio líquido, sendo um método adequado para conservação por longos períodos, uma vez que nestas condições a maioria dos processos bioquímicos e físicos estão paralisados (Panis, 1995; Panis et al., 1996; Panis e Thinh, 2001). Ainda é, no entanto, uma tecnologia que demanda muitos ajustes, principalmente no que tange a recuperação do material criopreservado.

Variação somaclonal

A ocorrência de variação genética durante o processo de cultivo in vitro, ou seja, variação somaclonal, é indesejável quando se pretende propagar ou conservar germoplasma. O conhecimento dos mecanismos que causam a variação somaclonal e, conseqüentemente, dos procedimentos adequados para evitar sua ocorrência, bem como o desenvolvimento de métodos de detecção precoce, são fatores importantes para a produção de mudas micropropagadas com qualidade. A taxa de variação somaclonal pode ser afetada por diversos fatores, como reguladores de crescimento e número de ciclos de subcultivo (acima de 5-6 subcultivos), entre outros (Côte et al., 1993; Bairu et al., 2006).

Por outro lado, a variação somaclonal pode ser uma fonte de variabilidade útil para os programas de melhoramento, o que gerou uma grande expectativa para os melhoristas há alguns anos atrás. Na prática, entretanto, tem sido observado que a maioria dos variantes somaclonais apresentam características inferiores às das cultivares originais (Crouch et al., 1998), assim como a frequência dos tipos de variação é genótipo dependente (Khayat et al., 2004). A maioria das variações somaclonais observadas no subgrupo Cavendish (AAA) são para alterações no porte, anão ou gigante, o que está associado com a sensibilidade ao ácido giberélico (Reuveni et al., 1996). Também foram gerados variantes somaclonais resistentes à raça 4 de *Fusarium oxysporum* (Hwang e Ko, 1988, 2004) e à Sigatoka amarela (Trujillo e García, 1996; Vidal e García, 2000). Este último, o somaclone CIEN BTA-03, além de ser resistente à Sigatoka amarela, apresenta características de fruto superiores ao do clone parental 'Williams' (Emaldi et al., 2004). Em cultivares do grupo AAB, entretanto, variações na morfologia da inflorescência e do fruto são mais frequentes (Vuylsteke et al., 1991). A variação somaclonal originada do cultivo in vitro de meristemas pode representar apenas uma fração da variação que poderia ser gerada mediante a regeneração de plantas a partir de cultura de células e protoplastos de diferentes explantes (Crouch et al., 1998). O potencial de aplicação da variação somaclonal no melhoramento da bananeira será melhor explorado à medida que for aumentada a capacidade de indução de alta frequência de variantes genéticas com características desejáveis.

Entre os métodos utilizados para detectar variantes somaclonais destacam-se o acompanhamento visual (*roguing*) durante o desenvolvimento das plantas (Israeli et al., 1991), o uso de reguladores de crescimento (Damasco et al., 1996a; Khayat et al., 2004), a análise citogenética (Shepherd e Santos, 1996; Souza et al., 1998) e os marcadores moleculares como RAPD-*Random Amplified Polymorphic DNA* (Damasco et al., 1996b; Vilarinhos et al., 1998; Vidal e Garcia, 2000; Bairu et al., 2006), SCAR-*Sequence Charaterized Amplified Regions* (Damasco et al., 1998), IRAP-*Inter-Retrotransposon Amplified Polymorphism* (Muhammad e Othman, 2005) e SAMPL-*Selective Amplification of Microsatellite Polymorphic Loci* (Giménez et al., 2005), entre outros.

Mutagenese in vitro

As mutações são definidas como mudanças herdáveis na seqüência do DNA, que não são derivadas de segregação genética ou recombinação (Van Harten, 1998), e representam a base genética das variações. A mutagenese in vitro é uma técnica usada para corrigir defeitos de um ou poucos genes, em genótipos de grande interesse, sendo considerada como um ajuste fino para a finalização de uma variedade (Pérez Ponce, 1998). Em comparação com a variação somaclonal, a indução de mutação em bananeira com o emprego da radiação gama em gemas adventícias apresenta maiores taxas de variações fenotípicas (Domingues et al., 1994; Tulmann Neto et al., 1995; Garcia et al., 2002).

O uso de mutagênicos físicos no melhoramento de banana foi sugerido antes de 1963 por Champion (Broertjes e Van Harten, 1988). Embora somente duas cultivares de banana constem na base de dados de variedades mutantes, 'Klue Hom Thong KU1' (maior tamanho do cacho e dos frutos) e 'Novaria' (Grande Naine com ciclo reduzido), ambas obtidas após irradiação com raios gama em explantes in vitro no final da década de 80 (Roux, 2004; FAO/IAEA, 2006), existem muitos relatos de obtenção de mutantes para diferentes características. Dentre essas, vale destacar a resistência à murcha de *Fusarium* (Epp, 1987; Smith et al., 1994; Bhagwat e Duncan, 1998; Ho et al., 2001), resistência à Sigatoka-negra (Pérez Ponce e Orellana, 1994), tolerância ao alumínio (Matsumoto e Yamaguchi, 1991), tolerância à salinidade (Kido, 2003), precocidade, porte baixo e maior rendimento (Jamaluddin, 1994; Hirimburegama et al., 2004; Resende, 2005). Estes resultados confirmam o potencial do emprego da indução de mutação no melhoramento de bananeira, visando a obtenção de características agrônômicas desejáveis, como porte baixo e resistência a algumas doenças.

Embriogênese somática

O primeiro relato de embriogênese somática em bananeira foi feito por Cronauer e Krikorian (1983), que obtiveram embriões somáticos a partir de suspensões celulares derivadas de ápices cultivados in vitro. A embriogênese somática é uma técnica que serve como base para outras técnicas (Figura 1). Culturas de calos embriogênicos podem ser utilizadas diretamente para a micropropagação de alguns genótipos que não respondem bem ao cultivo de meristemas (Moraes et al., 2004) e para transformação genética (Acereto-Escoffie et al., 2005), ou ainda ser cultivadas em meio líquido para obtenção de suspensões celulares as quais têm diferentes aplicações: transformação genética (Ganapathi et al., 2001), fusão de protoplastos (Matsumoto et al., 2002), mutagenese (Roux et al., 2004), criopreservação (Panis et al., 2004), micropropagação (Gómez-Kosky et al., 2000) e indução de variação somaclonal (Crouch et al., 1998). A transformação de células em suspensão é vantajosa uma vez que as plantas são regeneradas a partir de uma célula, evitando a formação de quimeras, e a taxa de regeneração é pelo menos cinco vezes mais alta quando comparada ao cultivo de meristema. Além disso, as células estão em divisão ativa, favorecendo a integração do T-DNA no genoma nuclear (Pineda et al., 2002).

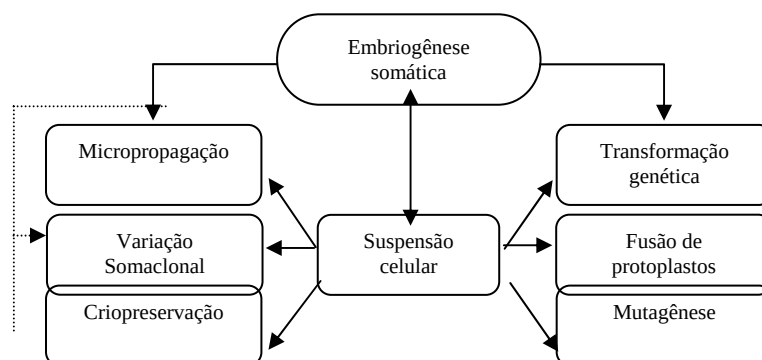


Figura 1. Diferentes técnicas que têm como base a embriogênese somática.

Hibridação somática

Um dos principais fatores que dificultam o progresso do melhoramento da bananeira usando métodos convencionais é a esterilidade das principais variedades devido à triploidia. A técnica de fusão de protoplastos, que permite a combinação assexual do genoma de duas plantas diferentes, constitui uma alternativa para superar a esterilidade e aumentar a variabilidade genética em bananeira (Assani et al., 2005). Além disso, esta técnica é uma estratégia apropriada para a transferência de características controladas por poligenes ou genes que tenham mecanismos moleculares desconhecidos, o que engloba a grande maioria dos caracteres de interesse econômico (produtividade, diversas resistências a pragas e moléstias, tolerância a estresses), enquanto que a transformação genética é vantajosa quando se trata da transferência de caracteres monogênicos, isto é, características gênicas controladas por um único gene (Binsfeld, 1999).

A fusão de protoplastos é considerada uma ferramenta útil para a produção de híbridos somáticos tetraplóides, que serão usados como parentais em cruzamentos com diplóides ou para a obtenção direta de híbridos somáticos triploides mediante a fusão de protoplastos haplóides e diplóides (Assani et al., 2003).

Em bananeira, existem poucos relatos de obtenção de híbridos somáticos, embora o sistema de regeneração de plantas a partir de protoplastos já tenha sido estabelecido para alguns genótipos (Megia et al., 1993; Panis et al., 1993; Matsumoto e Oka, 1998; Assani et al., 2001, 2002). Matsumoto et al. (2002) foram os primeiros a relatarem a obtenção de híbridos a partir da fusão de protoplastos da cultivar Maçã (AAB) e do diplóide 'Lidi' (AA), via eletrofusão. A análise de PCR identificou onze híbridos entre as 13 plantas regeneradas. O nível de ploidia foi determinado por citometria de fluxo, sendo detectado que 4 eram pentaplóides, 7 triplóides e duas diplóides. Assani et al. (2005) compararam a eficiência de dois métodos de fusão mais utilizados em diferentes espécies: químico (tratamento dos protoplastos com PEG, polietileno glicol) e elétrico, e verificaram que, em banana, a eficiência de fusão (taxa de fusão binária) foi maior com PEG, mas a eletrofusão foi melhor com relação à taxa de atividade mitótica e ao tempo para a formação de microcalos (embriogênese somática) e regeneração de plantas.

Tanto por eletrofusão quanto por PEG as fusões celulares ocorrem ao acaso, podendo haver fusões entre as células da mesma origem e de células de origens distintas (híbridos somáticos). Além disso, pode ter ainda células não fundidas, ficando difícil a identificação dos possíveis híbridos. Para auxiliar na identificação dos híbridos pode ser realizada uma pré-seleção utilizando marcadores morfológicos como tamanho, espessura e coloração da folha e espessura do pseudocaule, seguida de citometria de fluxo para determinar o nível de ploidia (Assani et al., 2005) e/ou marcadores moleculares (Matsumoto et al., 2002).

Duplicação de cromossomos

Triplóides secundários de bananeira podem ser produzidos mediante o cruzamento de triplóides primários com diplóides melhorados, porém o método é pouco eficiente e os resultados, insipientes. Uma alternativa seria a indução da duplicação de cromossomos de diplóides promissores e posterior cruzamento do autotetraplóide obtido com um diplóide elite (Van Duren et al., 1996). Portanto, a utilização desta metodologia permitiria a obtenção de triplóides secundários AAA. A indução de poliplóides com colchicina é um procedimento utilizado para várias espécies de plantas, entretanto pouco tem sido relatado a respeito de sua aplicação e de outros agentes antimitóticos para indução de poliplóides de bananeira in vitro (Hammil et al., 1992; Van Duren et al., 1996; Ganga e Chezhiyan, 2002). A duplicação dos cromossomos é resultante da afinidade dos agentes antimitóticos com o fuso, particularmente com a tubulina, inibindo a sua formação e, conseqüentemente, a divisão da célula. Como resultado, o número de cromossomos por célula será duplicado a cada ciclo mitótico na presença do inibidor.

Outro agente antimitótico que tem sido testado em *Musa* é a orizalina (3,5-dinitro-N4, N4-dipropilsulfanilamida), um herbicida dinitroanilina (DNH) que, assim como a colchicina, tem afinidade pela tubulina, uma subunidade da proteína do microtúbulo (Hugdahl e Morejohn, 1993). Este agente antimitótico induz tetraploidia em concentrações muito menores que as utilizadas para a colchicina (Sree Ramulu et al., 1991; Wan et al., 1991) devido à alta afinidade das dinitroanilinas pela tubulina e à estabilidade do complexo orizalina-tubulina (Hart e Sabins, 1976; Okamura, 1980). Além disso, a interferência da orizalina no sistema de transporte de Ca^{+2} nas organelas afeta a função deste íon na formação do microtúbulo (Weisenberg, 1972), o que pode ser responsável pela melhor eficiência deste antimitótico. Os dois modos de ação da orizalina, formação do complexo orizalina-tubulina e a interferência no sistema de transporte de Ca^{+2} , devem promover maior despolimerização do microtúbulo, resultando em maiores taxas de indução de tetraploidia em relação a colchicina, que atua somente formando um complexo colchicina-tubulina. A necessidade de utilização de concentrações mais baixas de orizalina é uma vantagem devido ao menor custo envolvido e também pela baixa fitotoxicidade, refletida em termos de ocorrência de outras ploidias mais altas que tetraploidia e de mixoploidia (Ganga e Chezhiyan, 2002).

Um sistema eficiente para indução de poliploidização requer um efetivo método para a verificação de ploidia. A estimativa de ploidia baseada na análise do número, tamanho e densidade de estômatos (Hammil et al., 1992; Van Duren et al., 1996) é um método fácil, entretanto, nem sempre é confiável devido a efeitos ambientais. A contagem de cromossomos constitui um método bastante útil, embora seja mais trabalhoso (Dessauw, 1988; Hammil et al., 1992; Ganga e Chezhiyan, 2002). Para a verificação de ploidia em larga escala tem sido realizada a análise do conteúdo de DNA nuclear utilizando citometria de fluxo (Van Duren et al., 1996; Dolezel et al., 1994).

Biotechnologia – estratégias para o melhoramento da bananeira na Embrapa

O programa de melhoramento genético da bananeira iniciado em 1983 na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical tem conseguido, por meio de hibridação artificial, gerar genótipos produtivos e

resistentes às principais doenças (Silva et al., 2001, 2004). Entretanto, a obtenção de híbridos tem sido dificultada pelo fato das cultivares serem triplóides e produzirem pouca ou nenhuma semente. Visando aumentar a percentagem e uniformidade de germinação das sementes híbridas obtidas vem sendo utilizada a cultura de embriões, superando assim as dificuldades devidas à insuficiência de endosperma e má formação de embriões. Sua utilização tem importância significativa em cruzamentos que envolvem as cultivares como genitores femininos. De modo geral, tais materiais produzem poucas sementes, e estas normalmente são inviáveis quando semeadas em vasos com substratos convencionais. Um maior número de plantas é recuperado pelo cultivo *in vitro*, que, no entanto, é ineficiente para recuperar híbridos sem endosperma e embriões muito deficientes (Shepherd et al., 1994; Neves et al., 2002). Além das técnicas de cultura de tecidos de uso rotineiro em apoio ao melhoramento, como a cultura de embriões e a micropropagação, recentemente o programa incorporou cinco estratégias visando superar as dificuldades do melhoramento convencional: mutagenese *in vitro*, duplicação de cromossomos, hibridação somática, fertilização *in vitro* e transformação genética (Figura 2). Adicionalmente, está sendo estabelecido um banco de germoplasma *in vitro*. Técnicas de biologia molecular também têm sido utilizadas como ferramenta auxiliar na caracterização dos genótipos e identificação de genes de resistência à doenças.

Mutagenese *in vitro*

A cultivar de bananeira mais usada no Norte e Nordeste do Brasil é a Pacovan, uma mutação da 'Prata', que apresenta porte alto, frutos 40% maiores que os da 'Prata' e um bom potencial de produtividade, apesar de sua moderada suscetibilidade ao mal-do-Panamá e alta suscetibilidade às Sigatokas amarela e negra (Silva et al., 1999). Híbridos da 'Pacovan' produtivos, resistentes às doenças (mal-do-Panamá, sigatokas amarela e negra) e com frutos de qualidade, mas com porte alto, como o PV42-68 (Pacovan Ken), vêm sendo gerados no programa de melhoramento de bananeira por hibridação na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (Silva et al., 2004).

A mutação usando raios gama foi recentemente incrementada no melhoramento de bananeira da Embrapa em parceria com o Centro Nacional de Energia Atômica (CENA/USP), visando à obtenção de plantas com porte baixo. A aplicação de radiação de 20 Gy em triplóides AAB (Pacovan) e 30 Gy em tetraplóides AAAB (Pacovan Ken) criou uma ampla variabilidade para porte e uma série de mutantes para outras características (Santos-Serejo et al., 2004; Resende et al., 2005). Fora selecionados 18 prováveis mutantes de Pacovan Ken e 23 de Pacovan que estão sendo avaliados em campo.

Duplicação dos cromossomos

A produção de triplóides secundários mediante a duplicação do número de cromossomos de um diplóide, com o posterior cruzamento do tetraplóide obtido com outro diplóide, tem sido utilizada em programas de melhoramento desenvolvidos no CIRAD – França (Tezenas du Montcel et al., 1994). Nesta linha de pesquisa, desenvolvida em parceria com a Universidade Federal de Lavras, estão sendo utilizados dois agentes antimitóticos (colchicina e orizalina) para duplicação de cromossomos de diplóides partenocárpicos. Com base em características morfológicas foram pré-selecionadas 53 plantas. O nível de ploidia será investigado mediante contagem de cromossomos e citometria de fluxo.

Hibridação somática

A hibridação somática permite a introdução de resistência/tolerância a pragas e outras características de interesse encontradas em bananas diplóides (AA), nas cultivares triplóides mediante processo assexual. O foco desta linha de pesquisa é a obtenção de híbridos somáticos das cultivares Grande Naine e Nanicao (subgrupo Cavendish), além de Maçã e Terra. Protocolos para embriogênese somática estão sendo ajustados, sendo que para a cultivar Terra, já foram obtidas plantas a partir de embriões somáticos (Morais et al., 2004) e de suspensões celulares.

Fertilização *in vitro*

A fertilização *in vitro* é uma técnica promissora para superar as barreiras que impedem a formação de sementes nas cultivares de bananeira. Na literatura são relatadas como causas da esterilidade em *Musa* a ocorrência de anomalias na meiose como assinapse, aborto de sacos embrionários e translocação. Em alguns casos foi constatado que a esterilidade não era de origem genética direta, mas uma consequência de condições particulares, talvez de natureza hormonal, como deficiência do crescimento do tubo polínico nos estigmas e estiletos, ou mesmo defeito na fusão dos núcleos (Shepherd et al., 1986, 1987; Silva et al., 2001; Fortescue e Turner, 2005).



Figura 2. Cultura de tecidos na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.

A) Cultura de embrião; B-C) Micropropagação; D-F) Duplicação de cromossomos;
G-I) Embriogênese somática; J-L) Suspensão celular; M-O) Fertilização *in vitro*.

O estabelecimento de uma tecnologia de fertilização *in vitro* é complexo e depende de fatores como: idade dos explantes, germinação adequada do pólen, crescimento do tubo polínico, entrada do tubo polínico nos óvulos e grau de fertilização (Yeung et al., 1981). Assim, visando o desenvolvimento de uma metodologia de fertilização *in vitro* para obtenção de híbridos de bananeira do Subgrupo Cavendish, inicialmente foram avaliadas a germinação *in vitro* e a viabilidade de grãos de pólen de híbridos diplóides (AA) gerados pelo programa de melhoramento genético da Embrapa. A percentagem de germinação dos grãos de pólen variou de 2,98% a 90% e o comprimento do tubo polínico de 0,67 a 4,25 mm, sendo que a maioria dos genótipos apresentou viabilidade de pólen acima de 90% (Soares, 2006). Os genótipos com maior percentagem de germinação e maior comprimento de pólen foram utilizados nos experimentos de fertilização *in vivo* e *in vitro*.

Estudos preliminares sobre as possíveis barreiras que impedem a formação de sementes em cultivares do subgrupo Cavendish estão sendo conduzidos, comparando-se o desenvolvimento dos óvulos de diplóides e triplóides após a polinização. Observou-se que nos diplóides, os óvulos aumentaram de tamanho a partir do segundo dia após a polinização, indicando que foram fertilizados, levando ao desenvolvimento das sementes. Por outro lado, nas cultivares triplóides houve redução no tamanho dos óvulos. As flores de cultivares Grande Naine e Nanicão apresentaram uma necrose na região distal do ovário já na antese, tanto em plantas que foram polinizadas quanto no controle, e que não foi observado nos diplóides. Este fato pode estar relacionado à ausência de sementes em bananeiras deste subgrupo (Soares et al., 2006). Com relação à fertilização *in vitro* *in si*, estão sendo testadas diferentes metodologias (Soares et al., 2004), de forma a adequar um protocolo que permita incorporar esta técnica ao programa de melhoramento da bananeira.

Transgenia

O moko constitui uma constante ameaça à cultura da banana no Brasil, uma vez que todas as variedades atualmente disponíveis são altamente sensíveis à doença. A bactéria pode se disseminar através de mudas que estejam contaminadas, insetos que costumam visitar as inflorescências das plantas e ferramentas que são usadas nas operações de colheita e de desbaste ou na remoção do pseudocaule das plantas cujos cachos já tenham sido colhidos, assim como de uma raiz para outra ou do solo que estiver infectado para a raiz da planta (Cordeiro e Kimati, 1997). A inexistência tanto de medidas de controle fitossanitário como de variedades resistentes acentua a gravidade da doença.

Algumas técnicas de biotecnologia vegetal podem oferecer uma ferramenta de auxílio no controle do moko. Mediante a transformação genética de plantas, uma única característica, como a resistência à doença, pode ser incorporada em uma espécie suscetível, conferindo resistência sem alterar as qualidades essenciais do clone. A transformação genética de plantas com genes codificando peptídeos antibacterianos é uma tecnologia bastante promissora na obtenção de plantas resistentes a doenças bacterianas. Dentre os peptídeos antibacterianos conhecidos, a sarcotoxina, sintetizado por *Sarcophaga peregrina*, tem demonstrado ser eficiente na inibição de diferentes bactérias fitopatogênicas (Ohshima et al., 1999). O potencial uso deste peptídeo na obtenção de plantas transgênicas resistentes a doenças bacterianas foi comprovado em diferentes espécies vegetais (Kobayashi et al., 2001; Soejima et al., 2000).

Com o objetivo de obter bananeiras transgênicas expressando peptídeos antibacterianos visando resistência às principais doenças bacterianas da cultura, como o moko, tecidos embriogênicos em suspensão de bananeira 'Terra Maranhão' foram utilizados para bombardeamento com o plasmídeo pST10, contendo o gene *stx* que codifica o peptídeo antibacteriano sarcotoxina IA. O gene *nptII*, que confere resistência ao antibiótico canamicina, foi utilizado como marcador de seleção *in vitro* das células transformadas. Aproximadamente 0,4 mL de cultura em suspensão foram utilizadas para experimentos de transformação genética via bombardeamento de partículas. Após o bombardeamento, as culturas foram transferidas para meio de cultura contendo 100 mg.L⁻¹ de canamicina, como agente seletivo. Os embriões regenerados foram transferidos para meio sem agente seletivo, para maturação. As plantas formadas foram cultivadas em meio de cultura MS. Análise de PCR confirmou a presença do gene *stx* em dezessete linhas (Moraes et al., 2006).

Conservação *in vitro* de germoplasma

A conservação de recursos genéticos tem sido reconhecida como um componente essencial ao melhoramento. A manutenção de bancos de germoplasma em condições de campo tem como maior desvantagem a vulnerabilidade. A conservação *in vitro* de germoplasma é vantajosa tanto por motivos econômicos quanto práticos, sendo um componente adicional importante do tratamento de recursos genéticos de plantas. O banco de germoplasma de bananeira da Embrapa Mandioca e fruticultura Tropical conta com 400 acessos mantidos no campo, parte dos quais está sendo mantida

in vitro em condições de crescimento mínimo. Também estão sendo introduzidos no banco in vitro 27 mutantes induzidos via radiação gama. A perspectiva é que em dois anos toda a coleção já tenha sido estabelecida no banco in vitro, tornando-se uma duplicata do germoplasma que esta em condições de campo.

Biologia molecular

Marcadores moleculares têm sido utilizados na caracterização de acessos do banco de germoplasma de bananeira da Embrapa. Entre os marcadores utilizados para a identificação e caracterização de genótipos, destacam-se aqueles baseados em PCR (*Polymerase Chain Reaction*), como o RAPD (*Randomly Amplified Polymorphic DNA*) e os microssatélites ou SSRs (*Simple Sequence Repeats*). O uso de microssatélites tem auxiliado na caracterização de cultivares triplóides e tetraplóides (Crest et al., 2003). Os marcadores também foram utilizados para investigar a variabilidade genética e as relações entre genótipos diplóides e triplóides, e os resultados obtidos auxiliarão a definir os cruzamentos de forma a maximizar a recuperação de genótipos de qualidade superior (Creste et al., 2004). Genótipos diplóides (AA) com níveis contrastantes de resistência à Sigatoka-amarela e negra, foram caracterizados utilizando-se marcadores RAPD (Ferreira et al., 2004).

Para garantir o registro e a proteção das cultivares geradas pelo programa de melhoramento, faz-se necessário sua caracterização. Tradicionalmente, vem sendo utilizados descritores morfológicos para o registro de variedades. No entanto, estes são influenciados pelo ambiente e são complexos em suas interações. Por serem mais estáveis, os descritores moleculares constituem um complemento à caracterização morfológica. Cultivares elite foram caracterizadas por meio de descritores morfológicos qualitativos e moleculares. Ambos descritores foram eficientes em agrupar os genótipos em função da origem e da constituição genética das cultivares. Os marcadores SSRs aliados à alta cobertura genômica dos marcadores RAPD, conseguiram diferenciar alguns genótipos aparentados como FHIA-18, PA42-44 e FHIA-01; porém os cultivares Preciosa, Pacovan Ken e Garantida apresentaram alta similaridade para os descritores morfológicos e moleculares utilizados. Com os *primers* selecionados poderá dar-se início a criação de um banco de dados moleculares indicando a necessidade de uso de novos *primers* para sua diferenciação (Jesus, 2006).

Recentemente, iniciou-se um estudo para avaliar a expressão diferencial de genes na interação *Musa* spp. x *Mycosphaerella fijiensis* e *Musa* spp x *Mycosphaerella musicola*. Quatro bibliotecas de c-DNA estão sendo sendo construídas para a interação *Musa* spp x *M. fijiensis* e duas sendo construídas para a interação *Musa* spp. x *M. musicola*. A construção das bibliotecas de cDNA está sendo conduzida com o apoio da Universidade Estadual de Santa Cruz – UESC, Ilhéus-BA.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Acereto-Escoffí, P.O.M.; Chi-Manzarena, B.H.; Echeverría- Echeverría, S.; Grijalva, R.; James Kay, A.; González-Estrada, T.; Castaño, E.; Rodríguez-Zapata, L.C. (2005). *Agrobacterium*-mediated transformation of *Musa acuminata* cv. "Grand Nain" scalps by vacuum infiltration. *Scientia Horticulturae* 105:359–371.
2. Alvard, D.; Cote, F.; Teisson, C. (1993). Comparison of methods of liquid medium culture for banana micropropagation. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 32:55-60.
3. Álvares, M.C.; Caldas, L.S. (2002). Crescimento, produção e variação somaclonal em bananeiras micropropagadas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37(3):415-420.
4. Alves, E.J.; Lima, M.B.; Santos-Serejo, J.A.; Trindade, A.V. (2004). Propagação. In: Borges, A.L.; Souza, L.S. (Org.). *A cultura da bananeira*. Cruz das Almas. p.59-86.
5. Arias, O. (1993). Commercial micropropagation of banana. In: International Network for the improvement of banana and plantain (Montpellier, França). INIBAP biotechnology application for banana and plantain improvement. Montpellier. p.139-142.
6. Arinaitwe, G.; Remy, S.; Strosse, H.; Swennen, R.; Sági, L. (2004). *Agrobacterium*- and particle bombardment-mediated transformation of a wide range of banana cultivars. In: Jain, S.M.; Swennen, R. (ed.). *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations*. Enfield: Science Publishers. p.351-357.
7. Asif, M.J.; Mak, C.; Othman, R.Y. (2001). In vitro embryo culture of wild *Musa acuminata* ssp. *malaccensis* and factors affecting germination and seedling growth. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 67:267-270.
8. Assani, A.; Bakry, F.; Kerbellec, F.; Haïcour, R.; Wenzel, G.; Foroughi-Wehr, B. (2003). Production of haploids from anther culture of banana [(*Musa balbisiana*) (BB)]. *Plant Cell Reports* 21:511-516.
9. Assani, A.; Chabane, D.; Haïcour, R.; Bakry, F.; Wenzel, G.; Foroughi-Wehr, B. (2005). Protoplast fusion in banana (*Musa* spp.): comparison of chemical (PEG: polyethylene glycol) and electrical procedure. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 83:145-151.
10. Assani, A.; Haïcour, R.; Wenzel, G.; Cote, F.; Bakry, F.; Foroughi-Wehr, B.; Ducreux, G.; Aguillar, M.E.; Grapin, A. (2001). Plant regeneration from protoplasts of dessert banana cv. Grande Naine (*Musa* spp., Cavendish sub-group AAA) via somatic embryogenesis. *Plant Cell Reports* 20:482-488.

11. Assani, A.; Haïcour, R.; Wenzel, G.; Cote, F.; Bakry, F.; Foroughi-Wehr, B.; Ducreux, G. (2002). Influence of donor material and genotype on protoplast regeneration in banana and plantain cultivars (*Musa* spp.). *Plant Science* 162:355-362.
12. Bairu, M.W.; Fennell, C.W.; Van Staden, J. (2006). The effect of plant growth regulators on somaclonal variation in Cavendish banana (*Musa* AAA cv. 'Zelig'). *Scientia Horticulturae* 108(4):347-351.
13. Bakry, F.; Carreel, F.; Caruana, M.L.; Cote, F.; Jenny, C.; Montcel, H.T. (1997). Les bananiers. In: Charrier, A., Jacquot, M., Hamon, S., Nicolas, D. (Eds.), *L'amélioration des Plantes Tropicales*, Cirad, Montpellier/ORSTOM, Bondy, p. 109-139.
14. Banerjee, N.; De Langhe, E. (1985). A tissue culture technique for rapid clonal propagation and storage under minimal growth conditions of *Musa* (banana and plantain). *Plant Cell Reports* 4:351-354.
15. Becker, D.K.; Dugdale, B.; Smith, M.K.; Harding, R.M.; Dale, J.L. (2000). Genetic transformation of Cavendish banana (*Musa* spp. AAA group) cv 'Grand Nain' via microprojectile bombardment. *Plant Cell Reports* 19:229-234.
16. Bhagwat, B.; Duncan, E.J. (1998). Mutation breeding of Highgate (*Musa acuminata* AAA) for tolerance to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* using gamma irradiation. *Euphytica* 101:143-150.
17. Binsfeld, P. C. (1999). Transferência genômica parcial. In: *Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento – Encarte Especial*. Ano II, n.8, Março/abril.
18. Broertjes, C.; Van Harten, A. M. (1988). *Applied mutation breeding for vegetatively propagated crops*. Elsevier Publishers, Amsterdam. 345p.
19. Cordeiro, Z.J.M.; Kimati, H. (1997). Doenças da bananeira (*Musa* spp.). In: Kimati, H.; Amorim, L.; Bergamin Filho, A.; Camargo, L.E.A.; Rezende, J.A.M. (eds). *Manual de Fitopatologia. : Doenças de plantas cultivadas*, 3 ed., v.2., São Paulo: Agronômica Ceres. p.112-136.
20. Cote, F.X.; Sandoval, J.A.; Marie, P.; Auboiron, E. (1993). Variations in micropropagated bananas and plantains: literature survey. *Fruits* 48, 15-22.
21. Cox, E.A.; Stotzky, G.; Goos, R.D. (1960). In vitro culture of *Musa balbisiana* Colla embryos. *Nature* 185:403-404.
22. Creste, S.; Tulmann Neto, A.; Silva, S.O.; Figueira, A. (2003). Genetic characterization of banana cultivars (*Musa* spp.) from Brazil using microsatellite markers. *Euphytica* 132:259-268.
23. Creste, S.; Tulmann Neto, A.; Vencovsky, R.; Silva, S.O.; Figueira, A. (2004). Genetic diversity of *Musa* diploid and triploid accessions from the Brazilian banana breeding program estimated by microsatellite markers. *Genetic Resources and Crop Evolution* 51:723-733.
24. Cronauer, S.; Krikorian, A.D. (1983). Somatic embryos from cultured tissue of triploid plantains (*Musa* ABB). *Plant Cell Reports* 2:89-291.
25. Cronauer, S.; Krikorian, A.D. (1984). Rapid multiplication of bananas and plantains by *in vitro* shoot tip culture. *HortScience* 19:234-235.
26. Crouch, J.H.; Vuylsteke, D.; Ortiz, R. (1998). Perspectives on the application of biotechnology to assist the genetic enhancement of plantain and banana (*Musa* spp.). *Electronic Journal of Biotechnology* 1(1):1-12.
27. Damasco, O.P.; Godwin, I.D.; Smith, M.K.; Adkins, S.W. (1996a). Gibberellic acid detection of dwarf off-types in micropropagated 'Cavendish' bananas. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 36:237-241.
28. Damasco, O.P.; Graham, G.C.; Henry, R.J.; Adkins, S.W.; Smith, M.K.; Godwin, I.D. (1996b). Random amplified polymorphic DNA (RAPD) detection of dwarf off-types in micropropagated 'Cavendish' (*Musa* spp. AAA) bananas. *Plant Cell Reports* 16:118-123.
29. Damasco, O.P.; Smith, M.K.; Adkins, S.W.; Godwin, I.D. (1998). Use of SCAR-based marker for early detection of dwarf off-types in micropropagated 'Cavendish' bananas, *Acta Horticulturae*, (461):157-164.
30. Dessauw, D. (1988). Etude des facteurs de la stérilité du bananier (*Musa* spp.) et des relations cytotoxicologiques entre *M. acuminata* COLLA et *M. balbisiana* COLLA. *Fruits* 43(11):615-638.
31. Dolezel, J.; Dolezelová, M.; Novak, F.J. (1994). Flow cytometric estimation of nuclear DNA amount in diploid bananas (*Musa acuminata* and *M. balbisiana*). *Biologia Plantarum* 36:351-357.
32. Dolezelová, M.; Dolezel, J.; Van den Houve, I.; Roux, N.; Swennen, R. (2005). Ploidy levels revealed. *InfoMusa* 14(1):34-36.
33. Domingues, E.T.; Tulmann-Neto, A.; Mendes, B.M.J.; Ando, A. (1994). Efeitos de doses de raios-gama em ápices caulinares de bananeira (*Musa* sp) desenvolvidos *in vitro* visando a indução de mutação. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 29(7):1091-109.
34. Drew, R.A.; Smith, M.K. (1990). Field evaluation of tissue-cultured bananas in south-eastern Queensland. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 30:569-574.
35. Emaldi, U.; Trujillo, I.; García, E. (2004). Comparison of characteristics of bananas (*Musa* sp.) from the somaclone CIEN BTA-03 and its parental clone Williams. *Fruits* 59:257-263.
36. Epp, M. D. (1987). Somaclonal variation in bananas: a case study with *Fusarium* wilt. In: Persley, G. J.; De Langhe, E. A. (Ed.). *Banana and plantain breeding strategies*. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra. p.140-150.
37. FAO/IAEA. Mutant varieties database - MVD. Disponível em: <http://www-infocris.iaea.org/MVD/>. Acesso em: 15 maio 2006.
38. Ferreira, C.F.; Silva, S.O.; Damasceno Sobrinho, L.P.; Damasceno, S.C.S.; Alves, F.S.A.A.; Paz, O.P. (2004). Molecular characterization of banana (AA) diploid with contrasting levels of black and yellow sigatoka resistance. *American Journal of Applied Sciences* 1(4):276-278.
39. Fortescue, J.A.; Turner, D.W. (2005). Growth and development of ovules of banana, plantain and enset (*Musaceae*). *Scientia Horticulturae* 104:463-478.
40. Ganapathi, T.R.; Higgs, N.S.; Bailint-Kurti, P.J.; Arntzen, C.J.; May, G.D.; Van Eck, J.M. (2001). *Agrobacterium*-mediated transformation of embryogenic cell suspensions of the banana cultivar Rasthali (AAB). *Plant Cell Reports* 20:157-162.
41. Ganga, M.; Chezhiyan, N. (2002). Influence of the antimitotic agents colchicine and oryzalin on *in vitro* regeneration and chromosome doubling of diploid bananas (*Musa* spp.). *Journal of Horticultural Science & Biotechnology* 77(5):572-575.

42. Garcia, L.R.; Pérez, P.J.; Bermúdez, I.C.; Orellana, P.P.; Veitia, N.R.; Garcia, L.R.; Padrón, Y.M.; Romero, C.Q. (2002). Comparative study of variability produced by induced mutation and tissue culture in banana (*Musa* sp.) cv 'Grande naine'. *InfoMusa*, 11(2):4-6.
43. Giménez, C.; Palacios, G.; Colmenares, M.; Kahl, G. (2005). SAMPL: A technique for somaclonal variation fingerprinting in *Musa*. *Plant Molecular Biology Reporter* 23:263-269.
44. Gómez-Kosky, R.; Gilliard, T.; Barranco, L.A.; Reyes, M. (2000). Somatic embryogenesis in liquid media: maturation and enhancement of germination of the hybrid cultivar FHIA-18 (AAAB). *InfoMusa* 9(1):12-16.
45. Hamill, S.D.; Smith, M.K.; Dood, W.A. 1992. In vitro induction of banana autotetraploid by colchicine treatment of micropropagated diploids. *Australian Journal of Botany* 40:887-896.
46. Hart, J.W.; Sabnis, D.D. 1976. Binding of colchicine and luminocolchicine to components in plant extracts. *Phytochemistry* 15:1897.
47. Hirimburegama, W.K.; Dias, W.K.G.; Hirimburegama, K. (2004). Banana improvement through gamma irradiation and testing for banana bract mosaic virus in Sri Lanka. In: Jain, S.M.; Swennen, R. (ed.). *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations*. Enfield: Science Publishers. p.79-85.
48. Ho, Y. M.; Mak, C.; Liew, K. W. (2001). Selection of banana cultivars for tolerance to fusarium wilt race 4 in Malaysia. In: Molina, A. B.; Nik Masdek, N. H.; Liew, K. W. (Ed.). *Banana Fusarium wilt management: towards sustainable cultivation*. International Network for the Improvement of Bananas and Plantains – Asia and Pacific Network, Los Baños, Laguna. p.234-242.
49. Houllou-Kido, L.M.; Kido, E.A.; Falco, M.C.; Silva Filho, M.C.; Figueira, A.V.O.; Nogueira, N.L.; Rossi, M.L.; Tulmann Neto, A. (2005). Somatic embryogenesis and the effect of particle bombardment on banana Maçã regeneration. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 40(11):1081-1086.
50. Hugdahl, J.D.; Morejohn, L.C. 1993. Rapid and reversible high affinity binding of the dinitroaniline herbicide oryzalin to tubulin from *Zea mays* L. *Plant Physiology* 102:725-740.
51. Hwang, S. C., and Ko, W. H. 1988. Mutants of Cavendish banana resistant to race 4 of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. *Plant Protection Bulletin (Taiwan)* 30:386-392.
52. Hwang, S.C.; Ko, W.H. (2004). Cavendish banana cultivars resistant to *Fusarium* wilt acquired through somaclonal variation in Taiwan. *Plant Disease* 88(6):580-588.
53. Israeli, Y.; Reunveni, O.; Lahav, E. 1991. Qualitative aspect of somaclonal variation in banana propagated by in vitro techniques. *Scientia Horticulturae*, 48:71-88.
54. Jamaluddin, S.H. 1994. Mutation breeding of banana in Malaysia. In: Jones, D.R. (ed) *The improvement and testing of Musa: a global Workshop*. Montpellier, INIBAP. p. 228-232.
55. Jesus, O.N. 2006. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira. 83p. Dissertação (Mestrado em Melhoramento Genético de Plantas) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
56. Khanna, H.; Becker, D.; Kleidon, J.; Dale, J. (2004). Centrifugation assisted *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation (CAAT) of embryogenic cell suspensions of banana (*Musa* spp. Cavendish AAA and Lady finger AAB). *Molecular Breeding* 14:239-252.
57. Khayat, E.; Duvdevani, A.; Lahav, E.; Ballesteros, B.A. (2004). Somaclonal variation in banana (*Musa acuminata* cv. Grande Naine). Genetic mechanism, frequency, and application as a tool for clonal selection. In: Jain, S.M. e Swennen, R. (eds). *Banana Improvement: Cellular, Molecular Biology, and Induced Mutations*. Science Publishers. p.97-109.
58. Kido, L.M.H. (2003). Irradiação de gemas axilares, suspensão celular e protoplastos de bananeira cv. Maçã (*Musa* spp.), visando a seleção de mutantes resistentes à salinidade. 136p. Tese (Doutorado em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
59. Kobayashi, A.K.; Bepalhok Filho, J.C.; Pereira, L.F.P.; Molinari, H.B.; Galvão, R.F.; Vieira, L.G.E. (2001). *Agrobacterium*-mediated transformation of sweet orange cv. Pera (*Citrus sinensis* L. Osbeck) with sarcotoxin antibacterial peptide. In: Encontro Latino Americano de Biotecnologia Vegetal, 4. Goiânia. Resumos...Goiânia: REDBIO. p.125.
60. Matsumoto, K.; Brandão, A.K.C. (2002). Comparison of temporary and permanent immersion systems for the *in vitro* culture of banana. *InfoMusa*, 11(2):36-37.
61. Matsumoto, K.; Morais, L.S.; Viana, G.R.; Aragão, F.J.L.; Rech, E.L. (2002). Genetic transformation of banana embryogenic cells through particle bombardment using a herbicide resistance gene as selectable marker. *Acta Horticulturae* (575):61-67.
62. Matsumoto, K.; Vilarinhos, A.D.; Oka, S. (2002). Somatic hybridization by electrofusion of banana protoplasts. *Euphytica* 125:317-324.
63. Matsumoto, K.; Oka, S. (1998). Plant regeneration from protoplasts of a Brazilian dessert banana (*Musa* spp. AAB Group). *Acta Horticulturae* 490:455-462.
64. Matsumoto, K.; Yamaguchi, H. (1991). Induction and selection of aluminium tolerance in the banana. In: International Atomic Energy Agency. *Plant mutation breeding to crop improvement*. Viena; IAEA. p.249-255.
65. May, G.D.; Afza, R.; Mason, H.S.; Wieko, A.; Novak, F.J.; Arntzen, C.J. (1995). Generation of transgenic banana (*Musa acuminata*) plants via *Agrobacterium*-mediated transformation. *Bio/Technology* 13:486-492.
66. Megia, R.; Haïcour, R.; Tizroutine, S.; Bui Trang, V.; Rossignol, L.; Sihachakr, D.; Schwendiman, J. (1993). Plant regeneration from cultured protoplasts of cooking banana cv. Bluggoe (*Musa* spp., ABB group). *Plant Cell Reports* 13:41-44.
67. Morais, L.S.; Santos-Serejo, J.A.; Ferreira, C.F.; Silva, S.O.; Kobayashi, A.K. (2006). Transformação genética de bananeira visando resistência a doenças bacterianas. XIX Congresso Brasileiro de Fruticultura, Cabo Frio, RJ.
68. Morais, L.S.; Silva, S.O.; Santos-Serejo, J. A. (2004). Induction of callus in banana *Musa* spp and establishment of embryogenic cell suspension. In: XVI Reunión Internacional ACORBAT, Oaxaca. p.186-186.
69. Muhammad, A.J.; Othman, R.Y. (2005). Characterization of *Fusarium* wilt-resistant and *Fusarium* wilt-susceptible somaclones of banana cultivar Rasthali (*Musa* AAB) by Random Amplified Polymorphic DNA and Retrotransposon Markers. *Plant Molecular Biology Reporter* 23:241-249.
70. Neves, T.S.; Silva, S.O.; Oliveira, R.P. (2002). Desenvolvimento in vitro de plântulas de diplóides de bananeira obtidas a partir de cultura de embriões. *Revista Brasileira de Fruticultura* 24(1):6-9.

71. Ohshima, M., Mitsuahara, I., Okamoto, M., Sawano, S., Nishiyama, K., Kaku, H., Natori, S., and Ohashi, Y. (1999). Enhanced resistance to bacterial disease of transgenic tobacco plants overexpressing sarcotoxin IA, a bactericidal peptide of insect. *The Journal of Biochemistry* 125:431-435.
72. Okamura, S. (1980). Binding of colchicine to asoluble fraction of carrot cells grown in suspension cultures. *Planta* 149:350.
73. Panis, B. (1995). Cryopreservation of *Musa* germplasm. *InfoMusa* 4:17-20.
74. Panis, B.; Thinh, N.T. (2001). Cryopresevation of *Musa* germplasm. INIBAP technical Guidelines 5. Escalant, J.V.; Sharrock, S. (eds). International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, France. 44p.
75. Panis, B.; Strosse, H.; Remy, S.; Sági, L.; Swennen, R. (2004). Cryopreservation of banana tissue: suport for germplasm conservation and banana improvement. In: Jain, S.M. e Swennen, R. (eds). *Banana Improvement: Cellular, Molecular Biology, and Induced Mutations*. Science Publishers. p.13-21.
76. Panis, B.; Totté, N.; Van Nimmen, K.; Withers, L.; Swennen, R. (1996). Cryopreservation of banana (*Musa* spp.) meristem cultures after preculture on sucrose. *Plant Science* 121:95-106.
77. Panis, B.; Wauwe, A.W.; Swennen, R. (1993). Plant regeneration through direct somatic embryogenesis from protoplasts of banana (*Musa* spp.). *Plant Cell Reports* 12:403-407.
78. Pei, X.; Chen, S.; Wen, R.; Ye, S.; Huang, J.; Zhang, Y.; Wang, B.; Wang, Z.; Jia, S. (2005). Creation of transgenic bananas expressing human lysozyme gene for Panama wilt resistance. *Journal of Integrative Plant Biology* (formely *Acta Botanica Sinica*) 47(8):971-977.
79. Pérez Ponce J.; Orellana, P. (1994). *Musa* Improvement in Cuba In: JONES D.R. (ed). *The Improvement and testing of Musa: a global Workshop*. Montpellier, INIBAP. p.203- 206.
80. Pérez Ponce, J.N. (1998). Mutageneses in vitro. In: Pérez Ponce (ed.). *Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología*. Santa Clara, Cu. Instituto de Biotecnología de las plantas 1:297-326.
81. Pineda, C.R.; Toro Perea, N.; Narvaez, J.; Orozco, M.L.; Laignelet, A.; Cárdenas, H. (2002). Genetic transformation by *Agrobacterium tumefaciens* of embryogenic cell suspensions of plantain 'Dominico hartón' (*Musa* AAB Simmonds). *InfoMusa* 11(2):9-13.
82. Protocolo de Cartagena sobre Biossegurança. Disponível em: www.ctnbio.gov.br/index.php?action=/content/view&cod_objeto=1177
83. Resende, J.C.F. (2005). Melhoramento da bananeira (*Musa* spp.) utilizando indução de mutação com raios gama e variação somaclonal para a redução da altura de plantas. 155p. Tese (Doutorado em Energia Nuclear na Agricultura) – Centro de Energia Nuclear na Agrucultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba.
84. Reuveni, O.; Israeli, Y.; Lahav, E. (1996). Somaclonal variation in bananas. In: Bajaj, Y.P.S. (ed). *Biotechnology in agriculture and forestry, somaclonal variation in crop improvement* II. p. 174-196.
85. Robinson, J.C.; Fraser, C.; Eckstein, K. (1993). A field comparison of conventional suckers with tissue culture banana planting material over three crop cycles. *Journal of Horticultural Science* 68:831- 836.
86. Roels, S.; Escalona, M.; Cejas, I.; Noceda, C.; Rodriguez, R.; Canal, M.J.; Sandoval, J.; Debergh, P. (2005). Optimization of plantain (*Musa* AAB) micropropagation by temporary immersion system. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 82:57-66.
87. Roels, S.; Noceda, C.; Escalona, M.; Sandoval, J.; Canal, M.J.; Rodriguez, R.; Debergh, P. (2006). The effect of headspace renewal in a temporary immersion bioreactor on plantain (*Musa* AAB) shoot proliferation and quality. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 84:155-163.
88. Roux, N.S. (2004). Mutation induction in *Musa* – review. In: Jain, S.M.; Swennen, R. (ed.). *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations*. Enfield: Science Publishers. p.23-32.
89. Rowe, P.; Rosales, F.E. (1996). Bananas and plantains. In: Janick, J.; Moore, J. (ed) *Fruit Breeding*. Vol. 1: Tree and Tropical Fruits. New York, John Wiley. p.167-211.
90. Sagi, L.; Panis, B.; Remy, S.; Schoofs, H.; De Smet, K.; Swennen, R.; Bruno, P.A.C. (1995). Genetic transformation of banana and plantain (*Musa* spp.) via particle bombardment. *Biotechnology* 13:481-485.
91. Sagi, L.; Remy, S.; Panis, B.; Swennen, R.; Volckaert, G. (1994). Transient gene expression in electroporated banana (*Musa* spp. Cv. Bluggoe, ABB group) protoplast isolated from regenerable embryogenic cell suspensions. *Plant Cell Reports* 13:262–266.
92. Santos-Serejo, J.A.; Silva, S.O.; Dias, D.L. (2004). *Musa* mutants induced by gamma radiation. In: XVI Reunión Internacional ACORBAT, 2004, Oaxaca. ACORBAT. p.263-263.
93. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. (1992). Disponível em: <http://www.biodiv.org/convention/articles.asp#>
94. Shepherd, K.; Dantas, J.L.L.; Alves, E.J. (1986). Melhoramento genético da bananeira. *Informe Agropecuário* 12:11-19.
95. Shepherd, K.; Dantas, J. L. L.; Alves, E. J. (1987). Banana breeding in Brasil. In: Persley, G. J. De Langhe, E. A. (ed.). *Banana and plantain breeding strategies* Canberra: Australian Center for International Agricultural Research, p.78-83.
96. Shepherd, K.; Dantas, J.L.L.; Silva, S.O. (1994). Breeding Prata e Maçã for Brazil. In: Global Conference of the International Musa Testing Program; INIBAP, San Pedro Sula, Honduras, 27-30/04/1994. Proceedings, Montpellier, INIBAP. p 157-168.
97. Shepherd, K.; Santos, J. A. (1996). Mitotic instability in banana varieties. I - Plants from callus and shoot tip cultures. *Fruits* 51:5-11.
98. Silva, S.O.; Souza Junior, M.T.; Alves, É.J.; Silveira, J.R.S.; Lima, M.B. (2001). Banana breeding program at Embrapa. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 1:399-436.
99. Silva, S. O; Santos-Serejo, J. A; Cordeiro, Z. J. M. (2004). Variedades. In: Borges, A. L; Souza, L. S. *O cultivo da bananeira*. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas. p. 45-58.
100. Silva, S.O.; Shepherd, K; Alves, E.J. (1999). Cultivares de banana. In: Alves, E. J. (ed.). *A cultura da banana. Aspectos técnicos socioeconômicos e agroindustriais*. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI. p. 85 – 105.
101. Silva, S.O.; Souza Junior, M.T.; Alves, E.J.; Silveira, J.R.S.; Lima, M.B. (2001). Banana breeding program at Embrapa. *Crop Breeding and Applied Biotechnology* 1: 399-436.

102. Smith, M.K.; Hamil, S.D.; Langdon, P.W.; Pegg, K.G. (1994). Mutation breeding for banana improvement in Australia. In: Jones D.R. (Ed). The Improvement and Testing of *Musa*: a Global Workshop. Montpellier: INIBAP. p.233-241.
103. Soares, T.L. Costa, M. A. P. C., Souza, A. S., Jesus, O. N., Souza, E.H., Silva, S. O., Santos-Serejo, J. A. (2006). Fertilização *in vivo* de bananeira. XVII Reunión Internacional ACORBAT, neste volume.
104. Soares, T.L. (2006). Fertilização *in vitro*: uma estratégia para o melhoramento genético de bananeira. 81p. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) – Escola de Agronomia, Universidade federal da Bahia, Cruz das Almas.
105. Soares, T.L.; Santos-Serejo, J. A.; Souza, A.S.; Silva, S. O. (2004). In vitro fertilization of banana for the obtainment of Grand Naine hybrids. In: XVI Reunión Internacional ACORBAT, 2004, Oaxaca. ACORBAT. p. 261-261.
106. Soejima, J.; Abe, K.; Kotoda, N.; Kato, H. (2000). Recent progress of apple breeding at the Apple Research Center in Morioka. *Acta Horticulturae* 538:211-214.
107. Souza, F.V.D.; Carvalho, M.A.P.; Souza, A. da S. (1998). Variação somaclonal em bananeiras. *Magistra* 2(10):85-98.
108. Sree Ramulu, K.; Verhoeven, H.A.; Dijkhuis, P. (1991). Mitotic blocking, micronucleation and chromosome doubling by oryzalin, amiprofos methyl and colchicine in potato. *Protoplasma* 160: 65-73.
109. Sunil Kumar, G.B.; Ganapathi, T.R.; Revathi, C.J.; Srivivas, L.; Bapat, V.A. (2005). Expression of hepatitis B surface antigen in transgenic banana plants. *Planta* 222:484-493.
110. Tezenas du Montcel, H.; Bakry, F.; Horry, J.P. (1994). Breeding for the improvement or banana and plantain. *Proceedings of the first meeting of the Musa breeders' Network, Honduras*. p. 27-30.
111. Trujillo, I.; Garcia, E. (1996). Strategies for obtaining somaclonal variants resistant to yellow Sigatoka (*Mycosphaerella musicola*). *InfoMusa* 5(2):12-13.
112. Tulmann Neto, A.; Mendes, B.M.J.; Latado, R.R.; Santos, P.C.; Boliani, A. (1995). In vitro mutation induction for resistance to *Fusarium* wilt in the banana. In: *Induced mutations and molecular techniques for crop improvement*, International Atomic Energy Agency, Viena-Austria, pp.641-642.
113. Van den Houve, I.; de Smet, K.; Tézenas du Montcel, H.; Swennen, R. (1995). Variability in storage potential of banana shoot cultures under medium term storage conditions. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 42:269-274.
114. Van Duren, M.; Morpurgo, R.; Dolezel, J.; Afza, R. (1996). Induction and verification of autotetraploids in diploid banana (*Musa acuminata*) by in vitro techniques. *Euphytica* 88:25-34.
115. Van Harten, A. M. (1998). *Mutation breeding: Theory and practical applications*. Cambridge: Cambridge University Press. 353p.
116. Vidal, M.C.; Garcia, E. (2000). Analysis of a *Musa* spp. somaclonal variant resistant to yellow Sigatoka. *Plant Molecular Biology Reporter* 18:23-31.
117. Vilarinhos, A.D.; Oliveira, A.M.S.; Paz, O.P.; Oliveira, R.P.; Silva, S.O.; Barbosa, C.J. (1998). Utilização de marcadores RAPD na identificação precoce de variantes somaclonais em bananeiras do subgrupo Cavendish. *Pesquisa em andamento (EMBRAPA/CNPMP)* 58: 1-3.
118. Vuylsteke, D.; Ortiz, R. (1996). Field performance of conventional vs. *in vitro* propagules of plantain (*Musa* spp., AAB group). *HortScience* 31:862-865.
119. Vuylsteke, D.; Ortiz, R.; Ferris, R.S.B.; Crouch, J.H. (1997). Plantain improvement. *Plant Breeding Reviews* 14:267-320.
120. Vuylsteke, D.; Swennen, R. (2003). Genetic improvement of plantains: the potential of conventional approaches and the interface with in vitro culture and biotechnology. In: *Biotechnology applications for banana and plantain improvement* (p. 169-176). *Proceedings of a workshop, San Jose, Costa Rica, 27-31 January 1992*. Montpellier, INIBAP.
121. Vuylsteke, D.; Swennen, R.; De Lange, E. (1991). Somaclonal variants in plantains (*Musa* spp., AAB group) derived from shoot-tip culture. *Fruit* 46(4):429-439.
122. Vuylsteke, D.; Swennen, R.; De Lange, E. (1990). Tissue culture technology for the improvement of African plantains. In: Fullerton, R.A.; Stover, R.H. (ed). *Sigatoka leaf spot diseases of bananas*. Montpellier, INIBAP. p.316-337.
123. Wan, Y.; Duncan, D.R.; Rayburn, A.L.; Petolino, J.F.; Widholm, J.M. (1991). The use of antimicrotubule herbicides for the production of doubled haploid plants from anther derived maize callus. *Theoretical and Applied Genetics* 81:205-211.
124. Weisenberg, R.C. (1972). Microtubule formation in vitro in solutions staining low calcium concentrations. *Science* 177:111-115.
125. Yeung, E.C.; Thorpe, T.A.; Jensen, C.J. (1981). *In vitro* fertilization and embryo culture. In: Thorpe, T. A. (ed). *Plant tissue culture: methods and applications in agriculture*. New York: Academic Press. p. 253-271.
126. Zaid, A.; Hughes, H.G.; Porceddu, E.; Nicholas, F. (2001). *Glossary of Biotechnology for Food and Agriculture - A Revised and Augmented Edition of the Glossary of Biotechnology and Genetic Engineering*. FAO Research and Technology Paper 9. Disponível em http://www.fao.org/biotech/index_glossary.asp.
127. Zerda, A.A. (1991). Successes and prospects in biotechnology in Colombia: the case of bananas and flowers. *Revista Nacional de Agricultura* 897:89-94.

TRANSCONTINENTAL DISEASES THAT ARE POTENTIAL THREAT TO THE BANANA INDUSTRY IN LATIN AMERICA

DOENÇAS TRANSCONTINENTAIS COM RISCO POTENCIAL PARA A BANANICULTURA LATINO AMERICANA

Agustin B. Molina Jr

Regional Coordinator, International Network for the Improvement of Banana and Plantain (INIBAP), Asia Pacific,
3F Khush Hall, International Rice Research Institute, Los Baños, Laguna, The Philippines

INTRODUCTION

Banana and plantain are important fruit crops of Latin America and the Caribbean. About one third of the global banana production comes from this region where the crop is an important source of food and income for many small-scale growers. Moreover, the region is the major supplier of bananas to the North American and European markets. Banana exports provide a major source of foreign exchange for Ecuador, Columbia and many Central American and Caribbean countries.

Pests and diseases remain a major banana production concern in the region. There are good reasons why banana growers consider pests and diseases as a major threat and constraint to the productivity of the banana industry. The devastating and costly battle against Panama wilt epidemic that led to the demise of the Gros Michel variety in commercial plantations in the 1950s is a classic example of how a disease could bring havoc to the industry. The huge investments by plantation owners to manage black Sigatoka, nematodes and Moko, together with the inherent adverse effects of chemical control methods commonly employed, highlight the deleterious significance of pests and diseases.

In spite of the presence of several major banana diseases, banana growers in Latin America are still fortunate that other devastating pathogens or pathogenic strains (races) are not yet found in this hemisphere. On the other hand, Asia and the Pacific region which is recognized as the center of *Musa* diversity, is also an area where the diversity of pests and diseases are found ravaging the crop. Some of these pathogens are certainly potential threats to the banana industry in Latin America and the Caribbean owing to the same agroecological conditions in which these pathogens prevail and the cultivars that they attack in Asia.

A lesson from black Sigatoka

Experiences tell us that some devastating diseases in Latin America and the Caribbean were not endemic but were rather introduced from outside of this region. The pathogen *Mycopaherella fijiensis*, the causal organism of the most economically important banana disease in Latin America is a good example of how a pathogen can move from one continent to the other, cause damage in the country of introduction and then spread to other countries. *Mycosoahaerella fijiensis* was first observed in Fiji in 1963, although it may have been present in Asia much earlier (3, 32). Its first appearance in Latin America was in Honduras in 1972 (32). It was first noticed on the experimental farms of United Fruit Company in La Lima. The first epidemic of Black Sigatoka was observed on commercial banana farms along the Ulua River. It took almost 10 years for black Sigatoka to move from Honduras to the borders of Panama and Costa Rica and another 6 years to reach Ecuador. It reached the northern part of Brazil along the borders of Peru along the Amazon River in 1998 (7), and symptoms of Black Sigatoka were first observed in Puerto Rico in 2004 (14).

Although it is difficult if not impossible to document the exact details of how this pathogen moved through intercontinental divide, it is logical to think that black Sigatoka might have been introduced through the movements by man of infected plants or plant parts from Asia to Latin America, rather than through the natural airborne dispersal route. The spread of black Sigatoka within the Latin American region could have been most likely through natural airborne spread of the pathogen and/or movements of infected plant parts.

The economic significance of black Sigatoka in the Cavendish industry is mind boggling. Where this disease is found infecting Cavendish plantation crop, about \$ 1,000.00 per hectare per year is spent to manage it. More than US\$ 300 million is estimated to be the annual expenditure for controlling this disease primarily by chemical method. This is not to mention the direct fruit losses in the field and in the market because of the effects of Black Sigatoka on fruit quality.

Diseases in Asia that may be a threat to the banana industry of Latin America and the Caribbean

It is often said in Plant Pathology that prevention is better than cure. Nevertheless, the development and use of disease-resistant varieties is commonly advocated by agricultural scientists as the long term and most practical way of managing plant diseases. While host plant resistance and other control tactics like chemical control maybe effective components of a disease management system in areas where the disease is already present, we often underestimate the importance of exclusion or prevention of incursion of new disease as part of a holistic approach in managing diseases. Indeed majority of R&D efforts are focused on “cure” rather than prevention, mostly towards breeding for disease resistance. Incidentally, breeding for disease resistance in bananas has not been as successful compared to other crops. For some fungal and bacterial pathogens that are not yet widely geographically distributed and have no known effective host resistance and chemical control, exclusion is of obvious importance.

In general banana diseases are not universally present in all growing areas. Some major banana diseases and/or pathogenic races that cause epidemics in other continents are not yet found in Latin America. The prevention of incursion or introduction of these diseases to the region merits serious consideration. While there are many diseases and/or strains of pathogens in Asia that are not yet found in Latin America, this paper will focus on four major diseases of great importance, with emphasis on Tropical Race 4 of *Fusarium* wilt. These diseases are reviewed in this paper so that efforts may be done to develop strategies to prevent them from finding their way to Latin America where banana production is important for both local and international trade.

1. *Fusarium* wilt

The threat of Tropical Race 4.

Much have been said and written about *Fusarium* wilt or Panama wilt caused by *Fusarium oxysporum* f. sp. *Cubense* (*Foc*) (22, 25, 26, 27, 33). The disease is still a major banana production constraint in the western hemisphere. Susceptible varieties such as “silk” type, Gros Michel are now hardly grown by small scale growers because of Panama wilt. Even the popular Brazilian Pome variety which is less susceptible to the disease is somehow affected. Nevertheless, even after more than 50 years of monoculture and continuous cropping in heavily *Foc* infested soils in Latin America and the Caribbean, the Cavendish varieties remain resistant and unaffected. This phenomenon supports the belief that the *Foc* population structure is relatively stable as it does not have the sexual reproductive stage for genetic recombination. Hence, the threat of a new race of *Foc* that can affect the very important Cavendish industry may most likely come from the outside of the western hemisphere.

This paper will underscore *Foc* Tropical Race 4, considered the most dreaded of all identified races of the banana *Fusarium* wilt pathogen. Four races are currently recognized based on their pathogenicity to different *Musa* varieties (25, 27). Race 1 is pathogenic to Gros Michel and AAB dessert cultivars such as Silk and Pome. Race 2 affects Bluggoe and other closely related ABB cooking bananas. Race 3 is relatively unimportant as it is only pathogenic to *Heliconia* spp. Race 4 infects Cavendish cultivars. Unlike in other pathosystems, Race in *Foc* does not signify genetic relationship with the host, but rather representing group of strains infecting a group of cultivars under certain field conditions. Another classification system of the *Foc* pathogen is vegetative compatibility groups (VCG) (28). Twenty-one VCGs have so far been identified and most of these come from Asia (2, 25, 27). Incidentally there is no distinct relationship between VCGs and races. For example, some of the VCGs infecting Cavendish in certain environmental conditions (therefore classified as Race 4) are of the same VCGs considered as Race 1 in another agroecological situation (25, 27). However, VCG01213-01216 is highlighted here as it has been consistently associated with severe *Fusarium* wilt epidemic in Cavendish plantations under normal tropical banana growing conditions in Asia (2, 4, 15, 23, 27). This VCG, currently referred to as Tropical Race 4 (TR4), is not yet found in Latin America. Because of its virulence to broad cultivars including Cavendish, and the fact that Cavendish is of major importance in this region, *Foc* TR4 is therefore considered a significant potential threat to the Latin American banana industry.

Occurrence and spread of TR4 epidemic in Asia.

It is believed that *Foc* and its major clonal lineages have coevolved with its diverse hosts in Asia (27). The virulent TR4 obviously is endemic in this part of the world. This paper will not review the many phylogenetic diversity studies on *Foc*, but will rather highlight the field epidemic experiences and

disease spread in Asia if only to underscore the potential threats to the major cultivars of trade in Latin America.

Taiwan. The first epidemic of *Foc* in Cavendish hit Taiwan in 1967 (33). The Taiwan banana industry is practically Cavendish-base and it was the original major banana exporter to Japan. In the 1960s, Taiwan used to have about 50,000 hectare of banana plantations. The decline of the industry shifted in the 70s because of foreign competition and high production cost. While Taiwan is still a major producer of Cavendish, the management of *Foc* had increased the production costs significantly and negatively contributed to Taiwan's competitiveness in the export business. It was reported recently that only about 6,000 hectares are currently planted to Cavendish banana plantations, 4,000 hectares of which are heavily infested by *Foc* (12). While there are other VCGs found in Taiwan, the identification of VCG01213-01216 in epidemics of *Foc* makes this VCG of paramount importance as most of the growing period in Southern Taiwan is of tropical conditions.

The survival of the Taiwan banana industry depended on the development and application of noble disease management approaches that included use of disease-free tissue culture planting materials, annual cropping, and selection and use of somaclonal resistant varieties (12). While some successes have been realized, like black Sigatoka for Latin America, *Foc* is a continuing significant production burden for the struggling Taiwan banana industry.

Indonesia and Malaysia. Recognized as within the center of diversity of bananas, Indonesia and Malaysia record the richest diversity of the known *Foc* VCGs. It was however only in the 90s that the problem of TR4 has been magnified (9, 17, 24, 27). At that time Chiquita and Del Monte tried to establish commercial Cavendish plantations in Indonesia and Malaysia to take advantage of the rich soil, favorable climate and cost-effective manpower to supply the expanding markets in East Asia and Middle East. Many of these farms were previously forested areas. In just two years after establishment, these farms were severely destroyed by *Foc*, which was identified to be VCG01213-01216. It is believed that the identified VCG01213-01216 is endemic to the Indo-Malayan region. This race spread from one island to the other through movements of infected planting materials by traders, and migrating growers. This race is now found in the islands of Sumatra, Java, Sulawesi, Halhamera, and recently even in the province of Papua (formerly Irian Jaya), near the borders of Papua New Guinea (8, 23, 27, 31). In Malaysia so far, it is still confined in the Peninsular Island (8, 27). TR4 continues to be a serious production constraint for Cavendish growers supplying the huge local market of Indonesia and Malaysia. In Lampung District alone in the island of Sumatra, *Fusarium* had cost small scale farmers about US \$9–11 million in yield losses between 1993 and 2002 (24). Moreover, about 5,000 hectares of Cavendish plantations developed for export were totally abandoned. Recently however, about 800 hectares of Cavendish are being replanted for the local market using Taiwanese resistant clones. An average of 20% infection is observed in these new plantings, good enough for the local market.

Australia. *Fusarium* wilt of banana has been described in Australia since 1874 (25). Since the Australian banana industry is mainly a Cavendish-base industry, the race that attacks this variety is obviously of great importance. Some Cavendish-competent VCGs (VCG 0120, 01291, 01211) have been reported infecting Cavendish as early as 1993 in the subtropical banana growing areas of South Queensland and New South Wales (22, 25). These VCGs were classified as Race 4 although this is described as less virulent compared to the TR4 and infection was described as predisposed by environmental stressed condition enhanced (22, 25). *Foc* TR4 infections were detected in 1977 through 1999 at three sites near Darwin in the Northern Territory where Cavendish are grown in tropical conditions (6). Bentley and her co-workers identified the pathogen as that of the VCG 01213-01216 (2). Using DNA fingerprint comparison with isolates from other countries, they concluded that this pathogen did not originate in Australia but was introduced by way of man's activities. The strict implementation of quarantine policies has prevented thus far the further spread of this race to the major Cavendish plantations in the North Queensland region.

China. The last decade has seen tremendous expansion of Cavendish plantations in Southern China to meet the increasing demand for local banana as a result of the country's rapid economic growth. At present, China is the world's fourth banana producer. About 91% of bananas produced in China are of the Cavendish variety. In 2001, *Foc* symptom on Cavendish was observed in localized areas in Guandong Province (38), the major banana-producing province in China. The *Foc* isolate was subsequently identified to belong to the virulent VCG01213-01216 (4). It is believed to have been introduced from Taiwan as a result of movements of planting materials by growers and traders. The

lack of strict implementation of quarantine protocols may have resulted to the incursion of TR4 in China. The disease is now observed spreading to other banana growing districts of Southern China including the island province of Hainan (5). The Chinese agricultural agencies are now putting up measures to prevent further spread of this disease and develop and implement appropriate management practices in affected areas.

The Philippines. The country has enjoyed leadership in Asia on Cavendish production for export since the late 60s. Indeed last year it has registered its highest export volume, becoming the world's third leading banana exporter. While *Foc* infection on Cavendish plantations in the Philippines has been reported as early as the 70s, the VCGs that were associated with these infections were those of VCG 0122, 0123, and 0126 (18) believed to be not as virulent as the VCG01213-01216 found in Indonesia and Malaysia. However, last year we observed severe infections on a Cavendish farm in the higher elevation area planted for "sweet bananas" (personal field observations by the author and industry personnel). Recently, new incidences of *Foc* infection were observed in some farms of the traditional lowland plantations. In cooperation with the Philippine Banana Growers' and Exporters Association (PBGEA), we have done preliminary VCG analyses on some disease samples with Altus Viljoen's laboratory at the Forestry and Agricultural Biotechnology Institute (FABI) University of Pretoria, South Africa. Unpublished results indicate that VCG01213-01216 seemed to have caused the new infections in the Philippines. We are still conducting confirmatory analyses before publishing the results. Nevertheless, this preliminary finding and the observation of new *Foc* incidences especially under farms of normal growing conditions, may have far reaching significance considering that the Philippines is the major exporter of Cavendish fruit in Asia. Banana companies are now investing serious efforts in trying to prevent further spread and build up of this new *Foc* disease occurrences.

Threat to other Asian countries. The obvious geographic expansion of TR4 and its potential serious damage effect pose a threat to the banana industry of other countries. There are no reports as yet to the occurrence of TR4 in other major banana growing countries including India (34), the world's largest banana producing country. It may actually not be present in these countries or may not have been identified because no systematic survey and characterization have been done recently. It is believed that TR4 maybe endemic in Indonesia, Malaysia and possibly the Philippines. However, its recent appearance in Southern China maybe a case of introduction. The TR4 in the Northern Territory of Australia was believed to be an introduction. Although Tropical Race 4 has not yet been reported in PNG, VCG01213-01216 has already been reported in nearby Papua (formerly Irian Jaya, province of Indonesia). The movement of Tropical Race 4 may take the same route as Race 1, and certainly poses a serious threat to small scale growers in PNG. The indigenous cultivars grown by subsistence farmers in PNG have tested susceptible to the disease, so its spread represents both a threat to food security and to the country's unique banana biodiversity. Similar threat is posed to other Asian countries.

Present effort to mitigate further spread and damage of TR4 in Asia.

Concerned about the further spread of TR4 in Asia, the INIBAP Banana Asia Pacific Network (BAPNET) initiates a regional collaboration of survey and mapping out the distribution of the various VCGs in Asia and the Pacific. We hope to develop a distribution map of the various forms of *Foc*, detailing the varieties they affect in each country. The output of this activity will provide a rational basis for developing and implementing quarantine policies within as well as among countries. Concurrently, we are also developing/validating control tactics including improved production systems by adapting the experiences of Taiwan particularly in the successful use of tissue culture, and selection and use of resistant somaclonal variants. Some of the varieties included in the INIBAP International Musa Testing Program (IMTP) are being evaluated throughout the region through the National Repository Centers in each BAPNET country. Some of the FHIA varieties and somaclonal variants of Cavendish provided by the Taiwan Banana Research Institute showed some resistance to TR4 (4, 11). We are going to put up a holistic approach of managing the disease that includes prevention, exclusion, cultural management and appropriate use of cultivar resistance and diversity.

The prospect of the banana industry in the light of TR4.

The demise of Gros Michel in Central America due to Panama wilt warns us of the potential threat of TR4. Although we recognize that *Foc*, particularly the TR4 is a real and significant threat to the banana industry, particularly for the monoculture system of commercial Cavendish industry, the situation now is quite different compared to the Panama wilt era. A major source of concern is the ability of the *Foc* pathogen to survive in the soil for a long period of time and the absence of an

effective treatment to destroy the pathogen in the soil. We do not have enough new areas today to open up new plantations unlike during the Panama wilt era. However, new technologies such as the use of disease-free planting materials provide opportunities to manage this disease. Movements and exchange of germplasm are now safer with tissue culture technology. With the available knowledge and technology, it is now easier and more effective to implement quarantine policies thus preventing the spread of pathogens. The successful prevention of *Foc* TR4 spread in Australia was effective because of their strong political will to implement quarantine policies and the availability of diagnostic and tissue culture technology. In Taiwan, annual cropping of banana was made possible with the use of tissue culture seedlings and had proved effective in reducing disease potential. While production cost is expected to increase as a result of additional management strategies, it is likely that the Cavendish banana industry will survive. If ever, a multinational company will just move from one country to the other where the disease is not yet found, considering all other business factors equal. The loss of one country is a gain of the other. The people who will suffer most are those who depend on the crop in terms of income from labor and foreign exchange. For small scale farmers producing for the local market, they will be more resilient since their cropping system is characterized by species and cultivar diversity, especially in Asia where diverse use and consumption of bananas are common. Managing *Foc* indeed will remain a great and interesting challenge.

2. Banana Bunchy top Virus

Another important disease that is present in Asia but not yet found in the Latin America and the Caribbean is the Banana Bunchy Virus (BBTV) disease (35). BBTV is most widespread in Asia and the Pacific. On susceptible varieties, leaves of infected plants are spindly, narrow, chlorotic and necrotic along the leaf margin on susceptible varieties. The leaves arise on the same axis (bunchy) and the plant is stunted. Affected plants usually do not yield any useable fruit. It is indeed the most destructive disease of some important cultivars in the Philippines, Bangladesh, Sri Lanka, Pakistan, India, China and other Asian and Pacific countries. The disease is caused by a spherical virus (nanavirus) transmitted by an aphid vector, *Pentalonia nigronervosa*. Although the virus cannot be transmitted mechanically, it can be transmitted through suckers or tissue culture planting materials derived from infected mother plants. Suckers are the main planting materials used by small scale growers. The disease is very destructive because once the mat is diseased, subsequent suckers will also be infected resulting to total loss of the whole mat. Such is the experience with the destruction of Lakatan, a popular local cultivar in the Philippines (1).

The Cavendish variety is susceptible to the disease. However, with efficient early detection and eradication of infected plants coupled with good cultural practices the incidence of BBTV is manageable in commercial plantations. Moreover, the development of virus-indexing technique to detect asymptomatic infection has allowed the mass production of tissue cultured seedlings used in rehabilitation programmes by commercial plantations. BBTV management however adds up to the cost of production. In many countries, however, it had caused severe damages to the banana farms of small scale growers who do not have technical and economic capability to manage this disease. Recent disease management programmes in Asia have paved the way to an effective delivery system of cheap and sustainable supplies of disease-free planting materials to small scale growers (13).

Like Fusarium wilt, prevention of spread is one logical approach in managing this disease. Unlike Fusarium wilt, however, it is easier to manage once established because the virus cannot survive without its living host. As with *Foc* TR4, the likely possible means of BBTV to establish in Latin America is through introduction from the outside of the hemisphere. It is unlikely that it will move through natural means, but through the activity of man.

3. Bacterial wilt diseases

Bacterial wilt diseases are known to infect bananas world-wide including in the Western Hemisphere (37). In Cavendish commercial plantations of Latin America, the Caribbean and the Philippines the disease is known as Moko. The disease is caused by *Ralstonia solanacearum*. The disease is characterized by plant wilting and is largely transmitted mechanically through farm tools used in cultural practices. In the Philippines, it causes fruit rotting symptoms on cooking bananas (ABB), and this symptom is called "Bugtok" (19, 21).

Moko (*R. solanacearum*) is an important bacterial disease in the Philippines but not in other Asian countries. It was thought that the pathogen was introduced through planting materials in the form of suckers brought in from Central America to establish the Cavendish commercial plantations in

the late 60s. DNA fingerprinting however on the *Ralstonia* isolates collected from fruit infected local cultivars and Cavendish plants indicated that the pathogen is native to the Philippines (20, 29).

A similar disease in Indonesia called Blood Disease however is caused by another pathogen, reportedly *Pseudomonas celebensis* (real taxonomic identity is yet to be worked out). It was reported in Sulawesi in the 1920s, and spread to West Java in the 1980s. Recently, it is causing damage in the Sumatra Island (30). Blood disease is systemic like Moko. Recently, it has been reported causing Moko-like symptoms in Cavendish plantations in Lampung, Sumatra (9, 24). It is soil-borne and can spread by contaminated pruning tools. However, field observations indicate that the fruit rotting symptoms are most common in cooking bananas indicating that insect transmission is very common. In particular, Pisang Kepok which is the most popular cooking banana in Indonesia is most severely affected. The production of this cultivar has been significantly reduced because of the disease.

So far *P. celebensis* is limited to the Indonesian Islands. Its spread within Indonesia is believed to have been mediated by movements of planting materials by traders and migrating growers, following the same route as the movements of *Foc* TR4. Its demonstrated virulence to many cultivars poses a threat to other banana producing countries including Latin America if and when this pathogen gets introduced into this region.

4. Freckle

This disease is generally considered by many as a minor disease. However, the author believes that this disease has become a major problem of the Cavendish industry in Asia and the Pacific islands. Freckle has not yet been confirmed to be present in the Latin America, although it was suspected to have been identified in Dominican Republic, Jamaica, and St. Lucia (16).

Caused by the fungus *Guignardia musae* (anamorph *Phylosticta musarum*), Freckle infects both the banana leaves and fruits. Symptoms include numerous small dark brown "freckles" on the upper surface of the leaves usually in a streaking pattern along the leaf blade reflecting a cascading pattern of spore deposition. When these freckles coalesce in high infection site densities, it can cause the leaf tissues to die just like the effect of Sigatoka. The conidia from infected leaves can infect the fruits causing "freckles" on the fruit. Although it does not affect the pulp, freckled fruits are not favorably accepted by the importing markets. Under severe infection, it can also cause very few functional leaves at harvest, the same effect as black Sigatoka. Thus it becomes a very important quality issue for export bananas. Control of this disease is of paramount importance for Cavendish plantations in Taiwan (36), China and the Philippines. In the Philippines, control of black Sigatoka is complicated by freckle as some chemicals that are effective against the former may not be effective against the latter.

CONCLUDING STATEMENTS

Asia as the home of *Musa* diversity also hosts a diverse population of pathogens. Some of these pathogens are not yet found in Latin America and the Caribbean where banana production is an important source of food and income. Some of these pathogens are potentially destructive if and when they find their way into the Western Hemisphere. The threat potential is real since the growing conditions in Asia and the varieties that these diseases attack are also important cultivars in Latin America. The Cavendish industry is particularly vulnerable since it is grown widely in a monoculture system.

Fortunately, the continental divide allows an effective barrier to natural spread of these diseases into the region. Significant efforts however must be in place to prevent the incursion of these pathogens through the activities of man. Effective quarantine policies and procedures must be put up to mitigate this threat. Ample public awareness of the threat and the means to prevent the introduction of these pathogens are needed. To our advantage there are now available technologies to help us prevent the dissemination of these pathogens through planting materials. Monitoring and early warning systems also need to be developed. And finally, preparedness will also include availability of resistant varieties, thus a continued support to *Musa* diversity use and development. But as the saying goes "an ounce of prevention is better than a pound of cure". This is a great challenge.

LITERATURE CITED

1. Bajet, N.B. and L.V. Magnaye. 2002. Virus diseases of banana and abaca in the Philippines. PARRFI. Los Baños, Laguna, Philippines. 82p.
2. Bentley, S., N.Y. Moore, K.G. Pegg, K.S. Gerlach and L.J. Smith. 2001. Genetic characterization and detection of *Fusarium* wilt. Pp143-151 in *Banana Fusarium wilt management: Towards sustainable*

- cultivation. (A.B. Molina, N.H. Nik Masdek and K.W. Liew, eds.). Proceedings of the International workshop on the banana Fusarium wilt disease held in Genting Highlands Resort, Malaysia, 18-20 October 1999. INIBAP, Los Baños, Laguna, Philippines.
3. Carlier, J., E. Foure, F. Gauhl, D.R. Jones, P. Lepoivre, X. Mourichon, C. Pasberg-Gauhl and R.A. Romero. 2000. Black Leaf Streak. Pp. 37-79 in *Diseases of Banana, Abaca and Enset*. (Jones, D.R., ed.). CABI Publishing, UK.
4. Chen, H.B., C.X. Xu, Q.R. Feng, G.B. Hu, J.G. Li, Z.H. Wang and A.B. Molina. 2005. Screening of banana clones for resistance to fusarium wilt in China. Pp. 165-174 in *Advancing banana and plantain R&D in Asia and the Pacific – Vol.13*. (A.B. Molina, V.N. Roa, I. Van den Bergh and K.H. Borromeo, eds.). Proceedings of the 3rd BAPNET Steering Committee meeting held in Jakarta, Indonesia, 6-9 October 2003. INIBAP, Los Baños, Laguna, Philippines.
5. Chen, Y.Y., S.X. Wei and L. Zhang. 2005. Status of banana R&D in Hainan, China. Pp. 193-201 in *Advancing banana and plantain R&D in Asia and the Pacific – Vol.13*. (A.B. Molina, V.N. Roa, I. Van den Bergh and K.H. Borromeo, eds.). Proceedings of the 3rd BAPNET Steering Committee meeting held in Jakarta, Indonesia, 6-9 October 2003. INIBAP, Los Baños, Laguna, Philippines.
6. Conde, B.D. and R.N. Pitkethley. 2001. The discovery, identification and management of banana Fusarium wilt outbreaks in the Northern Territory of Australia. Pp. 260-265 in *Banana Fusarium wilt management: Towards sustainable cultivation*. (A.B. Molina, N.H. Nik Masdek and K.W. Liew, eds.). Proceedings of the International workshop on the banana Fusarium wilt disease held in Genting Highlands Resort, Malaysia, 18-20 October 1999. INIBAP, Los Baños, Laguna, Philippines.
7. Cordeiro, Z.J.M., A.P. de Matos and S. de Oliveira Silva. 1998. Black Sigatoka confirmed in Brazil. *Infomusa* 7(1):31.
8. Davis, R.I., N.Y. Moore, S. Bentley, T.G. Gunua and A. Rahamma. 2000. Further records of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* from New Guinea. *Australasian Plant Pathology* 29:224.
9. Djatnika, I. and A. Sutanto. 2002. Current research activities on banana disease and pests in Indonesia. Pp. 93-98 in *Advancing banana and plantain R&D in Asia and the Pacific- Vol. 11*. (A.B. Molina, J.E. Eusebio, V.N. Roa, I. Van den Bergh and A.G. Maghuyop, eds.). INIBAP, Los Baños, Laguna, Philippines.
10. Hermanto, C. and T. Setyawati. 2002. Distribution of banana bacterial wilt disease in Indonesia. Technical Paper Bulletin. Research Institute for Fruit, Solok, West Sumatra, Indonesia.
11. Huang, B.Z., L.B. Xu and A.B. Molina. 2005. Preliminary evaluation of IMTP-III varieties and local cultivars against Fusarium wilt disease in southern China. Pp. 187-191 in *Advancing banana and plantain R&D in Asia and the Pacific – Vol.13*. (A.B. Molina, V.N. Roa, I. Van den Bergh and K.H. Borromeo, eds.). Proceedings of the 3rd BAPNET Steering Committee meeting held in Jakarta, Indonesia, 6-9 October 2003. INIBAP, Los Baños, Laguna, Philippines.
12. Hwang, S.C. and W. Ko. 2004. Cavendish banana cultivars resistant to Fusarium wilt acquired through somaclonal variation in Taiwan. *Plant Dis.* 88:580-588.
13. INIBAP. 2005. Bringing back an old favourite, the capitalist way. Pp. 20-24 in INIBAP Annual Report 2004. International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, France.
14. Irish, B.M., R. Goenga and R.C. Ploetz. 2006. *Mycosphaerella fijiensis*, Causal agent of black Sigatoka of *Musa* spp. found in Puerto Rico and Identified Polymerase Chain Reaction. *Plant Disease Notes e-Extra*
15. Jamaluddin S., H., N. H. Masdek and O. Ibrahim. 2001. Preliminary Survey of banana Fusarium wilt disease in Malaysia. in *Banana Fusarium wilt management: Towards sustainable cultivation*. (A.B. Molina, N.H. Nik Masdek and K.W. Liew, eds.). Proceedings of the International workshop on the banana Fusarium wilt disease held in Genting Highlands Resort, Malaysia, 18-20 October 1999. INIBAP, Los Baños, Laguna, Philippines.
16. Jones, D.R. (ed.). 1999. Freckle. Pp. 120-125 in *Diseases of Banana, Abaca and Enset*. CABI Publishing, UK.
17. Lee, Y.M., L. Teo and K.P. Ong. 2001. Fusarium wilt of Cavendish banana and its control in Malaysia. Pp. 252-259 in *Banana Fusarium wilt management: Towards sustainable cultivation*. (A.B. Molina, N.H. Nik Masdek and K.W. Liew, eds.). Proceedings of the International workshop on the banana Fusarium wilt disease held in Genting Highlands Resort, Malaysia, 18-20 October 1999. INIBAP, Los Baños, Laguna, Philippines.
18. Magnaye, L.V. 2001. Status of Panama disease in the Philippines. Pp 50-57 in *Banana Fusarium wilt management: Towards sustainable cultivation*. (A.B. Molina, N.H. Nik Masdek and K.W. Liew, eds.). Proceedings of the International workshop on the banana Fusarium wilt disease held in Genting Highlands Resort, Malaysia, 18-20 October 1999. INIBAP, Los Baños, Laguna, Philippines.
19. Molina, A.B. 1999. Fruit rot diseases of cooking banana in Southeast Asia. *Infomusa*. Vol. 8:1 29-30.
20. Molina, A.B. Managing bacterial wilt/fruit rot disease of banana in Southeast Asia. In *Banana xanthomonas wilt regional preparedness and strategy development workshop*. (E. Karamura, M. Osiru, G. Blomme, C. Lusty, A. Vezina and R. Markham, eds.) Proceedings of a workshop held in Kampala, Uganda, 14-18 February 2005. (In press).
21. Molina, G.C. 1996. Integrated management of "Tibaglon", a bacterial fruit rot disease of cooking bananas. *Philippine Phytophology*. Vol 32:2 83-91.
22. Moore, N.Y., K.G. Pegg, L.J. Smith, P.W. Langdon, S. Bentley and M.K. Smith. 2001. Fusarium wilt of banana in Australia. Pp. 64-75 in *Banana Fusarium wilt management: Towards sustainable cultivation*. (A.B.

- Molina, N.H. Nik Masdek and K.W. Liew, eds.). Proceedings of the International workshop on the banana Fusarium wilt disease held in Genting Highlands Resort, Malaysia, 18-20 October 1999. INIBAP, Los Baños, Laguna, Philippines.
23. Nasir, N. P.A. Pittaway, K.G. Pegg and T. Lisle. 1999. A pilot study investigating the complexity of Fusarium wilt of bananas in West Sumatra, Indonesia. *Aust. J. Agric. Res.* 50: 1279-1283.
 24. Nurhadi, M. Rais and Harlion. 1994. The disease incidence of bacterial and Fusarium wilt disease in Lampung province. *Indonesian Info. Hort.* 2(1):35-37.
 25. Pegg, K.G., N.Y. Moore, & S. Bentley. 1996. Fusarium wilt of banana in Australia. *Australian Journal of Agricultural Research*. 47: 637-650.
 26. Ploetz, R. C. 2005. Panama Disease: An Old Nemesis Rears its Ugly Head (Part 1: The Beginnings of the Banana Export Trades), APSnet Feature Story, August 2005.
 27. Ploetz, R.C. and K.G. Pegg. 2000. Fusarium wilt. Pp. 143-159 in *Diseases of Banana, Abaca and Enset*. D.R. Jones, ed. CABI Publishing, Wallingford, UK.
 28. Puhalla, J.C. 1985. Classification of strains of *Fusarium oxysporum* on the basis of vegetative compatibility. *Canadian Journal Botany* 63: 179-183.
 29. Raymundo, A., M. Orlino, W. Lavina and N.L. Opina. 1977. Comparative genome plasticity of tomato and banana strains of *R. solanacearum* in the Philippines. Project Report to PCARRD, Los Baños, Laguna, Philippines.
 30. Setyobudi, L. and C. Hermanto. 2000. Rehabilitation of cooking banana farms: Baseline status of banana disease bacterium (BDB) distribution in Sumatra. Pp. 117-120 in *Advancing banana and plantain R&D in Asia and the Pacific* (A.B. Molina and V.N. Roa, eds). Proceedings of the 9th INIBAP-ASPNET Regional Advisory Committee meeting held at South China Agricultural University, Guangzhou, China, 2-5 November 1999. INIBAP, Los Baños, Laguna, Philippines.
 31. Shivas, R.G. and E. Philemon. 1996. First record of *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* on banana in PNG, *Australasian Plant Pathology* 25:260.
 32. Stover, R.H. and J.D. Dickson. 1976. Leaf spot of banana caused by *Mycosphaerella musicola* and *M. fijiensis* var. *difformis*: a comparison of the first Central American epidemics. *FAO Plant Protection Bulletin* 24, 36-42.
 33. Su, H.J., S.C. Hwang & W.H.Ko. 1986. Fusarial wilt of Cavendish bananas in Taiwan. *Plant Disease* 70: 814-818.
 34. Thangavelu, R., P. Sundararaju, S. Sathiamoorthy, T. Reghuchander, R. Velazhahan, S. Nakkeeran and A. Palanisamy. 2001. Status of Fusarium wilt of banana in India. Pp 58-63 in *Banana Fusarium wilt management: Towards sustainable cultivation*. (A.B. Molina, N.H. Nik Masdek and K.W. Liew, eds.). Proceedings of the International workshop on the banana Fusarium wilt disease held in Genting Highlands Resort, Malaysia, 18-20 October 1999. INIBAP, Los Baños, Laguna, Philippines.
 35. Thomas, J.E. and M.L. Iskra-Caruana. 2000. Pp. 241-253 in *Diseases of Banana, Abaca and Enset*. (Jones, D.R., ed.). CABI Publishing, UK.
 36. Tsai, Y.P., H.P. Chen and S.H. Lu. 1993. Freckle disease of banana in Taiwan. Pp. 298-307 in *Proceedings: International Symposium on recent developments in banana cultivation technology*. Chiuju, Pingtung, Taiwan, 14-18 December 1992. INIBAP-ASPNET, Los Baños, Laguna, Philippines.
 37. Thwaites, R., S.J. Eden-Green and R. Black. 1999. Diseases caused by bacteria. Pp. 213-239 in *Diseases of Banana, Abaca and Enset*. CABI Publishing, UK.
 38. Xu, L.B., B.Z. Huang and Y.R. Wei. 2003. Production and banana R&D in China. Pp. 77-80 in *Advancing banana and plantain R&D in Asia and the Pacific – Vol.11*. (A.B. Molina, J.E. Eusebio, V.N. Roa, I. Van den Bergh and M.A.G. Maghuyop, eds.). Proceedings of the 1st BAPNET Steering Committee meeting held in Los Baños, Laguna, Philippines 7-10 October 2002. INIBAP, Los Baños, Laguna, Philippines.

SISTEMA AGROPECUÁRIO DE PRODUÇÃO INTEGRADA – SAPI

SAPI – INTEGRATED PRODUCTION SYSTEM

J.R. Andriqueto¹; L.C.B. Nasser² & J.M.A.Teixeira²

¹Coordenação de Produção Integrada e Rastreabilidade - Departamento de Sistemas de Produção e Sustentabilidade - Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - Esplanada dos Ministérios, Bloco "D", Ed. Anexo B, Sala 130 – Brasília – DF – Brasil, CEP 70.043-900

Telefone: (0xx61) 3218 2390 – 3225 4538, Fax: (0xx61) 3321 7746

¹ jrozalvo@agricultura.gov.br; ² luiznasser@agricultura.gov.br; ² josemauricio@agricultura.gov.br

RESUMO

A produção Integrada é um Sistema que emprega tecnologias que permitem a aplicação de Boas Práticas Agrícolas - BPA e o controle efetivo de todo o processo produtivo através de instrumentos adequados de monitoramento dos procedimentos e rastreabilidade em todas as etapas, desde aquisição de insumos até a oferta do produto ao consumidor final. Tem como finalidade a obtenção de alimentos seguros (isentos de resíduos físicos, químicos e biológicos) e com alta qualidade, produzidos dentro dos princípios de responsabilidade social e de menor agressão ao meio ambiente. Diante destas premissas culminou-se na implementação do Sistema Agropecuário de Produção Integrada – SAPI, coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, o qual constitui-se em um instrumento de apoio aos segmentos produtivos com o objetivo de elevar os padrões de qualidade e competitividade dos produtos agropecuários brasileiros, isto é, um produto diferenciado beneficiando aos consumidores, produtores, agroindústrias, exportadores e outros agentes. A Produção Integrada, desta forma, constitui-se numa evolução dos regulamentos públicos tradicionais em direção à normalização e certificação de processos produtivos. Atualmente, no âmbito do SAPI, estão sendo conduzidos 39 projetos de Produção Integrada em 14 Estados da Federação, e as atividades desenvolvidas pelos Projetos de Produção Integrada de Frutas – PIF - envolvendo 17 espécies frutíferas resultaram na adesão de 1.280 produtores com 40.446 ha em produção, a exemplo citamos que estão sob regime PIF 60% da área plantada no Brasil com macieiras; 36% da área cultivada de videiras e 35% de manga no pólo de fruticultura do Vale de São Francisco.

Palavras chave: Produção integrada; rastreabilidade; sustentabilidade.

SUMMARY

Integrated Production is a system that employs technologies that enable Good Agricultural Practices-GAP (BPA - Boas Práticas Agrícolas) and the effective control of all of the productive process by means of adequate instruments capable of monitoring procedures and tracking all stages of production, from the purchase of material to the marketplace. Its goal is to guarantee safe (free from physical, chemical, and biological residue), high-quality food, produced according to principles of social and environmental responsibility. The effort to achieve these goals culminated in the creation and implementation of the Integrated Production Agricultural System (Sistema Agropecuário de Produção Integrada – SAPI) coordinated by the Ministry of Agriculture, Livestock, and Food Supply – MAPA. The System was designed to serve as a useful support instrument for producers aiming to raise the level of the quality and competitiveness of Brazil agricultural and livestock products. Integrated Production represents an evolution in traditional public regulation designed for the approval and certification of productive processes. Under SAPI, there are currently 39 Integrated Production projects under way in 14 states. Activities developed by the Integrated Fruit Production (Produção Integrada de Fruta - PIF) involves 17 different species of fruit and has been benefited by the adhesion of 1.280 producers who cultivate areas that cover 40,446 ha. As an example of these achievements, 60% of apple cultivation area; 36% of grape; and 35% of mango in the São Francisco Valley fall under the PIF.

Keywords: Integrated production; traceability; sustainability.

INTRODUÇÃO

O Programa de Desenvolvimento da Fruticultura – PROFRUTA, gerenciado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA e inserido no Programa PluriAnual-PPA do Governo Federal, tem como prioridade estratégica elevar os padrões de qualidade e competitividade da fruticultura brasileira ao patamar de excelência requerido pelos mercados, beneficiando consumidores, produtores, exportadores e demais agentes da cadeia produtiva.

Uma das ações prioritárias que deu suporte ao PROFRUTA foi à implantação do Sistema de Produção Integrada de Frutas – PIF. Este Sistema foi instituído através da Instrução Normativa MAPA/SDC nº 20 de 20 de setembro de 2001, publicada no Diário Oficial da União – DOU de 15 de outubro de 2001.

O Marco Legal da Produção Integrada de Frutas – PIF no Brasil é composto por Diretrizes Gerais, Normas Técnicas Gerais, Regimento Interno da Comissão Técnica, Definições, Conceitos, Formulário de Cadastro Nacional de Produtores e Empacotadores e Regulamento de Avaliação da Conformidade – RAC. Estes documentos são resultantes de um trabalho de parceria entre o MAPA e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO – organismo vinculado ao Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior.

O arcabouço técnico operacional de suporte a PIF é composto pelo estabelecimento de Normas Técnicas Específicas, abrangendo 15 áreas temáticas, grade de agroquímicos, cadernos de campo e pós-colheita e lista de verificação (no campo e na empacotadora). Os componentes destes documentos são objetos para a Avaliação da Conformidade, utilizados pelos Organismos de Avaliação da Conformidade – Certificadoras – acreditados pelo INMETRO, o qual é membro do International Accreditation Forum – IAF.

O sistema PIF é de adesão voluntária dos produtores, tendo como meta finalística a obtenção de uma fruta segura (isenta de resíduos prejudiciais à saúde humana) e com alta qualidade. As frutas são produzidas num sistema que substitui insumos poluentes com monitoramento dos procedimentos e rastreabilidade em todo o processo, desde o campo ao consumidor final, respeitando as condições humanas de trabalho e o meio ambiente.

Até o momento foram publicados pelo MAPA 14 Normas Técnicas Específicas para as espécies frutíferas de maçã, manga, uva de mesa, mamão, caju, melão, pêssego, citros, coco, banana, figo, maracujá, caqui e goiaba.

O modelo utilizado para a implantação e implementação da PIF em propriedades rurais dos principais pólos de produção de frutas está sendo conduzido por meio de projetos pilotos, específicos para cada espécie frutífera, contratados com recursos financeiros do MAPA que são disponibilizados aos coordenadores destes projetos via Conselho Nacional de Pesquisa – CNPq. Esses projetos envolvem equipes multidisciplinares de suporte tecnológico que empregam nas propriedades selecionadas as melhores tecnologias agrícolas, visando a racionalização de produtos agroquímicos, monitoramento da água, do solo, do ambiente, da cultura ou espécie, da pós-colheita e da adoção rotineira do registro de todas as atividades executadas na produção e beneficiamento objetivando estabelecer rastreabilidade em todo o sistema. Atualmente, estão sendo conduzidos 23 projetos em 14 Estados da Federação.

As atividades desenvolvidas pelos Projetos de Produção Integrada, de 17 espécies frutíferas, resultaram na adesão de 1.219 produtores ao Sistema de Produção Integrada. São 40.446 ha conduzidos neste sistema, a exemplo citamos que estão sob regime PIF 60% da área plantada no Brasil com macieiras; 36% da área cultivada de videiras e 35% de manga no pólo de fruticultura do Vale de São Francisco.

Dentre outros benefícios da PI Frutas pode-se comprovar a redução no custo de produção devido à economia de 40% do uso de fertilizantes no cultivo da maçã e na racionalização do uso de agrotóxicos com redução média para uva fina de mesa em 2005 de: fungicidas 42%; inseticidas 89% e acaricidas, herbicidas 100%. Cita-se ainda o aumento da produtividade, a alta qualidade da fruta produzida, a economia do uso da água de irrigação, o aumento de infiltração de água no solo e consequente elevação do lençol freático, além da diminuição dos processos erosivos, incremento na diversidade e população de inimigos naturais das pragas e doenças e manutenção das áreas de reservas naturais resultando na produção sustentável de alimentos seguros e com rastreabilidade em toda a cadeia produtiva.

O modelo preconizado e consolidado da Produção Integrada de Frutas – PIF foi utilizado como referência pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA, através da Secretaria de Desenvolvimento Rural e Cooperativismo /Departamento de Sistema de Produção e Sustentabilidade/DEPROS, instituiu o Sistema Agropecuário de Produção Integrada - SAPI. O

Sistema Agropecuário de Produção Integrada-SAPI, coordenado pelo MAPA, tem como meta o estabelecimento de Normativas Reguladoras de Produção Integrada no Brasil, baseado na aplicação de Normas de Controle e Certificação de terceiro porte (ISO 65) e no estabelecimento dos Regulamentos da Produção Integrada, unificando e padronizando o sistema para todo o Território Nacional.

A produção Integrada é um Sistema que emprega tecnologias que permitem a aplicação de Boas Práticas Agrícolas - BPA e o controle efetivo de todo o processo produtivo através de instrumentos adequados de monitoramento dos procedimentos e rastreabilidade em todas as etapas, desde aquisição de insumos até a oferta do produto ao consumidor final. Tudo isto visa à obtenção de um alimento seguro (isento de resíduos físicos, químicos e biológicos) e com melhor qualidade, produzidos dentro dos princípios de responsabilidade social e de menor agressão ao meio ambiente. Diante destas premissas culminou-se na implementação do Sistema Agropecuário de Produção Integrada – SAPI, coordenado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

A implantação do SAPI será gradual e estruturada com a efetiva participação dos agentes envolvidos na cadeia produtiva. O princípio básico que rege o SAPI está amparado numa gestão participativa por meio de parcerias públicas e privadas na implantação de Boas Práticas Agrícolas, de Fabricação e de Higiene, na construção, elaboração e desenvolvimento de Normas Técnicas adotadas de comum acordo entre os agentes de pesquisas e ensino, órgão Federais e Estaduais, extensão rural e assistência técnica, produtores, empresários rurais, associações de produtores, cooperativas e agroindústrias.

O SAPI constitui-se em um instrumento de apoio aos segmentos produtivos com o objetivo de elevar os padrões de qualidade e competitividade dos produtos agropecuários brasileiros, isto é, um produto diferenciado beneficiando aos consumidores, produtores, agroindústrias, exportadores e outros agentes. A Produção Integrada está sendo implementada nos pólos de produção utilizando uma metodologia de projetos pilotos instalados em propriedades rurais das diversas cadeias produtivas. Nestes projetos estão envolvidas equipes multidisciplinares de suporte tecnológico, constituídas através de um Comitê Técnico que elabora as normas técnicas de produção, as quais são testadas, validadas e aplicadas em propriedades selecionadas. Neste sistema são utilizadas as melhores e mais adequadas tecnologias agropecuárias, buscando a racionalização de produtos agroquímicos, o monitoramento da água, do solo, do ambiente, da cultura ou espécie, da pós-colheita e a necessária implantação de registros em todas as fases de produção para a obtenção da rastreabilidade.

Além dos projetos de PIF estão implantados e em andamento os projetos de Produção Integrada de Soja no Paraná; Arroz Irrigado no Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Tocantins; Café Árábica em Minas Gerais; Amendoim em São Paulo, Ceará e Paraíba; Tomate Indústria em Goiás e Minas Gerais; Tomate Mesa no Espírito Santo; Batata em Minas Gerais; Bovinos de Leite no Paraná; Bovinos de Corte no Mato Grosso do Sul e São Paulo; Bovino de Corte (Integração Lavoura/Pecuária) em Goiás, Caprinos/ Ovinos no Ceará e Apicultura em Santa Catarina.

O SAPI traz em seu bojo a necessidade imediata de disponibilizar um importante instrumento a ser utilizado pelos beneficiários deste Sistema, objetivando a unificação dos procedimentos e o apoio ao agronegócio brasileiro por meio de um conjunto de diretrizes e normas técnicas definidas em parceria com os integrantes das específicas Cadeias Produtivas. A produção integrada, desta forma, constitui-se numa evolução dos regulamentos públicos tradicionais em direção à normalização e certificação de processos produtivos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. R. (Org.). Marco Legal da Produção Integrada de Frutas do Brasil. Brasília, DF: MAPA-SARC, 2002. 60p.
2. ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. R. (Org.). Artigos e Publicações nos mais diversos meios de comunicação escrita e falada. 2002/03/04. Brasília/DF. MAPA.
3. ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. R. (Org.). Documento de Estruturação e Composição da Política de PI e do Sistema Agropecuário de Produção Integrada. 2004/05. Brasília/DF. MAPA.
4. ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. 2004. 136p.
5. FACHINELLO, J. C.; TIBOLA, C. S.; VICENZI, M.; PARISOTTO, E.; LUCIANO, P.; MATTOS, M. L. T. Produção Integrada de Pêssego: três anos de experiência da Região de Pelotas, RS. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, SP, v 23, 2003. Anais do V Seminário Brasileiro de Produção Integrada de Frutas.
6. HAJI, F. N. P.; COSTA, V. S. O.; LOPES, P. R. C.; MOREIRA, A. N.; SANTOS, V. C.; SANTOS, C. A. P.; ALENCAR, J. A.; BARBOSA, F. R. A Produção Integrada de Uvas Finas de Mesa, no Submédio do Vale do

- São Francisco. Petrolina, Embrapa Semi-Árido, 2003. Anais do V Seminário Brasileiro de Produção Integrada de Frutas.
6. LOPES, P. R. C.; MATTOS, M. A. de A.; HAJI, F. N. P.; COSTA, T. A. S.; LEITE, E. M.; MENEZES, C. A. F. A evolução da Produção Integrada de Manga – PI-Manga no Submédio do Vale do São Francisco. Petrolina, Embrapa Semi-Árido, 2003. Anais do V Seminário Brasileiro de Produção Integrada de Frutas.
 7. PROTAS, J. F. S.; SANHUEZA, R. M. V. Produção Integrada de Frutas: O Caso da Maçã no Brasil. Bento Gonçalves. Embrapa Uva e Vinho 2003. 129p.
 8. TITI, A el; BOLLER, E.F; GENDRIER, J.P (eds.). Producción Integrada: Principios y Directrices Técnicas. IOBC/WPRS Bulletin, vol.18 (1,1), 1995. 22p.

A BANANICULTURA BRASILEIRA

THE BRAZILIAN BANANA CROP

Zilton José Maciel Cordeiro¹ & Raul Soares Moreira²

¹Engº Agrº, DSc. em fitopatologia, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical,
C. Postal 007, Cep 44380-000, Cruz das Almas, BA. E-mail: zilton@cnpmf.embrapa.br;

²Engº Agrº, DSc. em fitotecnia, pesquisador aposentado do IAC. E-mail: raulmoreira@mpc.com.br

SUMMARY

Brazil is the second worldwide banana producer with an average of 6.500.000 t produced annually, but only exports about 3% of the production. This demonstrates the importance and the size of the internal market of this fruit, which is present in the table of the rich and the poor, guaranteeing work and budget for millions of Brazilians, also playing an important role in the fixation of the man in the field. In this work, statistical aspects of production and Brazilian banana exportation; cultivation practices used; and main cultivars and general problems of the crop, which were divided in: infrastructure, technical and organizational, are emphasized. Among the technical aspects, those related to the propagation material, cultural practices, nutritional and phytosanitary management, whereas in the latter, black Sigatoka, yellow Sigatoka, *Fusarium* wilt, bacterial wilt, viral diseases and *Cosmopolites sordidus*, are considered most important. As problems that affect the development of the Brazilian banana crop, management of the fruit during pre and post-harvest, and the organization of the producers, were also commented.

Keywords: *Musa spp*, production and exportation, cultivated varieties, diseases and pests.

1. INTRODUÇÃO

A bananeira foi descrita no século 18, pelo botânico sueco Lineu, como *Musa sapientum*, o que pode ser traduzido como “o fruto do homem inteligente”. De fato, a banana é uma das fontes mais ricas em vitamina B6, necessária para o perfeito funcionamento do cérebro. Certamente Lineu não tinha a informação da vitamina B6, mas a “embalagem” perfeita da polpa, o sabor inigualável e os vários benefícios que a fruta trás ao organismo, devem tê-lo inspirado na denominação *M. sapientum*. Originária do Sudeste da Ásia, foi provavelmente a primeira fruteira a ser cultivada pelo homem. Hoje está presente em mais de 120 países, ocupando cerca de nove milhões de hectares, destacando-se como a fruta mais consumida no mundo. O seu cultivo é uma das atividades agrícolas mais antigas do nosso País, merecendo destaque em todos os Estados brasileiros. A banana está presente na mesa de ricos e pobres, garantindo emprego e renda para milhares de brasileiros, exercendo ainda, papel fundamental na fixação do homem no campo. Afinal, esta fruta é produzida o ano inteiro, garantindo alimento, emprego e renda para quem a ela se dedica. São cerca de 600.000 propriedades agrícolas envolvidas com a cultura, onde mais de 60% dessas estão na faixa de dois a cinquenta hectares (IBGE, 2004). Estima-se que o tamanho médio da área plantada por agricultor no Brasil seja inferior a um hectare, o que mostra a importância da pequena produção na bananicultura brasileira. Em relação a outras culturas, a banana é o décimo produto em valor da produção e entre as fruteiras ocupa a segunda posição, perdendo apenas para a laranja. Neste trabalho pretende-se apresentar um panorama geral da bananicultura brasileira nos aspectos de produção, comercialização, sistemas de cultivo, variedades cultivadas e os principais problemas que afetam a cultura.

2. ESTATÍSTICAS GERAIS DA PRODUÇÃO E COMERCIALIZAÇÃO

2.1. Produção e problemas na comercialização

A produção brasileira de banana está distribuída nas 27 unidades da Federação, incluindo o Distrito Federal. Os Estados de São Paulo, Bahia, Pará, Santa Catarina, Minas Gerais, Pernambuco e Ceará são os mais importantes, tanto em área colhida quanto em produção (IBGE 2006). As estatísticas atuais indicam uma tendência de queda na área plantada (493.456 ha em 2004), mas acompanhada de aumentos na produção (6.593.664t) e na produtividade média (12,82 t/ha). Os números, embora modestos, mostram que tem havido melhoria no nível técnico das plantações, caso contrário essas mudanças não ocorreriam. Estados como Santa Catarina, Paraná, São Paulo e Rio Grande do Norte têm mostrado produtividade média superior a 20 t/ha. Especialmente nesses

Estados pode-se dizer que além de aspectos tecnológicos há também o peso das cultivares do Subgrupo Cavendish, que são as mais plantadas, garantindo a elevação da produtividade. A amplitude observada na produtividade entre os diversos Estados é de 3,95 t/ha no Amapá, para 31,42 t/ha no Rio Grande do Norte. A presença dos plantios da empresa Del Monte no Rio Grande do Norte, certamente é um dos fatores responsáveis pela maior produtividade observada. Em nível de Brasil, a melhoria verificada nesse indicador, tem sido principalmente nos perímetros irrigados, onde a profissionalização da atividade encontra-se em franca expansão. As exigências de mercado e a própria elevação nos custos de produção acompanhada de aumento na concorrência interna e externa tem eliminado os produtores oportunistas e, por outro lado, tem impulsionado os bons produtores para a modernização da atividade com vistas ao aumento de sua competitividade. Nas áreas com essas características, a produtividade média da variedade Prata Anã, a mais plantada nos perímetros irrigados, é superior a 30 t/ha e das variedades do tipo Cavendish, de 45 t/ha. Entre os fatores que têm contribuído para esta situação destacam-se as melhorias no controle fitossanitário e nutricional dos bananais, que concorrem para os maiores riscos de perda nos bananais irrigados.

Embora o Brasil seja o segundo produtor mundial (FAO, 2006; Tabela 1), a bananicultura ainda apresenta uma série de problemas na fase de comercialização, que dificultam uma participação mais expressiva no mercado internacional de frutas. Entre os principais problemas, destacam-se: a falta de transparência na formação de preços; critério de classificação pouco utilizado; embalagens impróprias ou mesmo inexistentes em algumas regiões; cadeia de frios inexpressiva e elevadas perdas pós-colheita (Almeida, 2003). Em determinadas regiões, as perdas pós-colheita podem chegar a 40% da produção. A maior parte das perdas pós-colheita de frutas e, em especial, de banana decorre do manuseio excessivo, da inadequação no transporte e do uso de embalagens impróprias.

Tabela 1. Relação dos dez maiores produtores mundiais de banana no ano 2005.

Países produtores	Produção (t) / 2005
Índia	16.820.000
Brasil	6.702.760
China	6.390.000
Equador	5.877.830
Filipinas	5.800.000
Indonésia	4.503.467
Costa Rica	2.220.000
México	2.026.610
Tailândia	2.000.000
Burundi	1.600.000
Colômbia	1.600.000

Fonte: FAO 2006.

2.2. Inserção do Brasil no mercado externo

No ano de 2005, o agronegócio da banana no Brasil exportou 212.175,99 t, atingindo o montante de US\$ 33,028 milhões (Tabela 2). Esses números, embora modestos, vêm crescendo a cada ano inclusive ampliando o número de Estados que participam na exportação de bananas frescas e secas. Observa-se, entretanto, que a maior concentração dessa atividade ainda se mantém nos Estados do Rio Grande do Norte, Santa Catarina e São Paulo (Tabela 2).

Para o primeiro trimestre do ano de 2006, as informações disponíveis (IBRAF, 2006), mostram que nas exportações brasileiras de frutas frescas, a banana já é a terceira fruta mais exportada do País com um crescimento de 11,46% no volume, perdendo apenas para o melão e a manga. Acompanhando esse crescimento nas exportações, cresce também o número de países que têm importado a banana brasileira, embora em alguns deles as quantidades adquiridas são inexpressivas. Em 2005, as exportações brasileiras de banana conseguiram atingir a dezenove países de diferentes continentes (Tabela 3).

Tabela 2. Exportação brasileira de bananas frescas e secas, por Estado, em 2005.

Estados	Volume total exportado	Valor exportado (US\$)
Santa Catarina	135.507.289	12.110.698,00
Rio Grande do Norte	66678152	19.544.583,00
São Paulo	6443416	896.479,00
Rio Grande do Sul	610492	86.474,00
Minas Gerais	2633220	197.492,00
Rio de Janeiro	86600	20.939,00
Paraná	18642	66.427,00
Ceará	43711	87.451,00
Goiás	468	655,00
Outros (Não declarado)	154000	16.060,00
Total	212.175.990	33.027.258,00

Fonte: MDIC, 2006 (dados básicos).

A Argentina continua sendo, isoladamente, o principal País de destino das exportações brasileiras de bananas frescas ou secas (Tabela 3), razão pela qual, o principal meio de transporte utilizado nas exportações ainda é o rodoviário, onde Santa Catarina continua sendo o maior fornecedor de banana para Argentina e Uruguai no Mercosul. Já na Comunidade Européia os maiores importadores são do Reino Unido, Itália e Países Baixos. As mudanças são significativas, considerando-se que até recentemente, as exportações brasileiras se limitavam à Argentina e Uruguai. Há ainda expectativas positivas para um melhor posicionamento do Brasil neste importante mercado de frutas, principalmente se houver êxito nas exportações de banana 'Prata', a variedade mais cultivada no País. Ações têm sido desenvolvidas neste sentido e as primeiras remessas da fruta devem ocorrer ainda neste ano.

Tabela 3. Exportação brasileira de bananas frescas ou secas, por País de destino, em 2005.

Países	Volume total exportado (Kg)	Valor total exportado (US\$)
Alemanha	2795116	900.156,00
Angola	489	665,00
Argentina	97902917	8.201.100,00
Bélgica	7500	35.850,00
Bósnia-Herzegovina	174142	50.293,00
Cabo Verde	238	368,00
Chile	81	331,00
China	420	1.880,00
Colômbia	12	79,00
Coréia do Sul	22825	68.700,00
Croácia	141490	41.188,00
Espanha	152	1.758,00
Estados Unidos	16735	63.181,00
França	1800	9.504,00
Itália	23350824	6.898.408,00
Países Baixos	3525226	1.059.495,00
Portugal	335789	104.804,00
Reino Unido	36133826	10.669.812,00
Uruguai	47766408	4.919.686,00

Fonte: MDIC, 2006 (dados básicos).

3. SISTEMAS DE CULTIVO BRASILEIROS

O cultivo da banana no Brasil passa por mudanças nos seus sistemas de produção impulsionadas por exigências do consumidor brasileiro e internacional, que buscam consumir frutas produzidas em sistemas de produção sustentáveis, baseados na utilização de boas práticas agrícolas, com produção de alimentos seguros e garantia de origem. Dessa forma três sistemas de cultivo podem ser identificados no País: sistema de produção convencional, o sistema orgânico e o de produção integrada.

3.1 Sistema de produção convencional

Convencional é a denominação do sistema de cultivo usual no País, aquele sistema praticado pela maioria dos produtores e para o qual não existem regras claramente definidas. Isto não indica baixo uso de tecnologia ou o não uso de boas práticas agrícolas, mas pode significar a falta de preocupação clara com os fatores de sustentabilidade. É fato também que no cultivo convencional está inserida toda a comunidade de produtores extrativistas, onde a tecnologia não se faz presente e muito pouco insumo externo é utilizado. Segundo Borges & Souza (2003) o cultivo convencional representa a quase totalidade da área cultivada com banana no Brasil, esse sistema, de uma forma geral, caracteriza-se pelo manejo intenso do solo, pouco controle no uso de agroquímicos na adubação e no controle de pragas e doenças. Em relação à fruta produzida ainda há pouca preocupação em relação à garantia de origem, ou seja, não preocupação com aspectos como rastreabilidade.

3.2 Sistema de produção orgânica

Ao contrário do sistema convencional, a produção orgânica é um sistema que tem normas definidas, deixando de ser simplesmente aquele sistema que substitui agroquímicos por insumos orgânicos. De acordo com a Instrução Normativa no. 007, de 17 de maio de 1999, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), sistema orgânico é todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso de recursos naturais e socioeconômicos, tendo por objetivo a auto-sustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e de outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e consumo, privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana e assegurando a transparência em todos os estágios da produção e transformação (MAPA, 1999). O sistema busca não apenas a oferta de produtos saudáveis e de elevado valor nutricional, isentos de qualquer tipo de contaminantes que ponham em risco a vida do consumidor, do agricultor e do meio ambiente, como também a preservação e ampliação da biodiversidade dos ecossistemas e a conservação das condições físicas, químicas e biológicas do solo, da água e do ar. Não há estatísticas sobre a produção de banana orgânica no País, mas sabe-se que já existem produtores certificados em quase todos os Estados brasileiros e que a tendência é de crescimento.

3.3 Sistema de produção integrada

A produção integrada de frutas, que hoje se estende ao agronegócio brasileiro como um todo, é um programa coordenado pelo MAPA, cujo objetivo é a disponibilização de uma ferramenta ao setor produtivo, de modo a assegurar-lhe a manutenção dos mercados ou ainda possibilitar-lhes a abertura de janelas de oportunidades. A produção integrada é definida como sendo um sistema baseado na sustentabilidade, aplicação dos recursos naturais e regulação de mecanismos para a substituição dos insumos poluentes, utilizando instrumentos adequados de monitoramento de todos os procedimentos, garantindo a completa rastreabilidade do processo, tornando-o economicamente viável, ambientalmente correto e socialmente justo. É portanto um sistema que procura usar racionalmente os recursos água e solo, bem como, a aplicação dos insumos necessários para a garantia de uma boa produtividade. O foco do sistema são as boas práticas agrícolas, baixo impacto ambiental, estímulo às áreas de compensação biológica com aumento da biodiversidade, a manutenção do solo protegido pela vegetação e a identificação de lacunas no conhecimento técnico específico.

A grande diferença em relação ao sistema convencional é a existência de regras claras, que foram definidas após a publicação do marco legal da produção integrada de frutas do Brasil (PIF Brasil), uma publicação do MAPA, na qual estão definidas as diretrizes gerais da PIF e os documentos que irão compor a PIF. É um sistema controlado por um organismo oficial como o

INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia), responsável pela manutenção do padrão de produção com a certificação dos sistemas de produção integrada. Contrariamente à PIF, o sistema orgânico não tem o controle oficial. A responsabilidade pela certificação é de organizações não governamentais.

A Organização Internacional para o Controle Biológico e Integrado contra os animais e plantas nocivas (OILB) define a produção integrada como o “sistema de produção que gera alimentos e demais produtos de alta qualidade, mediante a aplicação de recursos naturais e regulação de mecanismos para a substituição de insumos poluentes e a garantia da sustentabilidade da produção agrícola; enfatiza o enfoque do sistema holístico, envolvendo a totalidade ambiental como unidade básica; o papel central do agroecossistema; o equilíbrio do ciclo de nutrientes, a preservação e o desenvolvimento da fertilidade do solo e a diversidade ambiental como componentes essenciais; e métodos e técnicas biológico e químico cuidadosamente equilibrados, levando-se em conta a proteção ambiental, o retorno econômico e os requisitos sociais” (Andrigueto & Kososki, 2002). Resumidamente pode-se dizer que é um sistema rentável, ambientalmente correto e socialmente justo.

O reconhecimento do produtor integrado se dá pela certificação, solicitada pelo mesmo e executada por órgãos credenciados pelo INMETRO. Não há ainda entre os produtores brasileiros nenhum que tenha sido certificado, mas há um grupo de produtores do Norte de Santa Catarina, do Vale do Ribeira em São Paulo e do Norte de Minas Gerais que estão em processo de implantação do sistema, fazendo os ajustes técnicos e de infra-estrutura necessários para chegar à certificação.

4. CULTIVARES BRASILEIRAS DE BANANA

Embora exista um número expressivo de cultivares de banana no País, quando se considera aspectos como preferência dos consumidores, produtividade, tolerância a pragas e doenças, resistência à seca, porte e resistência ao frio, restam poucas com potencial agrônomo para serem usadas comercialmente, podendo ser agrupadas em tradicionais e novas.

4.1. Cultivares tradicionais

As cultivares mais difundidas no Brasil são: Prata, Pacovan, Prata Anã, Maçã, Mysore, Terra e D'Angola, do grupo AAB, utilizadas unicamente para o mercado interno, e Nanica, Nanicão, Williams e Grande Naine, do grupo AAA, que são também usadas para exportação (Tabela 4). Em menor escala são plantadas 'Ouro' (AA), a 'Figo Cinza' e 'Figo Vermelho' (ABB), 'Caru Verde' e 'Caru Roxa' (AAA). As cultivares Prata, Prata Anã e Pacovan são responsáveis por aproximadamente 60% da área cultivada com banana no Brasil (Silva et al., 2001).

As bananas 'Pacovan', 'Prata', 'Terra' e a 'Mysore' apresentam porte alto e as cultivares Nanica, Nanicão, Grande Naine e Williams são de porte médio. A banana 'Maçã' é altamente suscetível ao mal-do-Panamá, 'Terra' e 'D'Angola' apresentam alta suscetibilidade aos nematóides e a 'Mysore' está infectada com BSV. Todas estas cultivares são suscetíveis ao moko e à exceção da 'Mysore', são também suscetíveis à Sigatoka-negra. Excetuando a 'Maçã', 'Mysore', 'Terra' e 'D'Angola' as cultivares são também altamente suscetíveis à Sigatoka-amarela (Tabela 4).

A banana 'Prata' apresenta frutos pequenos de sabor doce a suavemente ácido. A 'Pacovan' é mais rústica, mais produtiva, apresenta frutos 40% maiores, com quinas que permanecem mesmo depois da maturação, é um pouco mais ácidos que os da 'Prata' e tem seus ciclos biológico e de produção prejudicados quando plantada em regiões subtropicais. A 'Prata Anã', também conhecida como 'Enxerto' ou 'Prata de Santa Catarina', apresenta as pencas mais juntas que as da 'Prata' com frutos do mesmo sabor e com pontas em formato de gargalo de garrafa. A 'Maçã', a mais nobre para os brasileiros, apresenta frutos de casca fina e polpa suave que lembra a fruta maçã. As cultivares do subgrupo Cavendish (Nanica, Nanicão, Grande Naine e Williams), também conhecidas como bananas d'água, apresentam frutos delgados longos, encurvados, de cor amarelo-esverdeada ao amadurecer, com polpa muito doce e que também são usadas nas exportações. A 'Terra' e 'D'Angola' apresentam frutos grandes com quinas proeminentes, que são consumidos cozidos ou fritos devido seu alto teor de amido. A 'Mysore' apresenta frutos de casca fina de cor amarelo-pálida e polpa ligeiramente ácida que quando consumidos antes do completo amadurecimento apresenta grande adstringência e pequena digestibilidade.

4.2. Novas cultivares

Nos últimos anos o programa de melhoramento da bananeira da *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical* tem recomendado, em parceria com outras instituições ou não, uma série de novas cultivares, as quais serão descritas a seguir (Tabela 4).

A 'Caipira', internacionalmente conhecida como 'Yangambi km 5', é uma cultivar de banana de mesa, pertencente ao grupo AAA, porte médio a alto, frutos pequenos e muito doces, que foi selecionada a partir de avaliações realizadas em vários locais, destacando-se pelo seu vigor vegetativo, resistência à Sigatoka-negra, Sigatoka-amarela e ao mal-do-Panamá, além de resistência à broca-do-rizoma, evidenciada por baixos índices de infestação pela praga.

A 'Thap Maeo' introduzida da Tailândia e selecionada pela Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, é uma cultivar pertencente ao grupo AAB, muito semelhante à 'Mysore' que foi introduzida pelo IAC em 1968, diferenciando-se desta por não apresentar altas infestações de viroses. Apresenta porte médio a alto, frutos pequenos, resistência às Sigatokas amarela e negra e ao mal-do-Panamá, baixa incidência de broca-do-rizoma e de nematóides. Um aspecto importante dessa cultivar é a rusticidade demonstrada em solos de baixa fertilidade, onde a produtividade média é de aproximadamente 25t/ha/ano. Sob condições de solo de boa fertilidade, apresenta produtividade média de até 35t/ha/ano.

A 'FHIA-18' é um híbrido da 'Prata Anã', de porte médio, com frutos externamente semelhantes aos da 'Prata Anã', embora com sabor mais doce. Foi introduzida de Honduras, avaliada em vários locais e selecionada. É um tetraplóide pertencente ao grupo AAAB, tendo como característica mais importante a resistência à Sigatoka-negra, a principal doença da bananeira.

A 'Prata Baby' (Nam) é uma cultivar triplóide – AAA de porte médio a alto, introduzida da Tailândia, resistente à Sigatoka-amarela e ao mal-do-Panamá, mas suscetível à Sigatoka-negra. Apresenta frutos pequenos, com polpa rósea e sabor doce. Depois de avaliada em diversos locais, foi recomendada no Estado de Santa Catarina.

A 'Pacovan Ken' é um híbrido tetraplóide do grupo AAAB, de porte alto, resultante do cruzamento da cultivar Pacovan com o híbrido diplóide (AA) M53, criada na *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical* em Cruz das Almas, Bahia. A 'Pacovan Ken' apresenta número e tamanho de frutos e produtividade superiores aos da 'Pacovan'. Os frutos da nova cultivar são mais doces e apresentam resistência ao despencamento semelhante aos da 'Pacovan'. A 'Pacovan Ken', além de resistente à Sigatoka-negra, apresenta também resistência à Sigatoka-amarela e ao mal-do-Panamá. Exige temperaturas mais elevadas para um bom desenvolvimento e produtividade.

A 'Prata-Graúda' é um híbrido tetraplóide do grupo AAAB, de porte médio a alto, gerada em Honduras a partir do cruzamento da 'Prata-Anã' com o híbrido diplóide SH 3393. A cultivar possui frutos e produção maiores que os da 'Prata Anã', com sabor um pouco mais ácido e tem sido plantada comercialmente, todavia, não apresenta resistência às sigatokas amarela e negra sendo, porém, resistente ao mal-do-Panamá.

A 'Preciosa' (PV42-85) é um híbrido tetraplóide do grupo AAAB, resultante do cruzamento da cultivar Pacovan com o híbrido diplóide (AA) M53, criada pela *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical* e lançada em parceria com a *Embrapa Acre*. A nova cultivar é rústica, tem porte alto e frutos grandes que são mais doces e apresentam resistência ao despencamento semelhante aos da 'Pacovan'. É resistente à Sigatoka-negra, Sigatoka-amarela e ao mal-do-Panamá, sendo recomendada inicialmente para o Estado do Acre, onde a Sigatoka-negra é o grande problema.

A 'Tropical' (YB42-21) é um híbrido tetraplóide do grupo AAAB, resultante do cruzamento da cultivar Yangambi nº 2 com o híbrido diplóide (AA) M53, de porte médio a alto, criado pela *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical* em Cruz das Almas. Os frutos são maiores, mais grossos e com sabor semelhante aos da cultivar Maçã. A 'Tropical', além de resistente à Sigatoka-amarela, é também tolerante ao mal-do-Panamá, todavia, não é resistente à Sigatoka-negra.

A 'FHIA Maravilha' (FHIA-01) é um híbrido tetraplóide (AAAB), resultante do cruzamento entre 'Prata Anã' (AAB) x SH 3142 (AA), de porte médio, introduzido de Honduras e que foi avaliada em vários locais, foi selecionada e recomendada pela *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical* em parceria com a *Embrapa Acre* para o Estado do Acre. Os frutos e a produção são maiores e a polpa mais ácida que os da 'Prata Anã'. Apresenta resistência às Sigatoka-negra e ao mal-do-Panamá, sendo medianamente suscetível à Sigatoka-amarela.

A 'Prata Caprichosa' é um híbrido tetraplóide (AAAB), obtido pelo Programa de Melhoramento genético da bananeira, coordenado pela *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*, resultante do cruzamento entre a cultivar Prata Comum (AAB) com o diplóide M-53 (AA), de porte alto, avaliada em vários locais foi selecionada e lançada em parceria com a *Embrapa Amazônia Ocidental*. Os frutos com sabor adocicado tem acidez e resistência ao despencamento semelhante aos da cultivar Prata Comum. Apresenta resistência à Sigatoka-negra, Sigatoka-amarela, mas é suscetível ao mal-do-Panamá.

A 'Prata Garantida' é um híbrido tetraplóide (AAAB), obtida pelo Programa de Melhoramento Genético da Bananeira, coordenado pela *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*, resultante do

cruzamento entre a cultivar Prata São Tomé (AAB) com o diplóide M-53 (AA), de porte alto, avaliada em vários locais foi selecionada e lançada em parceria com a *Embrapa Amazônia Ocidental*. Tem frutos e produção superiores aos das cultivares Prata São Tomé e Prata Comum. Apresenta resistência à Sigatoka-negra, Sigatoka-amarela e ao mal-do-Panamá.

A 'Japira' é um híbrido tetraplóide do grupo AAAB, resultante do cruzamento da cultivar Pacovan (AAB), com o diplóide (AA) M53, gerado pelo programa de Melhoramento Genético da Bananeira, coordenado pela *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical* em Cruz das Almas. Avaliada em diferentes regiões do Brasil, foi selecionada e lançada em parceria com o *Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper)* no Espírito Santo. Tem o rendimento superior ao da cultivar Prata e bastante semelhante a cultivar Pacovan, porte alto, com resistência às doenças Sigatoka-negra, Sigatoka-amarela e mal-do-Panamá. Produz cachos com média de 17,8kg, resistente ao despencamento, os frutos são maiores, mais grossos e com sabor semelhante aos das cultivares Prata e Pacovan.

A Vitória é um híbrido tetraplóide do grupo AAAB, resultante do cruzamento da cultivar Pacovan (AAB), com o diplóide (AA) M53, criado pelo programa de Melhoramento Genético da Bananeira, coordenado pela *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical* em Cruz das Almas. Avaliada em diferentes regiões do Brasil, foi também selecionada e lançada em parceria com o *Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper)* no Espírito Santo. Tem o rendimento superior ao da cultivar Prata e bastante semelhante à cultivar Pacovan, o porte é alto e apresenta resistência às doenças Sigatoka-negra, Sigatoka-amarela e mal-do-Panamá. Produz cachos com média de 19,9kg, resistente ao despencamento, os frutos são maiores, mais grossos e com sabor semelhante aos das cultivares Prata e Pacovan.

A 'Prata Zulu' é uma cultivar introduzida de Angola, em 1981, e assim denominada por seu introdutor, Eng. Agro. Raul Moreira. Nas coleções de germoplasma existe sob a denominação de Pisang Awak e/ou Gian Hui. É uma cultivar do grupo ABB, de porte médio a alto, resistente às sigatokas amarela e negra, mas é altamente sensível ao mal-do-Panamá. É consumida ao natural e também utilizada na cozinha de diversas formas. Tem casca fina, suave paladar e aroma e é resistente ao despencamento.

A cultivar Nanicão IAC 2001 (Moreira, et al. 2005) é uma mutação somaclonal ocorrida no *Instituto Agrônomo de Campinas*, durante um processo de multiplicação de mudas, feito por biotecnologia de ápices meristemáticos, em 1995. Morfologicamente é igual a 'Nanicão' sendo, porém, altamente tolerante à Sigatoka-amarela e nas regiões subtropicais à negra também, além de ser resistente ao mal-do-Panamá e à antracnose. É mais exigente em nutrientes e irrigação. Menos ácida, tem três vezes mais vitamina C e por isso uma vida de prateleira de 5 dias a mais que a 'Nanicão'. Está sendo plantada em vários Estados e principalmente no Estado de São Paulo, que a exporta para os mercados sulinos e a Inglaterra.

5. PRINCIPAIS PROBLEMAS DA BANANICULTURA

Os problemas da bananicultura brasileira podem ser agrupados em: infra-estruturais, técnicos e organizacionais.

5.1. Infra-estruturais

O primeiro aspecto a considerar é o reduzido número de propriedades com estruturas para o transporte da produção dentro dela, como os cabos aéreos, ou a baixa disponibilidade de instalações para o processamento e embalagem, como as chamadas casas de embalagem. A mudança de mentalidade e a busca por estes avanços dependem do comportamento do mercado e, como a bananicultura continua produzindo basicamente para o mercado interno, a introdução dessas inovações dependerá do comportamento do consumidor.

Grande parte das exportações de banana no Brasil é feita por rodovia, já a comercialização interna é realizada exclusivamente por esta via. Não é nenhuma novidade que a malha rodoviária brasileira está em péssimo estado de conservação. As consequências dessa situação é o aumento do custo de transporte devido aos constantes danos causados aos veículos, tornando o preço do frete muito elevado. Quem geralmente paga esta conta é o produtor, que está em uma das pontas da cadeia produtiva ou o consumidor, que está na outra. O deslocamento da penalização depende da disponibilidade de fruta no mercado.

Um aspecto, não necessariamente de infra-estrutura, mas de logística e que poderia alavancar o crescimento da bananicultura, seria a instalação de agroindústrias acopladas aos pólos de produção. Isto certamente teria um efeito positivo para o melhor aproveitamento da produção e na redução das perdas.

Tabela 4. Relação das principais cultivares de banana plantadas no Brasil e suas características frente aos problemas mais importantes da bananicultura brasileira.

VARIEDADES	CARACTERÍSTICAS ¹							
	GG	PORTE ²	SA	SN	MP	MOKO	NEM	BR
Prata	AAB	ALTO	S	AS	S	S	R	MR
Pacovan	AAB	ALTO	S	AS	S	S	R	MR
Prata A anã	AAB	MD/BX	S	AS	S	S	R	MR
Maçã	AAB	MD/AL	MS	AS	AS	S	R	MR
Mysore	AAB	MD/BX	R	R	R	S	R	MR
Nanica	AAA	BAIXO	S	AS	R	S	S	S
Nanição	AAA	MD/BX	S	AS	R	S	S	S
Nanição IAC 2001	AAA	MD/BX	R	S	R	S	S	S
Grande Naine	AAA	MD/BX	S	AS	R	S	S	S
Terra	AAB	ALTO	R	S	R	S	S	S
D'Angola	AAB	MÉDIO	R	S	R	S	S	S
Caipira	AAA	MD/AL	R	R	R	S	-	R
Thap Maeo	AAB	MD/AL	R	R	R	S	R	MR
Prata Baby	AAA	MD/AL	R	S	R	S	-	-
Fhia 18	AAAB	MD/BX	MS	R	S	S	-	-
Pacovan Ken	AAAB	ALTO	R	R	R	S	-	-
Prata Graúda	AAAB	MD/AL	MS	S	R	S	-	-
Preciosa	AAAB	ALTO	R	R	R	S	-	-
Tropical	AAAB	MD/AL	R	S	T	S	-	-
Fhia Maravilha	AAAB	MÉDIO	MS	R	R	S	-	-
Prata Caprichosa	AAAB	ALTO	R	R	S	S	-	-
Prata Garantida	AAAB	ALTO	R	R	R	S	-	-
Prata Zulu	ABB	MD/AL	R	R	AS	S	-	-
Japira	AAAB	ALTO	R	R	R	S	-	-
Vitória	AAAB	ALTO	R	R	R	S	-	-

¹GG: grupo genômico; SA: Sigatoka-amarela; SN: Sigatoka-negra; MP: mal-do-Panamá; NEM: nematóide; BR: broca-do-rizoma; S: suscetível; AS: altamente suscetível; MR: moderadamente resistente; MS: moderadamente suscetível; R: resistente; T: tolerante.

²MD/BX: médio a baixo; MD/AL: médio a alto

5.2. Técnicos

A bananicultura tem experimentado avanços em todos os aspectos ligados à tecnologia de produção. Todavia, ainda permanecem problemas, que poderiam ser creditados às falhas na disseminação da informação ou na sua geração. Os órgãos oficiais responsáveis pela disseminação e/ou geração da informação, de modo geral, tem passado por crises financeiras graves, que dificultam suas ações. Por outro lado, o segmento bananeiro, salvo algumas exceções, ainda é pouco participativo e pouco tem contribuído para que alguma mudança ocorra. A prova disso é a pequena presença dos produtores em eventos de bananicultura, a exemplo de cursos e simpósios sobre a cultura. Entre os diversos problemas pode-se destacar, num panorama macro, os seguintes:

5.2.1. Material propagativo

A disponibilidade, em quantidade e qualidade, do material propagativo que é utilizado anualmente na bananicultura brasileira continua sendo o primeiro problema a ser enfrentado pelo produtor que decida iniciar, reformar ou ampliar um plantio de banana. Se por um lado houve crescimento na oferta de mudas micropropagadas, o preço cobrado continua sendo um fator limitante na decisão do produtor quanto ao uso desse material. Além disso, a muda micropropagada depende de planejamento antecipado, o que nem sempre é programado pelo produtor. Como consequência, as mudas convencionais continuam sendo as mais utilizadas. O uso deste tipo de muda não é o problema, mas sim a falta de observação dos critérios técnicos necessários para sua seleção e

preparo com a garantia de qualidade, principalmente quanto a aspectos sanitários. As consequências dessa seleção sem critérios pode aparecer ainda no primeiro ano, na forma de altos índices de broca-do-rizoma, nematóides e outros problemas transmissíveis pela muda.

5.2.2. Manejo fitotécnico

A existência de bananais sem nenhuma preocupação com o manejo fitotécnico (espaçamento, desbaste, desfolha, adubação etc) ainda é a tônica em grande parte das plantações, principalmente aquelas de pequenos produtores, fora das áreas tradicionais de produção. Há sempre justificativa para o seu sistema de cultivo: geralmente, a falta de recursos e a falta de assistência técnica. Como manejar o bananal continua sendo uma questão atual e cada vez mais importante, dadas as relações que o sistema de manejo adotado pode ter, principalmente com os problemas fitossanitários. Apenas para exemplificar, houve um período em que a programação nacional de pesquisa com banana não aprovava propostas com o objetivo de estudar espaçamentos por considerar que este era um assunto já definido. Atualmente, o adensamento populacional, acompanhado de desfolha fitossanitária com manejo apropriado da palha, o uso correto da irrigação, nutrição adequada e a transformação do plantio tradicional em anual ou bianual, podem se tornar importantes aliados no controle de doenças como o mal-de-Sigatoka.

5.2.3. Manejo nutricional

A nutrição do bananal é um dos aspectos mais importantes do cultivo, uma vez que a produção e/ou produtividade está diretamente relacionada com a fertilidade do solo, além de influenciar diretamente no sucesso de práticas como o controle de doenças. Não bastasse a complexidade das interações entre os diversos nutrientes, na maioria dos casos, acredita-se primeiro que os problemas do bananal são devidos a possíveis doenças, considerando-se que foi feita alguma adubação e que, conseqüentemente, deficiências nutricionais não deveriam aparecer.

De modo geral, os problemas nutricionais nos bananais ocorrem em razão do desconhecimento das necessidades da bananeira pelos produtores e, sendo assim, as adubações preventivas não são realizadas. Aliado a estes aspectos, é comum a ocorrência de desbalanço, principalmente entre os nutrientes cálcio, potássio, magnésio e micronutrientes. Ocorre ainda os casos do plantio em solos de difícil manejo como aqueles com altos teores de cálcio e magnésio com pH muito elevado; solos inadequados ao plantio de banana como em casos de altos teores de sódio, drenagem deficiente, entre outros aspectos que dificultam o manejo nutricional.

5.2.4. Manejo fitossanitário

Apesar das novas tecnologias de manejo, do lançamento de novas cultivares resistentes às doenças, os problemas causados pelas pragas continuam ocupando posição destacada nos sistemas de cultivo (convencional, orgânico ou de produção integrada), merecendo destaque:

5.2.4.1. Sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis*) – 1998, disseminando-se por toda a região Norte e atingindo o Mato Grosso ainda em 1999 (Gasparotto et al. 2003). Em junho de 2004 foi detectada em São Paulo (Moraes et al., 2005), espalhando-se em seguida para Mato Grosso do Sul, Santa Catarina, Paraná e Minas Gerais (Cordeiro et al., 2005). Atualmente há rumores de que a doença já chegou à Região Nordeste, mas continua sem confirmação oficial. Sua severidade tem confirmado as informações internacionais de que se trata de uma doença altamente destrutiva. Como consequência, a mudança das cultivares tradicionais para as resistentes tem sido processada mais rápido do que se imaginava em Estado como o Amazonas (Cordeiro & Matos, 2003). Como a região inicialmente afetada é basicamente composta por uma bananicultura de baixo nível tecnológico, a substituição das cultivares suscetíveis por uma resistente aparece como a única alternativa viável para o produtor. No Estado do Amazonas hoje se fala principalmente das variedades Caipira, Thap Maeo, Prata Zulu, Fhia –18 e Pacovan Ken, todas resistentes à doença.

5.2.4.2. Sigatoka-amarela (*Mycosphaerella musicola*) – a doença é endêmica no país, porém, menos agressiva e, conseqüentemente, menos destrutiva que a Sigatoka-negra, mas continua sendo a que causa maiores perdas na produção brasileira de banana, devida à sua ampla distribuição. Tem-se experimentado avanços no controle com a utilização pelos produtores de sistemas de previsão (Hinz, 2003; Ferreira et al. 2003), demonstrando assim o aumento da preocupação com a doença, a conscientização da sua importância e da necessidade de mantê-la sob controle. Controlar bem a Sigatoka-amarela é, em última análise, um passaporte importante para o enfrentamento da Sigatoka-negra.

5.2.4.3. Mal-do-Panamá (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*) – é considerada uma das doenças mais destrutivas da bananicultura mundial (Stover, 1972) e a que mais alterações provocou

na bananicultura, provocando a substituição de cultivares nos mercados internacional ('Gros Michel' por Cavendish) e nacional ('Maçã' por cultivares tipo Prata). No subgrupo Prata três cultivares merecem destaque: Prata Comum, Pacovan e Prata A anã, todas classificadas como suscetíveis ao mal-do-Panamá (Cordeiro et al., 1991). A 'Prata Anã' por apresentar menor porte, ser vigorosa e apresentar frutos que atendem a preferência do mercado brasileiro, tem sido a cultivar mais plantada, principalmente nas áreas de melhor nível técnico. Por outro lado, o crescimento em área plantada com essa cultivar tem sido acompanhado pelo avanço da doença. Em que pese as inúmeras práticas que tentam minimizar o problema, a resistência genética tem se mostrado a única forma eficiente de controle. Embora sendo a melhor alternativa, a mudança da cultivar sempre implicará em alterações em toda a cadeia, onde a comercialização é o principal entrave. Continuando refém da mesma alternativa, mais uma vez a doença pode provocar a mudança varietal, estando em curso a busca de uma cultivar que substitua a 'Prata A anã' no aspecto comercial e agregue a resistência ao patógeno.

5.2.4.4. Moko (*Ralstonia solanacearum*, raça 2) – essa importante doença bacteriana da bananeira deve merecer sempre a preocupação de produtores e da defesa sanitária vegetal. A vigilância permanente e a assepsia na realização das práticas culturais, continua sendo a medida mais eficiente, para a convivência e controle dessa doença. Inexistem fontes de resistência entre as musaceas e, por esta razão, a transgenia pode se tornar importante e necessária na geração de cultivares resistentes.

5.2.4.5. Viroses (BSV, CMV) – os vírus das estrias (BSV) e o do mosaico (CMV) são os mais comuns na bananicultura brasileira e, oficialmente, os únicos. A ocorrência de viroses é um problema cada vez mais freqüente nos bananais, apesar da evolução tecnológica dos últimos anos, com o aumento na utilização de mudas micropropagadas. Aliás, as viroses são também um grande problema deste segmento do agronegócio da banana. O fato é que ainda existem falhas nas técnicas de identificação das viroses, que geralmente apresentam várias estirpes, nem sempre detectadas pelo mesmo método. A grande infestação de viroses nas lavouras pode ser creditada em primeiro lugar à presença do vírus em ervas hospedeiras ou em lavouras de consórcio, facilitando a reinfestação das mudas. Além disso, ao que tudo indica, mudas micropropagadas são mais facilmente infectadas por vírus (Silva Neto, 2003). A manufatura de matrizes em telados anti-afídeos, tal como vem se procedendo na citricultura, deve ser analisada pelos laboratórios que se dedicam à produção de mudas de banana, para maior segurança da sua qualidade.

5.2.4.6. Broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) – dentre as pragas, continua sendo o maior problema responsável por queda na produção e na vida útil do bananal. De modo geral, a intensificação do problema está diretamente relacionada à falta de cuidados por parte dos produtores, em muitos casos por absoluta falta de conhecimento das práticas que devem ser utilizadas para a convivência e controle da praga. Isto denuncia a fragilidade da assistência técnica e, por outro lado, indica que ações de desenvolvimento podem produzir efeitos maiores que a geração de novas informações.

5.2.5. Manejo da fruta na pré e pós-colheita

Este é um dos aspectos em que os sistemas brasileiros de produção precisam avançar. Observa-se que, mesmo em lavouras com nível tecnológico mais avançado, ainda deixa a desejar a conscientização quanto ao manuseio da fruta durante a colheita e o processamento, para evitar danos mecânicos. Isto reflete diretamente na aparência dos frutos e na alta percentagem de perda, que caracteriza a nossa bananicultura até de 40%. Os danos provocados pelo transporte de cachos no ombro é proporcional à distância a ser percorrida (Magalhães et al., 2004). A existência de uma infra-estrutura mínima para as operações de transporte, despencamento e embalagem é a única forma de reduzir tais danos. Mas não são apenas estes os problemas que depreciam a qualidade da fruta brasileira. A ocorrência de manchas diversas, causadas principalmente por fungos e pragas como tripses e ácaros (Cordeiro & Mesquita, 2001), são hoje, grandes responsáveis pela restrição da fruta em alguns mercados nacionais. Para avanços nesta área, além da aplicação de conhecimentos já disponíveis, é importante a realização de pesquisas que busquem um melhor entendimento dos problemas e novas alternativas de controle, aplicadas aos sistemas de produção integrada e orgânica.

5.3. Organizacionais

A organização dos produtores ou a desorganização, talvez não seja por falta de associações e/ou cooperativas. Geralmente todos os pólos de bananicultura, principalmente os de fruticultura irrigada, possuem associações e/ou cooperativas, mas todos também têm histórias de administração incompetente que não funcionam e que entraram em falência. Esses fatos acabam por tornar os

produtores descrentes do sistema, preferindo trabalhar isolado na aquisição dos insumos ou na comercialização da produção. A quem interessa a desorganização? Certamente ao mercado comprador, seja ele um atravessador ou o próprio supermercado, que hoje é um dos grandes compradores da produção.

A organização consciente e responsável dos produtores é talvez o que esteja faltando, para que o mesmo não seja refém do comprador, que impõe o preço, a classificação da fruta e, além disso, o excesso de peso que a caixa padrão deve conter. A organização é a única forma do produtor poder negociar preço justo no momento da comercialização.

6. COMENTÁRIOS FINAIS

É verdade que a bananicultura brasileira tem ainda um longo caminho a ser percorrido para tornar-se competitiva em nível mundial. Os problemas apresentados e a pequena penetração da produção brasileira no mercado externo dão suporte a esta afirmação. Mas é verdade também que o Brasil apresenta vantagens comparativas importantes em relação a outras regiões ou países produtores (condições climáticas menos propícias ao desenvolvimento de doenças, solos de boa qualidade, luminosidade o ano inteiro, disponibilidade de água e posição estratégica em relação a mercados compradores). Dentre as vantagens comparativas enumeradas, a ocorrência de condições climáticas menos propícias ao desenvolvimento de uma doença grave como a Sigatoka-negra está se tornando um importante atrativo às multinacionais do setor que se encontram hoje estabelecidas na América Central, onde, de modo geral o clima é altamente propício ao desenvolvimento dessa doença. Os produtores da Costa Rica, por exemplo, enfrentam sérios problemas de resistência do fungo aos fungicidas, sendo obrigados a fazer até mais de 50 aplicações anuais de fungicidas para controlar a doença, despejando no solo, junto com os fungicidas, cerca de 250 litros de óleo mineral agrícola por hectare/ano. A pressão internacional é no sentido da redução de uso dos defensivos e o sistema, tal como se apresenta na América Central, está indo na contramão dessa tendência. Diante dessa realidade, a mudança da área de produção pode ser a única alternativa. Neste sentido, o estabelecimento de empresas como a Directivos e Delmont, para produzir banana no Vale do Açu, no Rio Grande do Norte e no baixo Rio Jaguaribe, no Ceará, podem ser um indicativo de que esta vantagem comparativa já esteja sendo considerada.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ALMEIDA, C. O. de 2003. Fruticultura brasileira: de abacaxi em abacaxi chegamos lá!. Bahia Agrícola, Salvador, BA, Brasil, v. 6, n. 1, p. 23-30.
2. ANDRIGUETO, J. R.; KOSOSKI, A. R. 2002. (Organizadores) Marco legal da produção integrada de frutas do Brasil. MAPA/SARC, Brasília, 60p.
3. BORGES, A. L.; SOUZA, L. da S. 2003. Manejo sustentável na bananicultura no terceiro milênio. IN: MATOS, A. P. de & MEISSNER FILHO, P. E. (Editores), Anais, V Simpósio Brasileiro sobre Bananicultura e I Workshop do genoma Musa, Paracatu, MG, 10-14 de novembro, p. 68 – 73.
4. CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. de; FERREIRA, D. M. V.; ABREU, K. C. L. de M. 2005. Manual para Identificação e Controle da Sigatoka-negra da bananeira. Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. (Documento/Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 153), 36p.
5. CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. de 2003. Impact of Mycosphaerella spp in Brazil. IN: JACOME, L.; LEPROVIRE, P.; MARIN, D.; ORTIZ, R.; ROMERO, R. & ESCALANT, J. V. (Editors) Mycosphaerella leaf spot diseases of bananas: present status and outlook. Proceedings of 2nd International Workshop on Mycosphaerella leaf spot diseases held in San José, Costa Rica, 20-23 may 2002, p. 91-97.
6. CORDEIRO, Z. J. M. ; MESQUITA, A. L. M. 2001. Doenças e pragas em frutos de banana. IN: MATSUURA, F. C. A. U. & FOLEGATTI, M. I. da S. (Editores) Banana Pós-colheita, Embrapa Mandioca e Fruticultura (Cruz das Almas, BA) – Embrapa Informação Tecnológica (Brasília), Frutas do Brasil, 16, p. 41 – 47.
7. CORDEIRO, Z. J. M. ; SHEPHERD K. ; SOARES FILHO, W. dos S. ; DANTAS, J. L. L. 1991. Reação de cultivares e clones de banana ao mal-do-Panamá. Rev. Bras. De Fruticultura, 13, n° 4, p. 197-203.
8. FAO 2006. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat database collections. Disponível em: <http://apps.fao.org/page/collections?subset=agriculture>. Acesso em: 14 de julho. 2006.
9. FERREIRA, D. M. V.; CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. de 2003. Sistema de pré-aviso para o controle da Sigatoka-amarela da bananeira no recôncavo baiano. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal, SP, v. 25, n. 3, p. 429-431.
10. GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J. C. R.; PEREIRA, M. C. N. 2003. Sigatoka-negra : Situação atual e avanços obtidos. IN: MATOS, A. P. de & MEISSNER FILHO, P. E. (Editores), Anais, V Simpósio Brasileiro sobre Bananicultura e I Workshop do genoma Musa, Paracatu, MG, 10-14 de novembro, p. 28 – 34.
11. HINZ, R. H. 2003. Sistema de previsão e controle integrado da Sigatoka-amarela. IN: MATOS, A. P. de & MEISSNER FILHO, P. E. (Editores), Anais, V Simpósio Brasileiro sobre Bananicultura e I Workshop do genoma Musa, Paracatu, MG, 10-14 de novembro, p. 44 – 47.

12. IBRAF, 2006. Instituto Brasileiro de Frutas. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/x-es/f-esta.html>. Acesso em 07 de julho. 2006.
13. IBGE 2006 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, O Brasil Estado por Estado. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 07 junho. 2006.
14. IBGE 2004 - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Agropecuário 1996. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/cgi-bin/prtab1>. Acesso em: 19 mar. 2004.
15. MAGALHÃES, M. J. M. de; ABRAHÃO, R. F. ; LEAL, P. A. M. 2004. Manual transportation within the plot and physical damages to bananas. Sci. Agric. (Piracicaba, Braz.), v.61, n.1, p. 32-35, jan./fev.
16. MAPA, 1999. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 007. Normas para produção de produtos orgânicos vegetais e animais. Brasília, DF, 1999.
17. MDIC. 2006. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. SECEX - Secretaria de Comércio Exterior – Exportação Brasileira de Banana: Acesso em: 14 de julho. 2006.
18. MOREIRA, R. S. & SAES, LUIZ. A. 2005. NANICÃO IAC 2001 – a única Cavendish tolerante à sigatoka amarela. In: Congresso Brasileiro de Assistência Técnica e Extensão Rural (2:2005 Piracicaba, SP) Anais ... Piracicaba, SP. FEALQ, p. 174-183.
19. SILVA NETO, S. P. da. 2003. Micropropagação e controle de viroses. IN: MATOS, A. P. de & MEISSNER FILHO, P. E. (Editores), Anais, V Simpósio Brasileiro sobre Bananicultura e I Workshop do genoma Musa, Paracatu, MG, 10-14 de novembro, p. 85 – 93.
20. SILVA, S. de O e.; SOUZA JR, M. T.; ALVES, E. J.; SILVEIRA, J. R. S.; LIMA, M. B. 2001. Banana breeding program at Embrapa Mandioca e Fruticultura. Crop Breeding And Applied Biotechnology, Londrina, v. 1, n. 4, p. 399-436, December.
21. STOVER, R. H. 1972. Banana, plantain and abaca diseases. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, England, 316p.

A HISTÓRIA DA BANANA NO BRASIL

THE HISTORY OF BANANA IN BRAZIL

Raul S. Moreira¹ & Zilton José Maciel Cordeiro²

¹Eng. Agro. Dr. Pesquisador Aposentado do IAC raulmoreira@mpc.com.br

² Eng. Agro. Dr. Pesquisador Embrapa Mandioca e Fruticultura zilton@cnpmf.embrapa.br

1- Considerações iniciais.

A banana é a fruta fresca mais consumida no Brasil. Todavia antes de se falar sobre o título da palestra, é preciso que se diga que a banana é uma fruta importante para o povo brasileiro, cujo consumo “per capita” é de 30 kg.

A população é de 180 milhões de habitantes distribuída em 26 Estados e uma Capital Federal, sendo que em todos eles há produção de bananas. O Brasil tem sua área geográfica igual a 8.511.965 km².

Quadro nº 1 – Comparação entre a área geográfica do Brasil com a de alguns países produtores de banana.

Brasil	8.511 mil km ²	
Índia	3.287 mil km ²	2,58 vezes menor
México	1.972 mil km ²	4,31 vezes menor
Colômbia	1.138 mil km ²	7,47 vezes menor
Venezuela	916 mil km ²	9,32 vezes menor
Equador	283 mil km ²	30,07 vezes menor
Honduras	112 mil km ²	75,99 vezes menor
Costa Rica	50 mil km ²	170,22 vezes menor

A palavra banana é originária das línguas serra-leonesa e liberiana (costa ocidental da África), a qual foi simplesmente incorporada pelos portugueses à sua língua.

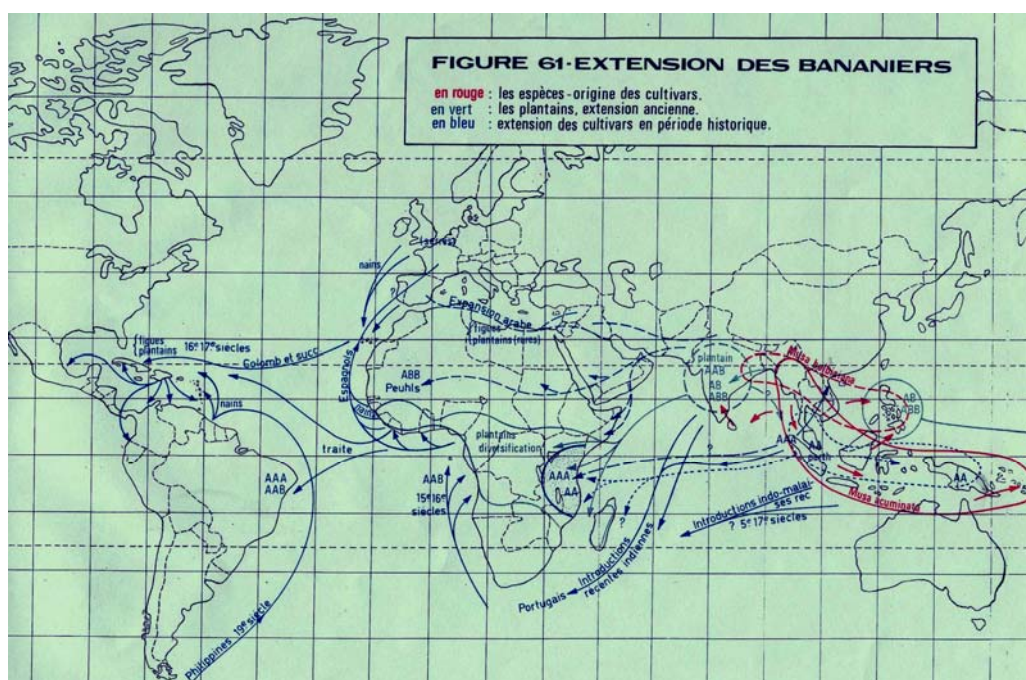
Não se pode indicar com exatidão a origem da bananeira, pois ela se perde na mitologia grega e indiana. Atualmente admite-se que seja oriunda do Oriente, do sul da China ou da Indochina. Há referências da sua presença na Índia, na Malásia e nas Filipinas, onde tem sido cultivada há mais de 4.000 anos. A história registra a antiguidade da cultura. De acordo com documentos publicados em 06 de janeiro de 2006, a banana estava em Uganda, continente africano há mais de 2.000 anos, com base em estudos feitos em fitólitos (cristais de sílica hidratada absorvidos pelas raízes).

Quando Cristóvão Colombo chegou nas Antilhas em 1492, encontrou os índios comendo bananas, conforme seu relatório de viagem relatando inclusive que os Incas tinham a banana na sua alimentação básica.



Figura 1 - Mapa político da América do Sul e Central.

Champion em seus estudos feitos sobre o transito dos diferentes grupos genômicos pelos continentes, elaborou o mapa abaixo, o qual nos informa que muitas cultivares podem ter vindo do continente africano para o americano pelo Atlântico e também pelo Pacífico através do Sul do nosso continente.



O certo é que as bananeiras existem no Brasil desde antes do seu descobrimento por Pedro Álvares Cabral. As primeiras informações de que nossos indígenas já conheciam e plantavam a banana, datam de 1500, as quais foram escritas por Pero Vaz de Caminha ao descrever o que viria por ocasião da chegada deles em nossas terras, as quais foram publicadas em 1780, no livro “O tratado” por Pero de Magalhães Gândavo.



Foto 1 - Pedro Álvares Cabral chegou ao Brasil com três caravelas iguais a estas.

Segundo essas informações, Cabral encontrou os indígenas comendo *in natura* bananas de uma cultivar muito digestiva e saborosa, que se supõe tratar-se da 'Branca', que cortada transversalmente formava como que uma cruz. Havia ainda uma outra cultivar, rica em amido, que para ser consumida precisava ser cozida ou assada, chamada de 'Pacoba' (que deve ser a cultivar Pacova), que possuía grandes sementes férteis, maiores que as de algodão e que substituíam o pão para os nativos. É interessante lembrar que a palavra pacoba, em guarani (língua de nossos indígenas) significa banana.



Foto 2 - O cacho da 'Pacova' normalmente têm 18 bananas.

A criação do subgrupo Prata, que foi proposto por Kenneth Shepherd, por ter reconhecido que as informações fornecidas por Jean Champion, no relatório de sua primeira visita ao Brasil em 1968, atestando que as bananas desse subgrupo não eram encontradas em outros locais e que a 'Branca' era o seu ancestral mais antigo tendo como descendente a 'Prata'.

Atualmente, no Brasil, as cultivares do subgrupo Prata, em especial a 'Prata', são muito importantes por serem as mais consumidas. A cultivar Prata é popularmente confundida com a cultivar Branca, pois suas diferenças são pequenas. A cultivar Branca é mais encontrada em todo o Brasil, principalmente nas encostas das serras, a semelhança do que Cabral observou. Pela frequência que se pode encontrar essas duas cultivares no Brasil, torna-se muito difícil precisar

quando e onde houve o aparecimento da cultivar Prata. Pelo quadro abaixo fica evidente que foi a cultivar Branca que deu origem à 'Prata'. Para reforçar esta idéia, há ainda o fato que, ao se multiplicar por biotecnologia qualquer cultivar do subgrupo Prata, é comum nas variações somaclonais que aparecem, ter-se plantas da cultivar Branca e não se conhecem casos de ser a cultivar Prata.

Quadro nº 2. Comparação entre as cultivares Branca e Prata.

Diferenças

Tamanho do cacho menor
Postura da inflorescência
Postura da ráquis masculina
Ráquis masculina
Botão floral
Postura das folhas
Dimensões das folhas
Ápice das bananas na colheita
Bananas na colheita
Casca
Casca
Polpa
Paladar
Chochamento de bananas *
Quanto as sigatokas
Quanto a fusariose
Quanto a broca
Quanto ao porte
Diâmetro do pseudocaule
* - ou inguirin

'Branca'

maior
quase horizontal
vertical
sem restos florais
menor
mais eretas
mais estreitas
quase horizontais
mais curtas e mais finas
mais fina
com *Cladosporium musae*
mais branca
quase insípido
ocorre
mais tolerante
mais resistente
mais resistente
igual
mais fino

'Prata'

quase 45° para o solo
segue a curvatura do cacho
com alguns restos florais
maior
tendem para horizontal
mais largas
voltadas para cima
mais longas e grossas
mais grossa
sem *Cladosporium musae*
mais creme
mais definido e adocicado
não ocorre
menos tolerante
menos resistente
menos resistente
igual
mais grosso



Foto 3 - A 'Branca' tem a ráquis masculina reta, vertical e despida de flores e a feminina quase horizontal com os frutos inseridos com o ápice voltado para o alto.

Para se falar da **História da banana no Brasil**, vamos iniciar com o Brasil Colônia. Durante os primeiros anos de colonização (até 1570), os portugueses se utilizaram dos índios como escravos para fazer suas edificações e lavouras. Dada a indolência peculiar deles, foram feitas compras de escravos na África (principalmente de Moçambique, Angola, Congo, Nigéria e Costa do Marfim) durante o período de 1550 a 1855, atingindo um total de cerca de 4 milhões, sendo a maior parte de

homens jovens. Deve-se lembrar que muitos deles vieram espontaneamente para fugir das guerras tribais. Dentro das iniciativas colonizadoras, em 1530, foi introduzida a cana de açúcar, vinda da Ilha da Madeira, para São Vicente e em 1538, em Pernambuco e 1551 foram trazidos gado e cavalos. Sabe-se que a banana Nanica veio das Ilhas Canárias e Cabo Verde, onde já a cultivavam, não havendo definição da data em que isto ocorreu. Lembrando que em todo o Continente Africano já plantavam outras bananeiras, há séculos, podendo-se supor que juntamente com os escravos podem ter vindo algumas delas.

Sobre essa primeira época pouca informação existe. Apenas sabe-se que os índios mantinham junto as suas habitações pequenos cultivos e que as bananeiras estavam sempre presentes. Ao se mudarem levavam mudas de banana, assim como outras plantas para garantirem suas sobrevivências, tais como milho, mandioca, fumo, algodão, e o que era chamado pelos índios tupis de milho d'água ("abatuaupé") que era consumido como se fora o arroz.

No início da colonização do Brasil, D. João III, rei de Portugal, resolveu, em 1532, dividir o país em 12 Capitanias Hereditárias, que eram faixas paralelas ao Equador, com larguras variáveis em torno de 300km, que iniciavam no litoral e se estenderiam até ao Meridiano de Tordesilhas. Seus concessionários deveriam cuidar de explorar toda a área e principalmente povoar o litoral, para evitar invasões, em especial de franceses e espanhóis.

Nessa ocasião, toda a Europa tinha falta de açúcar. Diante disto houve interesse pessoal do Imperador em iniciar plantios de cana de açúcar para ser utilizada nos engenhos. Para isso a mata foi derrubada e a cana de açúcar plantada. Outras áreas foram derrubadas e consumidas como lenha. O primeiro engenho de cana de açúcar em Santos, foi construído em 1532. Quando os engenhos começaram a moer a cana de açúcar, havia necessidade de mais lenha para produção do açúcar. Essas áreas derrubadas foram plantadas para produção de alimentos, sendo parte delas com bananeiras, fruta que muito agradava ao paladar dos portugueses e, aos escravos pretos e indígenas, representava alimento. Assim, junto aos engenhos sempre se formavam pequenos bananais. Padre José Anchieta que chegou ao Brasil em 1553, em uma de suas cartas ao Padre Manoel da Nóbrega, em 1563, quando esteve como refém dos índios em Iperoig, em Ubatuba, SP., ele contou que gostava de comer bananas, o que torna óbvio que havia bananais na região.

Ao se fazer algumas considerações iniciais sobre as diferentes cultivares que existiam entre nós, no início do século XX, é preciso dizer que essa possibilidade se deve a um remoto trabalho de coleta nacional, iniciado em 1925, pelo engº agrº Felisberto Cardoso de Camargo, que organizou na Fazenda Santa Eliza, do Instituto Agrônomo (IAC), em Campinas, a primeira coleção de bananeiras que se tem notícia no Brasil, com 12 cultivares, coletadas em suas múltiplas viagens pelos Estados. Com o passar dos anos essa coleção foi ampliada, chegando a pouco mais de 100 outras novas cultivares brasileiras.

É importante relacionarmos que há uma série de cultivares que apareceram no Brasil, *espontaneamente*, em algum lugar e que não são citados como existentes em outros países, tais como:

Quadro nº 3 – Cultivares originados no Brasil

Nome da cultivar	Descendência	Origem
Carnaval	Terra	Conceição de Macabu, RJ
Caturão	Nanica	Santa Catarina
Colatina ouro	Ouro	Espírito Santo
Enxerto (Prata anã)	Branca	Santa Catarina
Nanicao IAC 2001	Nanica	Campinas SP
Nanicao Jangada	Nanica	Arandu SP
Maranhão branca	Terra	Maranhão
Maranhão caturra	Terra	Maranhão
Maranhão vermelha	Terra	Maranhão
Nanicao	Nanica	Santos SP
Ouro da Mata	Branca	Viçosa MG.
Pacovan	Branca	Pentecoste CE
Pacoví	Pacova	Amazonas
Platina	Maçã	Macaubal SP
Prata do Itimirim	Branca	Miracatu SP
Prata ponta aparada	Branca	Bahia
Salta do Cacho	Nanica	Alagoas
Samburá	Pacova	Pernambuco
Terra	???	???
Terrinha	Terra	Bahia

Para melhor nos situarmos no tempo, convém lembrar que as primeiras informações da história internacional do início das exportações efetivas de bananas, datam de 1870, feita por uma escuna, que transportou da Jamaica para os Estados Unidos (cidade de Jersey) 160 cachos. Exportações esporádicas ocorreram anteriormente das ilhas do Caribe, onde as cultivares Nanica (1829) e Gros Michel (1835) já tinham sido aí introduzidas.

A exportação regular de bananas por navios a vapor no Mundo, começou em 1894, transportando cachos sem nenhuma embalagem, que eram produzidos na Costa Rica e Panamá, com destino aos Estados Unidos.

A exportação de bananas pelo Brasil, feita pela primeira vez, foi em 1897, para a Argentina e Uruguai, com frutas colhidas nas Baixadas Fluminense e Santista, em propriedades localizadas junto aos rios que as cortam.

É interessante notar que as exportações feitas nessa ocasião por Santos, eram trocadas com a Argentina por mercadorias sem haver papel moeda.

As primeiras exportações efetivas de banana do Brasil ocorreram a partir de 1904, sendo o total de 339 mil cachos do Estado de São Paulo e 1.882 mil do restante do país, dos quais a maior parte foi produzida no Rio de Janeiro e o restante no Paraná e Santa Catarina. Nessa ocasião os cachos eram enviados para o mercado Platino (Argentina, Uruguai, Paraguai e Chile) sem nenhuma embalagem.

A partir de 1912, a maior parte das exportações já era feita pelo porto de Santos, cuja liderança permaneceu até 1964, utilizando sempre navios adaptados com ventiladores para se ter a impressão que eram refrigerados.

A História da banana no Brasil registra que foi no Estado de São Paulo que as pesquisas brasileiras com essa fruteira tiveram início, com os primeiros experimentos instalados em 1925, pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e depois pelo Instituto Biológico de São Paulo (IB), seguido pelas avaliações do Instituto de Economia Agrícola (IAA) e dos trabalhos feitos pelo Instituto de Tecnologia Agrícola (ITAL), cujos resultados propiciaram bases para o começo das investigações feitas depois de 1970, por instituições de outros Estados e ainda como instruções práticas para produtores de todo o país.

2- A banana no Estado de São Paulo.

Os primeiros maiores plantios de banana ocorreram no Estado de São Paulo e foram realizados nas proximidades da cidade de Santos, entre 1800 a 1850.

Um fato interessante que a história registra como sendo a primeira lavoura extensiva de bananas ocorreu em 1803, com a vinda de cinco amigos portugueses chamados “Manoel”, para o Brasil, com a finalidade de plantar bananeiras em Cubatão, SP. As áreas dos seus banais faziam parte das terras onde hoje está a Companhia Siderúrgica Paulista (COSIPA). A repercussão do sucesso dos cinco portugueses foi tão grande que, ao se criar o município de Cubatão, em 1833, colocaram uma folha de bananeira de cada lado do brasão da cidade, simbolizando uma coroa de louros.

No início do século XX, a quantidade de banana na região já era bastante grande a ponto de ser instalada em Santos, a indústria A. Leoneza Comercial e Industrial, em 1904, que foi a maior fábrica de doces de bananas da América do Sul até 1960, quando encerrou suas atividades, depois de ter vendido para as maiores e mais ricas cidades do Estado, além de exportar para a Inglaterra e países do Cone Sul, doces em massa (bananadas), balas, bananas envoltas em chocolate, em conservas, bananas desidratadas (passas) sendo que de cada 10kg de bananas madura obtinha-se 1,6 kg de passas.

Nas áreas aonde se iria plantar banais, que ficavam muito perto do mar, era preciso fazer um sistema de drenagem em toda ela para ser possível sua formação, o que era feito simultaneamente com o início das roçadas, antes do plantio e da derrubada da mata. Para controlar as águas, havia no final dos canais principais, um sistema de comportas automáticas que se abriam e fechavam conforme o nível do mar subia ou abaixava. Esse sistema era denominado de “vala de rodo”, que se assemelhava a porta de uma gaiola de pássaros.

O solo nas cercanias de Santos é do tipo orgânico (pH em torno de 4) e por isso, para se iniciar um plantio, era necessário abrir muitos canais de drenagem, pois esse solo quase sempre fica apoiado sobre uma camada de barro conhecida como tabatinga, que é quase impermeável, o que dificulta muito o escoamento das águas. Banais também foram plantados nas várzeas mais altas dos rios que descem a Serra do Mar, onde o problema de drenagem era bem mais simples e sofriam menores influências das marés.

Praticamente todos os bananais plantados anteriormente a 1970, em regiões que não haviam ainda sido desbravadas, as áreas escolhidas eram os capoeirões mais velhos e as matas virgens. Os plantios eram feitos em regime de empreitada por pé de banana plantada, na qual o empreiteiro só concluía seu serviço quando o bananal já estivesse com mais da metade das plantas com cacho. Era sua responsabilidade fornecer toda a mão de obra, parcialmente paga pelo proprietário sob a forma de adiantamentos, incluindo os mantimentos e ferramentas, ficando o acerto final para após a contagem das bananeiras cacheadas.

Nessas áreas, após uma operação de roçada com foice, ficavam em pé apenas árvores que teriam de ser derrubadas com o machado. Na sua sombra, eram abertas diminutas e rasas covas (15 x 15 x 15 cm) e plantadas as mudas, quase sempre só do tipo pedaço de rizoma, que eram fornecidas pelo proprietário. Elas eram postas nas covas na posição em que as gemas laterais de brotação ficassem voltadas para o seu fundo e em seguida serem cobertas com uma pequena camada de terra da superfície.

Após dois a três meses do plantio, quando essas mudas começavam a emitir brotos para fora da terra, era feita a derrubada total da mata. Decorridos mais três a quatro meses, ocasião em que as mudas já estavam com quase um metro de altura e tendo havido a secagem da mata, efetuava-se sua queima. O fogo não chegava a causar prejuízos totais na bananeira, pois a gema de brotação ficava na parte mais profunda da cova, porém toda a parte aérea já brotada, era queimada.

Passados mais quatro meses, executavam-se com foice e machado a operação de “bater a jangada”, que consistia em rebaixar os galhos das árvores derrubadas, simultaneamente com a primeira roçada geral. Uma outra roçada em toda a área era realizada quando as plantas começavam a ficar adultas. Nessas precárias condições de serviço era iniciada realmente a formação do bananal, não havendo alinhamentos de plantio e nem sempre faziam o replantio das falhas que chegavam a 20 a 30%. Pouco antes do começo da colheita, novas empreitadas eram contratadas tais como uma roçada geral, locação das demais valas de drenagem, carreadores, etc. Enfim, todas as operações eram feitas sob empreita, que é a pior forma de se formar um bananal, porém era o costume da época.

Durante o processo de formação do bananal não se aplicava nenhum corretivo de solo e nem adubos.

A colheita era realizada sempre por empreitada, sendo que muitas vezes a distancia do cacho colhido até ao local de embarque superava a 300m. Depois de colhidos, os cachos eram carregados dentro dos bananais, nos ombros dos operários, por empreitada, até aos locais onde as canoas ou os chatões podiam chegar. Se a distancia era pequena, o operário chegava a transportar 4 e até 5 cachos em cada viagem. Havia um acordo tácito entre os operários no qual um ajudava o outro a fazer sua carga e a descarga dos cachos. Certo é que muitas vezes os cachos se estragavam devido a acidentes durante a “caminhada” feita até ao local de descarga.



Foto 4 - Operário transportando 5 cachos, para mercado interno.

Em muitas propriedades os cachos eram recolhidos em determinados locais, onde uma zorra puxada manualmente ou por animais, os transportavam pelos carreadores até as canoas e daí para os chatões movidos a remo por quatro ou seis homens. A zorra era utilizada uma vez que no solo orgânico somente é possível fazer-se estradas por meio da construção de aterros, com terra trazida de outros locais. A zorra era constituída de dois ou três troncos de árvore de madeira de lei, com

cerca de três metros de comprimento, colocados paralelamente, sobre os quais se construía um soalho de madeira, com dois metros de largura, em cima dos quais se levavam até 40 cachos, nem sempre cuidadosamente amarrados, formando uma carga.

Em alguns bananais, no início do século XX, a zorra foi substituída por um sistema de transporte dos cachos por vagonetas com tração humana ou animal, cujos trilhos eram feitos com madeira de lei, que possibilitavam lavar até 40 cachos.

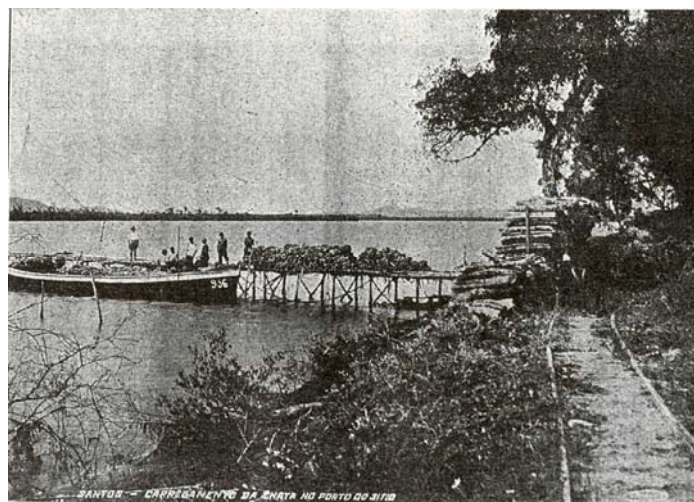


Foto 5 - Embarque de bananas em chatões na fazenda.

Entretanto, em pouco tempo foi introduzido o Decauville para tracionar as tais vagonetas e os trilhos passaram a ser de ferro. O Decauville era uma pequena locomotiva a diesel, dirigida por um maquinista que se sentava de lado para poder olhar para frente e para trás, pois era muito comum alguma vagoneta tombar ou apenas descarrilar. Tinham baixa velocidade, bastante força e devido sua robustez dificilmente quebravam e chegavam a puxar de 5 a 6 vagonetas, com 30 a 40 cachos cada uma. Prestaram um grande auxílio aos bananicultores.

Para agravar as injúrias já feitas nas bananas, o serviço de estiva no cais era da pior qualidade que se pode imaginar, pois os cachos eram jogados como se fossem paralelepípedos, tanto pelo pessoal de terra como do navio.

Por volta de 1920, os bananais santistas que já tinham cerca de 3 milhões de pés, haviam exaurido quase toda a fertilidade das terras, que nunca foram adubadas. Hoje sabe-se que o grande problema desses solos era falta de calagem. Percebendo a decadência dos bananais, os produtores procuraram outras áreas ao longo das praias, para formação de novos plantios. Assim que se formaram ao Norte os bananais de São Sebastião com aproximadamente 3 milhões de pés e ao Sul um total de mais 10 milhões entre Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe. Os bananais de Santos sobreviveram ainda por algum tempo, porém depois da 2ª Guerra Mundial, os investimentos imobiliários tornaram as terras e a mão de obra muito valorizadas, substituindo-se a bananicultura pelo turismo.

A primeira maior propriedade bananeira do Brasil, foi a Fazenda São Sebastião, mais conhecida por Fazenda dos Ingleses, localizada entre São Sebastião e Caraguatatuba, SP., no Litoral Norte do Estado, cuja área era de aproximadamente 10.000ha. Ela foi adquirida de uma firma francesa que ali se instalara em 1797, para extrair das matas dormentes para ferrovias européias e fazer sua exportação, o que ocorreu "oficialmente" até 1812. Dada às dificuldades governamentais impostas, a propriedade foi vendida por volta de 1925, para uma firma inglesa, que mais tarde passou a se chamar S.A. Frigorífico Anglo. A Fazenda dos Ingleses iniciou suas atividades em 1927, na margem direita do Rio Juqueri-querê. Ela tinha uma parte mais elevada que foi usada para plantio de citros (grapefruit) para exportação.

Como as áreas já haviam sido exploradas pelos antigos proprietários franceses tirando madeira para fazer dormentes, a limpeza consistiu em uma simples roçada geral. Essa imensa várzea que ficava próxima do mar, teve de ser totalmente drenada a mão para que se pudesse plantar as bananeiras. Sendo a altitude do terreno muito baixa, ele sofria influências das marés, que passavam a ser controladas com as "valas de rodo", instaladas no final dos canais principais.

Inicialmente, foram plantadas mudas de 'Nanica', vindas de Santos, da Fazenda Trindade, que pertencia ao mesmo grupo econômico. Houveram também lotes vindos da mesma origem, aos quais lhes foi dado o nome de Congo ou Mestiça, cuja origem é desconhecida. Esta era muito semelhante a cultivar Nanicão (Giant Cavendish), porém um pouco mais alta, com pseudocaule mais fino e apresentando brácteas cobrindo os restos florais masculinos, em quase metade da ráquis.

A cultivar Nanicão é uma mutante da 'Nanica' surgida no litoral de Santos, ainda no século XIX, que é instável, sendo possível identificar-se algumas diferenças entre elas. Quanto ao seu paladar é igual ao da 'Nanica'. Quando a Standard Fruit Company introduziu em suas plantações na América Central e do Sul, a Giant Cavendish, ela fez uma coletânea de cultivares em todo o mundo, inclusive em Santos (SP), em 1939, onde já havia cultivares de 'Nanicão', em tudo e por tudo iguais a 'Valery'.

Mais tarde foram introduzidas, clandestinamente, na Fazenda mudas de raiz nua de 'Gros Michel', contaminadas com o mosaico do pepino (CMV - *Cucumber Mosaic Virus*) vindas da América Central. Essa cultivar não teve bom desenvolvimento devido aos baixos índices de temperatura local e também pelos ventos fortes que por vezes derrubavam 40 a 50 mil plantas. Provavelmente esses tombamentos ocorreram também em face da presença de nematóides, que posteriormente foram aí identificados. Além disso, a 'Gros Michel' tem baixa tolerância ao mal do Panamá. Todos os focos que apareciam dessa enfermidade eram erradicados e no local aplicado uma camada de cal virgem.

Os plantios foram feitos em quadras com 4ha cada, com carregadores isolantes. Dessa forma iniciaram os plantios que chegou a atingir 3 milhões de bananeiras, no espaçamento de 4 x 4m. Essas plantas eram desbastadas de modo a ficarem 2 ou 3 famílias por cova, com o auxílio do penado, que é uma ferramenta semelhante a uma roçadeira com cabo curto, que eram comprados na Europa. Os bananais foram adubados com leguminosas produzidas entre as plantas, que eram enterradas ao seu lado e esterco de curral na dosagem de 20 a 50 litros por família, a cada dois anos, pois não havia quantidade para fazer anualmente. Foi também usado como fonte de nitrogênio o salitre do Chile e como fósforo a farinha de ossos e o superfosfato triplo. Como adubo potássico foi aplicado o sulfato de potássio ou o cloreto de potássio. Tendo sido verificado a falta de potássio no bananal, foram trazidos para a Fazenda cinzas de cafés queimados em Santos e do interior do Estado, por meio de chatões da própria organização. A distribuição desse adubo dentro propriedade foi feita por meio de vagões ferroviários que circulavam por todo o bananal.

Para o transporte da produção para o galpão de embalagem havia um sistema ferroviário com 0,60m de bitola, chegando a 120 km, envolvendo vários ramais, pois o terreno não tinha estrutura física para suportar o trânsito de veículos. Eram utilizados pequenas locomotivas tracionando um ou dois vagões para a linha principal, contendo até 200 cachos em cada um. Nesta se formavam os trens com até 40 vagões (o total que a Fazenda tinha eram 200 deles) que eram arrastados por uma locomotiva a diesel ou a gasolina, cujo peso era de 4 a 5 toneladas (a Fazenda mantinha sempre em funcionamento 8 das 12 máquinas), para o galpão de embalagem. Os vagões eram fechados lateralmente, à semelhança dos que transportam gado e cobertos com chapas de zinco.

A colheita que era programada por Londres com um mês de antecedência, começava a ser feita dois dias antes do embarque e retirada imediatamente do bananal pelos operários, que carregavam apenas um cacho no ombro, sobre um travesseiro de pano recheado com folhas secas de bananeiras. Junto ao local de embarque havia um suporte feito de madeira para pendurar os cachos. Entre as duas primeiras pencas era colocada uma almofada de papel jornal e em seguida vestia-se-lhe um saco de papel kraft perfurado, antes dos mesmos serem enviados ao galpão de embalagem.

No galpão, os cachos eram limpos, classificados pelo número de pencas sendo exportados para a Inglaterra apenas os de 1ª (mais de 12 pencas) e os de 2ª (mais de 10 pencas) e quando coincidia o retorno de um barco da organização para Santos, os de 3ª (8 pencas) eram enviados para a indústria A. Leoneza, sem nenhuma embalagem. Não havendo esta possibilidade, os refugos (descartes) eram jogados dentro do bananal.

Os cachos que serviam para exportação eram envolvidos em uma manta dupla de papel kraft, amarrados com um cordel de sisal de modo que não se desembrulhasse. Depois de 1930, por vezes o saco era substituído por uma manta costurada, feita com palha de arroz e ou trigo, vindos da Holanda. Logo depois esse palhão foi substituído por outro produzido no Paraná, com o mesmo material. Por iniciativa e orientação do Instituto Agrônomo de Campinas, passou-se a fazer os palhões com folhas de tabua (*Typha domingensis*), unidas por seis costuras, na própria fazenda.

As extremidades da ráquis eram aparadas bem curtas e pinceladas com carbolíneo ou parafina para estancar a exsudação da seiva e evitar infecção. Estando devidamente embalados, os cachos seguiam pela ferrovia até ao porto do Rio Juqueri-querê, onde eram carregados em chatões

contendo até 1.000 deles. Um rebocador puxava apenas dois de cada vez para o canal de São Sebastião e Ilha Bela, onde os cachos eram levados para bordo por meio de uma das 4 dalas (esteiras elevatórias) do próprio navio, que trabalhavam simultaneamente, até completarem a carga de 6 mil cachos. Nesses navios, de propriedade da própria organização ("Blue Star Lines"), os cachos eram empilhados nos porões refrigerados, que nem sempre mantinham corretamente a temperatura de 12/14°C, o que provocava o "bombamento" (amadurecimento por excesso de calor e gás carbônico) de toda a carga que era então jogada no Rio Tamisa.

Para que toda a Fazenda funcionasse perfeitamente havia uma completa estrutura que começava com a casa do gerente geral, no alto de um morrete e logo mais abaixo as casas dos operários (que eram 800 e que com suas famílias completavam 4.000 pessoas), de madeira, com luz elétrica e água encanada. Um sistema de telefonia ligava todas as seções da Fazenda e também com a delegacia de polícia da cidade. Na parte mais baixa ficavam as casas de embalagem de banana e citros, os almoxarifados e os galpões de manutenção. É importante dizer-se que o comando central da Fazenda dos Ingleses era em Londres, de onde saiam todas as programações, as ferramentas, etc e o dinheiro também. Os mantimentos vinham de São Paulo, via Santos e do Rio de Janeiro.

A Fazenda dos Ingleses funcionou nesse esquema com embarques semanais de seis mil cachos, até que durante a 2ª Guerra Mundial, dois ou três de seus navios foram afundados, quando parou a exportação. Ela só retornou em 1947 depois que tudo se acalmou. Nessa ocasião foram utilizadas caixas de madeira, de pinho, completamente fechadas, para a acomodação das pencas que eram envoltas em sacos de polietileno, até 1960.

Em 1935, apareceram na Fazenda dos Ingleses alguns focos da sigatoka amarela, em plantas de 'Gros Michel', provenientes da América Central, que estavam em viveiros, as quais foram destruídas, apesar de não ter sido confirmada cientificamente sua presença. Entretanto, em 1955 novos focos apareceram e a moléstia se expandiu por toda a propriedade. Decorrente dos prejuízos que estavam tendo, a Fazenda dos Ingleses resolveu adquirir dois aviões alemães Stuka, biplanos, que tinham sido usados durante a 2ª Guerra, que foram pilotados por Zieminsky, que depois de destruir o primeiro em cima dos bananais, continuou voando com o segundo. No lugar do co-piloto foi instalado um tambor de 200 litros de "spray oil" e para sua distribuição, foram fabricados dois microners usando as pás de ventilador de uso doméstico. Dessa forma foi possível fazer-se uma razoável pulverização, graças a grande habilidade do piloto e com isso obter-se algum controle da sigatoka amarela. Este "quebra galho" funcionou por quase 3 anos, quando novos equipamentos foram adquiridos. Além do problema da sigatoka amarela, havia ainda grande infestação de broca das bananeiras, cujos adultos eram recolhidos manualmente de baixo das iscas "telha", por 2 a 3 vezes por semana (em cada litro havia cerca de 12.000 insetos adultos). Tentou-se eliminar a broca usando o BHC, mas em pouco tempo verificaram que seu cheiro típico aparecia na polpa das bananas. Ao se fazer novos plantios, para matar as brocas, as mudas sem serem escalpeladas, eram deixadas por 15 dias em água corrente. Quanto aos nematóides não havia nenhum controle, pois ainda estavam sendo estudados e com isso houve grande queda na produção e elevação dos seus custos.

Na noite de 17 para 18 de março de 1967, depois de um período de quase trinta dias seguidos de chuvas, um tornado caiu nas encostas da Serra do Mar, causando grandes desmoronamentos e um mar de lama invadiu quase toda a Fazenda, chegando em alguns locais a 5m de altura, porém, de um modo geral, a altura foi de 2m. Houve um completo soterramento de mais de dois milhões de bananeiras, que ainda estavam em produção, benfeitorias, seus trens, casas enfim tudo que lá estava. O número de mortos foi pequeno, cerca de 400 pessoas, por terem as demais conseguido se abrigar em cima dos vagões. Como parte inexplicável desta catástrofe, houve o fato de que quase nenhum dos animais tivesse morrido, pois assim que começou a chover mais forte, eles arrombaram as cercas e se refugiaram nas partes altas da Fazenda.

Diante de tamanha tragédia, houve dispensa e indenização de todos os operários e as terras vendidas ou doadas para diversos grupos de pessoas.

Deve-se enfatizar que a Fazenda dos Ingleses foi a primeira das de banana a colaborar com os órgãos de pesquisas, possibilitando que técnicos dos Institutos Agrônomo de Campinas e do Biológico de São Paulo, instalassem nela experimentos de banana e citros, dando-lhes todo o apoio que precisaram. Posteriormente, inúmeras empresas agrícolas e produtores individuais tiveram igual procedimento com os órgãos de pesquisa e de extensão rural.

Os bananais ao Sul de Santos, nos três municípios já citados (Mangaguá, Itanhaém e Peruíbe), foram formados por vários grupos de produtores independentes, a partir de 1927, seguindo os sistemas tradicionais, isto é, empreitadas, porém a drenagem era feita juntamente com a

derrubada das matas, que por sinal eram bem mais fracas do que aquelas próximas de Santos. O número de valas e sua extensão eram simplesmente incalculáveis, sendo estimado em mais de duzentos quilômetros. Nessas áreas, o plantio da banana foi mais fácil por estarem mais distantes do mar e suas várzeas serem de origem fluvial (argilo-silicoso-húmifico), devido aos rios que as atravessam, que no início serviram para o transporte da produção. A cultivar explorada era só a 'Nanica'. O sistema de transporte dentro das fazendas, desde seu início, era feito com o Decauville, cujos trilhos chegaram a ter duas ou três centenas de quilômetros. Em pouco tempo esses bananais superavam 10 milhões de pés, sendo a colheita e o transporte dos cachos dentro das plantações, para as linhas da ferrovia dos Decauvilles, feitos no mesmo padrão dos plantios de Santos: empreitada. Os cachos sem nenhuma embalagem, eram postos nas vagonetas que os levavam até ao porto fluvial das fazendas, onde seriam embarcados em chatões que eram puxados por pequenas lanchas, até a barra do respectivo rio, donde eram ligados a rebocadores que os arrastavam até ao costado dos navios, em Santos. Os cachos com padrão de exportação eram então embarcados e os refugos enviados para São Paulo ou para a indústria.

O transporte dos cachos destinados ao mercado interno, quando chegavam no cais de Santos, vindos nos chatões, eles eram transportados em carroções puxados por cavalos, os quais foram depois substituídos por caminhões, até a ferrovia que os levavam em vagões fechados para São Paulo, onde eram vendidos na "praça da banana". Essa praça ficava no local do atual terminal do Metrô na Barra Funda. Quando o trem chegava, os representantes da Cooperativa Central de Bananicultores do Estado de São Paulo (CCBESP), ou da Cooperativa Agrícola de Cotia, (CAC) ou da Cooperativa Sul Paulista ou ainda daqueles intermediários compradores junto aos produtores, faziam a venda dos cachos.

Inicialmente essa venda era comercializada por dúzia de cachos para outros intermediários e transportados em caminhões para os depósitos dos atacadistas maturadores, que os processavam usando carbureto de cálcio ou a queima de serragem. Posteriormente foi instalada uma balança, para pesagem desses caminhões. Entretanto, como os cachos destinados à "praça da banana", geralmente vinham em vagões totalmente fechados, por vezes, a fruta chegava já madura ou mesmo toda "bombada", portanto, imprópria para consumo, sendo então encaminhada para o lixo. Quando o transporte da banana para São Paulo passou a ser feita por caminhões dos produtores, depois da 2ª Guerra Mundial, foi criado mais um outro local de venda de banana, a Praça São Vito, que fica defronte ao Mercado Municipal. A forma da comercialização continuou a mesma.

Conforme já foi dito, no início das exportações brasileiras de bananas, em 1904, os cachos eram trazidos das fazendas próximas de Santos, em chatões, que atracavam ao lado dos navios e os embarcavam por meio das dalas; o mesmo aconteceu com as produções vindas dessas fazendas do Litoral Sul.

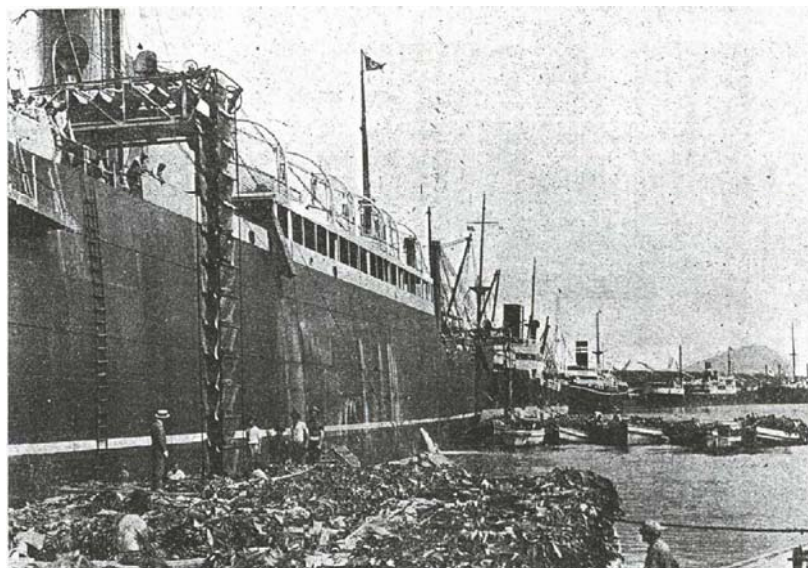


Foto 6 - Carregamento dos cachos, sem embalagem, por meio de dalas, em Santos, em 1904.

Por volta de 1930, as dalas pararam de ser usadas e os cachos para exportação passaram a ser envoltos e amarrados com palhões ao longo das linhas do Decauville e subiam a bordo por meio de lingadas operadas pelo próprio navio.

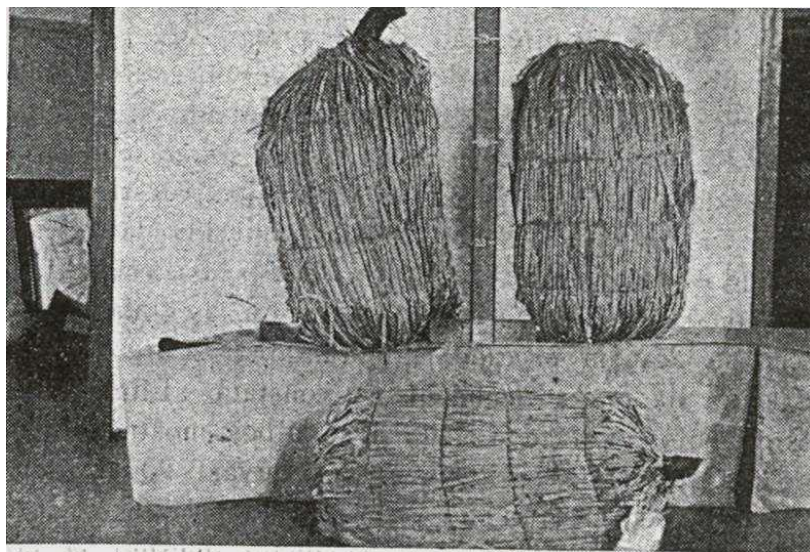


Foto 7 - Cachos envoltos com o palhão de tabua, em 1930.

Com a construção da ferrovia Santos a Juquiá pela Southern São Paulo Railway em 1914, que foi adquirida pela Estrada de Ferro Sorocabana, em 1927, parte do transporte da banana passou a ser feito por essa via, principalmente os cachos que vinham por meio de um trenzinho puxado por um Decauville e que chegavam até aos trilhos da ferrovia, onde eles eram embarcados nas gôndolas de transporte de gado, quando seguiam para o porto de Santos e em vagões fechados para São Paulo.

A ferrovia Sorocabana possibilitou que novos plantios fossem feitos por pequenos agricultores nas localidades ao longo de seu percurso, principalmente depois que ela deixava as proximidades das praias. Esses produtores eram conhecidos pelo nome de Produtor da Linha Santos-Juquiá, cuja quantidade de bananeiras em pouco tempo (1924) chegou a 3 milhões de pés. Destaque-se que esses agricultores eram de origem japonesa, italiana, alemães e até alguns brasileiros. Nesses banais familiares, todos trabalhavam de sol a sol, pois os plantios eram feitos com recursos próprios. As mudas eram da cultivar Nanica, obtidas com os vizinhos e os plantios feitos seguindo os conselhos correntes entre eles. Os espaçamentos entre as covas eram de 4x4m e até 3x3m. A operação desbaste era feita com o penado e com muito cuidado, pois em cada cova deveria ficar “apenas” três filhos, que no futuro se transformariam em três famílias independentes. Havia sempre um intermediário (como foi o caso de Karl Fischer que inicialmente trabalhava numa olaria e passou a ser comprador de bananas, acabando por construir o império Cutrale/Citrosuco, um dos dois maiores produtores e exportadores de laranjas do Brasil), que comprava as produções pagando o preço por dúzia de cachos, fazendo por base o tipo exportação com 10 pencas. Quando o cacho não tinha esse tamanho, na compra contava-se dois por um ou até mesmo três por um. O intermediário freqüentemente investia nos agricultores que quisessem ampliar seus plantios.

As adubações somente começaram a ser feitas depois da 2ª Guerra Mundial, com adubos vindos da França, cujos resultados foram muito bons. Nessas propriedades, os cachos quase sempre eram transportados para o local de embarque no lombo de muarões ou então por meio de zorras e também por Decauville. As propriedades, cuja produção era do outro lado dos rios existentes, ela era transportada por meio de cabos aéreos. Os cachos, colhidos de véspera, eram empilhados junto a ferrovia, cobertos com folhas de bananeiras até que o trem chegasse, quando então era feito o seu carregamento em vagões tipo gôndolas para Santos e vagões fechados se para São Paulo. Nessa ocasião, o intermediário comprador fazia a classificação dos cachos para posterior pagamento. Esses produtores tiveram muitas dificuldades econômicas durante o período da 2ª Guerra Mundial, pois as exportações pararam e tudo que se colhia era vendido para o mercado interno ou para a indústria.

A construção da ferrovia Sorocabana provocou uma grande evolução entre Peruíbe e Juquiá. Como extensão da ferrovia, a Sorocabana implantou uma rede fluvial de navegação, cujos barcos percorriam do alto Rio Ribeira (Eldorado Paulista) até sua barra (Iguape), por quase 300 km,

transportando pelo seu afluente, Rio Juquiá, a produção de bananas de suas várzeas para Estação de Juquiá, de onde seguiam para Santos ou São Paulo pela ferrovia. Até essa ocasião, não havia outro meio de transporte da produção.

Inicialmente, esses cachos para exportação também eram embarcados sem nenhuma embalagem, porém quando as produções de Santos começaram a ser embaladas com mantas de tabua (1930), o mesmo aconteceu com as da Linha Santos-Juquiá.

A medida em que os bananais aumentavam, as várzeas eram ocupadas e com isso os novos plantios passaram a ser feitos nos morros, com a mesma sistemática de preparo da área. Havia a vantagem de não ser preciso fazer a drenagem e os matos invasores eram menos ativos e com isso fazia-se apenas duas roçadas por ano. Entretanto, o transporte dos cachos para os pontos de embarque passou a ter maiores dificuldades, pois todos tinham de vir no lombo dos burros, que transportavam sempre no mínimo 6 deles, uma vez que as estradas eram precárias e os caminhões nem sempre conseguiam descer os morros com até “quatro toneladas” de banana. Tendo em vista que competia ao intermediário comprador classificar os cachos para fins de pagamento, a embalagem era feita nos pontos de embarque da ferrovia.

Da mesma forma que produção da Baixada Santista chegava ao cais para ser exportada ou para seguirem para o mercado de São Paulo, as da Linha Santos-Juquiá passaram a ter esse acesso.

Os plantios no Vale do Ribeira começaram depois que as lavouras de arroz diminuíram, por volta de 1912, nas várzeas próximas de Iguape, onde os solos são orgânicos, à semelhança dos de Santos.

O desenvolvimento do cultivo da banana no Vale do Ribeira, deu efetivamente a partir de 1930, pelas mãos dos agricultores imigrantes japoneses, sendo Registro a área que mais expandiu, uma vez que seus solos são aluviais e que não são sujeitos às inundações de água do mar e ainda pelo fato dos problemas de drenagem serem muito mais simples. Durante a 2ª Guerra Mundial houve uma grande paralisação, que somente melhorou com o seu final.

Até a década de 40, quando já havia estrada de terra ligando Registro a Tapiraí, por vezes esta produção seguia por caminhão com 4 a 5 toneladas para outras localidades do Planalto, sendo, em geral, o próprio produtor o motorista.

Uma característica dessas plantações que eram só de ‘Nanica’, é que elas eram feitas, nessa ocasião, ao longo das margens do Rio Ribeira, em suas partes mais altas (lomba do rio), usando a mesma metodologia de se plantar em baixo das matas, com a diferença que estas eram bem mais fracas. O tamanho das covas e das mudas eram os mesmos dos bananais tradicionais, assim como o desbaste, a condução e a colheita. Se o bananal não era familiar, tudo era feito por empreitadas. Nessa região não houve instalação de Decauvilles, pois o terreno era mais firme e os bananais não atingiam distâncias maiores do que 200m das margens do rio. Dessa forma, os cachos colhidos eram transportados nas costas e amontoados ao longo do rio, nos locais de embarque. Com o passar dos anos, os bananais avançaram para áreas mais longe do rio e houve necessidade de se abrir carreadores, onde carroções puxados por cavalos ou bois levavam os cachos até aos locais de embarque.

Os barcos da Sorocabana, depois de carregados, entravam pelo seu afluente Rio Juquiá, até a cidade de Juquiá, onde os cachos, sem embalagem, eram transferidos para as gôndolas da ferrovia e seguiam para exportação por Santos ou para o mercado de São Paulo. O sistema de comercialização seguia a mesma rotina daquela usual na linha Santos-Juquiá, com os intermediários ditando as normas e os preços.

A fertilidade desses solos era muito grande, o que dispensou a adubação durante os primeiros 15 anos de plantio.

Em 1942, com a construção das estradas de terra intermunicipais feitas pelo Governo do Estado, toda a região do Vale do Ribeira, que já tinha mais de 15 milhões de bananeiras e que era atendida pela navegação da Sorocabana, fez com que os produtores passassem a transportar, progressivamente, os cachos em caminhões com 4 a 5 toneladas, para o mercado da Grande São Paulo, que já era de 7 milhões de habitantes.

As balsas que existiam nos Rios Ribeira e Juquiá, que limitaram a tonelagem dos caminhões até 1960, foram eliminadas com a construção de duas pontes que ficaram em seus lugares e com isso as capacidades de carga aumentaram, fazendo com que a navegação Sorocabana fosse abandonada e em seguida desativada.



Foto 8 - Transporte de cachos para a ferrovia, em Miracatu, em 1927.



Foto 9 - Caminhão chegando para descarregar na ferrovia, em 1940.

Tendo nessa mesma ocasião ficado pronta a ligação rodoviária asfaltada de Juquiá para Santos, possibilitou que os caminhões com cachos produzidos em ambos os Vales do Ribeira e Juquiá e também parte daqueles da Baixada Santista, chegassem até ao cais. Em poucos anos o transporte pela ferrovia acabou, pois era mais fácil carregar o caminhão ao longo dos bananais e chegar diretamente no cais e também em São Paulo.

Com o aparecimento da sigatoka amarela, que em 1960 já se expandira por todos os bananais de Santos e Vale do Ribeira, houve necessidade de se fazer o seu controle, que era bem mais fácil nos bananais das baixadas. Nessa ocasião, a Linha Santos-Juquiá já tinha cerca de 6 milhões de bananeiras. Foram então estabelecidos programas de controle da sigatoka amarela para os produtores, usando atomizadeiras costais importadas e ou de padiolas nacionais ou aclopadas ao trator, feitas aqui, especialmente para esse novo problema e ainda por via aérea com aviões equipados com microners e helicópteros com barra, principalmente nos bananais de várzeas.

Muitas partes dos bananais de morro da Linha Santos-Juquiá foram abandonadas e os das baixadas mecanizáveis tiveram suas densidades de plantio aumentadas e mais tecnificadas, de modo que a produção se manteve no mesmo nível.

Em 1968, os produtores das regiões litorâneas tiveram que enfrentar um grande problema em suas plantações, com o aparecimento da perturbação fisiológica nutricional denominada "azul da bananeira", que chega a anular totalmente a produção. Esses bananais que já superavam a casa dos 10 milhões de pés, vinham sendo adubados com misturas de NPK, há mais de 20 anos. A pesquisa feita pelo Eng. Agro. Raul Moreira, do IAC, evidenciou que o "azul da bananeira" estava ocorrendo devido a falta de calagem, que foi corrigida com imediata aplicação de cinqüenta mil toneladas de pó calcário dolomítico em todos os bananais. Este corretivo que era ainda inexistente na região, teve de ser transportado a granel de Piracicaba até Mongaguá, Itanhaém e Peruíbe, por ferrovia, por cerca de 300 km. Uma vez tendo chegado no local da entrega, o calcário era baldeado para os chatões e depois para as vagonetas e então distribuído a mão, em todos os bananais. Isto fez com que as atividades das fazendas fossem paralisadas por quase seis meses, mas felizmente, um ano depois já se obtinha uma ótima produção. O reflexo disto foi que imediatamente a calagem passou a ser feita também pelos produtores da Linha Santos-Juquiá e Vale do Ribeira.

Depois de 1960, passou-se a usar a embalagem dupla, que consistia em envolver o cacho colhido com um tubo de polietileno perfurado e em seguida com a manta de tabua.

Quando a embalagem simples e depois a dupla começou a ser utilizada as outras regiões, o mesmo foi feito para os cachos colhidos no Vale Ribeira. As evoluções que os bananais do Litoral tiveram, o mesmo aconteceu com aqueles 20 milhões do Vale do Ribeira.

A partir de 1960, com o apoio da Cooperativa Central de Bananicultores do Estado de São Paulo (CCBESP), foi introduzida a caixa de madeira, para a embalagem das pencas destinadas ao mercado interno, denominada "torito", as quais eram preparadas dentro do bananal, sem se lavar as pencas. O nome e o tipo da caixa torito foi importado da Argentina, pelo Eng. Agro. Luiz Carlos de Barros Novita, da Secretaria da Agricultura de São Paulo, onde ela já era utilizada para distribuir os cachos importados e transformados em pencas. Este modelo de caixa teve grande aceitação, sendo hoje usada, praticamente, em todo o Brasil. A exportação, por sua vez, passou também a ser feita em pencas embaladas dentro do bananal, em caixas iguais as do tipo "torito", feitas de aglomerado de madeira (Duratex), fechadas em cima por uma faixa pregada do mesmo material. Esta embalagem ainda hoje é utilizada. Usaram-se também caixas de madeira denominadas "cubitos" com 30 kg, as quais eram feitas com taboas finas espaçadas e sua tampa fechada com uma cinta de arame. As injúrias que as bananas sofriam dentro do cúbito eram tais que fez com que o mesmo viesse a ser abandonado.

Em 1962-64, pretendeu-se introduzir a caixa de papelão comum, para a embalagem das pencas a serem exportadas mas, devido seu alto preço e o reduzido número de galpões de embalagem, ela não se consolidou. Porém, mais recentemente, ao se fazer as exportações para a Inglaterra, elas voltaram a ser utilizadas, já no padrão internacional.

Com a introdução dos toritos em 1960, também no mercado interno, os cachos colhidos passaram a ser despencados e embalados dentro do próprio bananal e a venda deixou, progressivamente, de ser feita em cachos e as entregas de banana passaram a ser realizadas diretamente pelos produtores aos atacadistas maturadores de várias localidades. Os toritos eram, e ainda são usados nas vendas aos feirantes, quitandeiros e supermercados.

Foi de 1960 a 1970 o período áureo da expansão geográfica da bananicultura no Litoral Paulista e Vale do Ribeira.

Pode-se atribuir a abertura da rodovia BR 116 em 1962-64, como responsável pela atual expansão dos plantios de banana em todos os municípios do Vale do Ribeira, onde existe hoje, bananais com as melhores tecnologias de produção do Brasil.

Nessa ocasião, um grupo de Engenheiros Agrônomos, liderados pelo Eng. Agro. Jayme Vazquez Cortez, atuando junto aos produtores, foi capaz de difundir novos conceitos e técnicas de cultivo que provocaram a melhoria da qualidade e o aumento da produtividade dos bananais.

A partir de 1960, houve substituição da 'Nanica' ('Dwarf Cavendish') por diversos clones da 'Nanica' ('Giant Cavendish'), em face das suas melhores qualidades e também pelos melhores preços obtidos tanto no mercado interno como no externo. A introdução da 'Grande Naine' só ocorreu dez anos depois com mudas importadas pelo Eng. Agro. João Adelino Martinez, do Instituto Biológico. Além dessas trocas de cultivares, em 1980, iniciou-se a introdução da cultivar Enxerto ('Prata anã') com mudas vindas de Santa Catarina. A aclimação dessa cultivar, em áreas completamente diferentes daquela de sua origem (Criciúma, SC), tem sido boa e os produtores e os consumidores a têm aceitado muito bem.

Simultaneamente com a introdução do torito, em 1960, a Cooperativa Central dos Bananicultores do Estado de São Paulo, aproveitando as antigas instalações do prédio do Serviço de Imigração e Colonização e do apoio do Dr. Herbert Levy, Secretário da Agricultura do Estado de São Paulo, grande entusiasta do cultivo da banana, montou no país, a primeira câmara de climatização, termo criado pelo Eng. Agro. Ernesto Bleinroth, do ITAL, que significa o amadurecimento usando o gás ativador etileno, com temperatura e umidade controladas, o que já era utilizado em outros países.

Atualmente a comercialização nos grandes centros, é feita só em caixas contendo pencas ou buquês de bananas, que foram climatizadas usando como gás ativador o etileno ou o álcool, as quais são um pouco maiores do que o torito original, para melhor se acomodar os 20kg de frutas ou ainda em caixas de plástico reciclado com 25 kg. Há também a ½ caixa com 13 quilos, usada para embalar buquês de melhor qualidade para mercados mais exigentes.

As pesquisas para o controle da sigatoka amarela feitas, a partir de 1960, pelo Eng. Agro. João Adelino Martinez, do IB, possibilitaram o uso das misturas dos fungicidas sistêmicos ao óleo mineral, que aumentaram a eficiência das pulverizações e o alongamento dos intervalos de suas realizações. Além disso, foram ministrados cursos aos extensionistas e produtores sobre a evolução da moléstia, seu monitoramento definindo quando seria necessário iniciar e também terminar as pulverizações.

Com a implantação, em 1969, da CEAGESP (Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo), as vendas que eram realizadas na "praça da banana" e na do Mercado Municipal, passaram a ser feitas pelos próprios produtores, que transportavam todos os dias entre duzentos a duzentos e cinquenta caminhões de cachos a granel, contendo em média dez toneladas, cuja comercialização era só por tonelada, sendo que seu valor oscilava, diariamente, com o mercado. A CEAGESP é ainda hoje, uma das maiores do mundo, recebendo diariamente mais de dez mil toneladas de frutas, legumes, pescados e flores. Atualmente, a venda de cachos a granel já não existe mais, pois salvo aqueles que se destinam às fábricas de doces, toda ela é feita em toritos de madeira ou de plástico. As comercializações são feitas diretamente pelos produtores com os supermercados, feirantes e também com intermediários que abastecem a periferia das cidades, porém todas as pencas ou buquês passam por uma câmara de climatização.

Diante dos bons resultados obtidos com as novas metodologias de cultivo para aumentar a produtividade e a comercialização, a partir de 1970, os agricultores ficaram mais acessíveis a outras práticas agrícolas como a reforma periódica dos bananais e ainda ao uso de mudas produzidas por biotecnologia.

Os novos plantios passaram a ser feitos conforme recomendava o Eng. Agro. Raul Moreira, do IAC, em áreas mecanizáveis onde era possível utilizar-se das melhores tecnologias, tais como o preparo do solo juntamente com a calagem e a adubação baseadas na análise de solo, a abertura das covas com sulcadores, espaçamentos entre as mudas mais reduzidos, o desbaste deixando uma só família por cova, o uso de micronutrientes aplicados no interior dos filhos desbastados com a "lurdinha" e misturados com nematocidas para controle da broca das bananeiras e dos nematóides e ainda, o combate às ervas daninhas que vinha sendo feito por meio de roçadas ou capinas, passou a ser feito com herbicidas de contato, residual e ou sistêmico.

Os bananais tecnificados possuem hoje cabos aéreos, os cachos são protegidos com sacos plásticos, os galpões de embalagem transformam os cachos em pencas ou buquês com 6 a 8 bananas, que são banhados em solução coagulante da seiva e em fungicidas, antes de serem embalados nas caixas. O transporte delas é feito em caminhões fechados ou em jamantas frigorificadas, quando a distância do mercado consumidor é maior do que 200 km.

Atualmente já há muitos produtores que ensacam os cachos logo após o florescimento para melhorar a qualidade da banana e ter os benefícios de abreviar o tempo de colheita e reduzir os prejuízos do “chilling” e de pragas. Foi uma grande evolução.

A sofisticação do transporte internacional das bananas de exportação começou em 1901, com a utilização de navios refrigerados, mas foi a partir da 2ª Guerra Mundial que ocorreram as maiores evoluções, culminando com os atuais “containers” frigorificados (diesel/elétricos), automáticos, pré-reguláveis, capazes até mesmo de processarem o amadurecimento das bananas embaladas em caixas de papelão, durante seu transporte dos galpões de embalagem até ao mercado consumidor, sem a interferência de operadores.

Com a construção de novas rodovias (BR-101 e 116) em 1962-64, nas fazendas do Litoral Sul foram construídas estradas internas ligando os bananais as auto-estradas e com isso as exportações para a Argentina e Uruguai passaram a ser feitas em caminhões frigoríficos (jamantas), que levam de 800 a 1.000 caixas de pencas contendo 20 kg, do tipo torito de Duratex revestidas com papelão ou com uma manta de plástico. Aqueles que vão para a Argentina, geralmente retornam com maçãs. A facilidade de se carregar o veículo na propriedade e descarregar na câmara de climatização do importador, reduziu o tempo viagem de 10 a 12 dias que eram gastos pelos navios para 3 a 4. Mais recentemente têm-se tentado fazer este transporte no sistema “rol-on-rol-off” (“ro-ro”), via porto de Santos, usando containers frigorificados, visando melhor apresentação do produto e redução do frete.

Este progresso rodoviário provocou a desativação por completo do sistema ferroviário da Sorocabana, em 1997.

A partir de 1990, os plantios de banana no Litoral começaram a ser abandonados devido a especulação imobiliária e dificuldades na obtenção da mão de obra.

Depois de 1970, vários agricultores de diversas regiões do Planalto de São Paulo, tentando diversificar suas lavouras e em face dos elevados preços pagos pelo frete para o transporte da banana até seus mercados locais e ainda pelo grande crescimento que os mesmos tem tido, iniciaram plantios delas com a cultivar Nanicao. Nestes plantios, os produtores estão aplicando as mais recentes práticas agrícolas, inclusive a da irrigação que é feita por meio de gotejamento, microaspersor, miniaspersor, aspersores fixos ou móveis de baixa e alta pressão e também do pivô central. Essas novas áreas, por não precisarem ser drenadas e terem facilidade de mecanização, o programa de reforma periódica do bananal passou a ser feito de modo mais generalizado, havendo casos de agricultores plantarem em altas densidades (3.500 a 4.000 pés/ha) e fazerem uma única colheita.

A chegada da sigatoka negra em 2004, nos bananais do Estado de São Paulo, está fazendo com que novas cultivares resistentes ou tolerantes a ela, comessem a ser plantadas a fim de que não haja necessidade de se fazer pulverizações, tanto no Vale do Ribeira como no Planalto. Entretanto, tem havido casos de novas cultivares que não são aceitas pelos consumidores.

A sigatoka negra no planalto, onde o clima é mais seco, tem seu desenvolvimento prejudicado, despertando com isso maior interesse dos agricultores em ampliar seus plantios ou mesmo começar a fazê-los.

No Planalto, o controle da sigatoka negra é feito com apenas 60% do número de pulverizações do que no Vale do Ribeira. É uma situação real que tem como limitante apenas a viabilidade ou não da irrigação, porém poderá trazer para as regiões tradicionalmente produtoras, Litoral Santista e Vale do Ribeira, um problema muito difícil, uma vez que para elas as lavouras alternativas a serem feitas são bem pequenas. Atualmente, no Planalto já existem mais de 20 milhões de bananeiras, das quais estima-se que 10% sejam da cultivar Maçã.

Depois de 1925, com o aparecimento do mal do panamá que dizimou os que bananais da cultivar Maçã na Baixada Fluminense, cujas mudas foram trazidas da Guiné e do Gabão em 1567, a área de maior produção passou a ser Piracicaba, SP., com quase um milhão de plantas em 1933. O interesse pela ‘Maçã’ sempre foi grande, uma vez que ela é, em geral, para os brasileiros, a que tem o melhor buquê de todas as bananas, a despeito de algumas vezes acontecer o aparecimento de “pedras” em sua polpa, o que a torna imprópria para consumo. Esta perturbação fisiológica decorre da falta da aplicação do micronutriente boro nas plantas, que deve ser aplicado preferencialmente, no interior das bananeiras.

Essa área de produção de Piracicaba com a ‘Maçã’, existiu por pouco tempo, pois as mudas, segundo consta, foram arrancadas de bananais que eram sadios “visualmente” e transportadas por ferrovia. Sendo a cultivar Maçã bastante exigente em clima e solo, em pouco tempo ela mostrou que a região não era apta para seu cultivo e ainda que o mal do panamá viera com as mudas, o que já era de se esperar. O resultado desses plantios foi que em menos de dois anos depois da constatação do fusário em 1933, eles também desapareceram. Com isto criou-se o conceito de que a banana ‘Maçã’ só pode

ser plantada em terras que nunca tenham sido utilizadas com essa cultivar, para se ter colheitas durante algum tempo e que o seu alto preço de venda justifica seu nomadismo. O fato é que na década de 60, os plantios da 'Maçã' já tinham atravessado todo o Estado de São Paulo, passando a serem feitos no Estado de Mato Grosso, Goiás e tendo chegado a Rondônia. Fato semelhante ao vivido em Piracicaba, ocorreu com os plantios feitos na mesma ocasião, no Estado de Minas Gerais, cujas mudas também tiveram como origem bananeiras da Baixada Fluminense.

Devido a intolerância da cultivar Maçã ao mal do panamá, muitos produtores têm recorrido às mudas produzidas por biotecnologia, na expectativa de conseguir um período mais longo de produção, em áreas virgens, mas isto pouco tem adiantado. Atualmente, o mercado da Grande São Paulo e de outras metrópoles recebem banana 'Maçã' e 'Terra' principalmente de Rondônia (3.000Km), vindas por rodovias asfaltadas, nem sempre embaladas. Os novos híbridos de Maçã recém criados, são ainda uma esperança para os consumidores e os produtores, que têm plantado centenas de hectares no Planalto, os quais ficaram mais de trinta anos sem seu cultivo.

O Estado de São Paulo é o maior produtor de bananas onde predominam as cultivares do subgrupo Cavendish. Atualmente, tem cerca de 62 mil hectares de bananeiras em pouco mais de 10 mil propriedades, os quais estão no Litoral (6,8 mil ha) e Vale do Ribeira (41,6 mil ha) em 48,4 mil ha, que correspondem a 78% da área do Estado e no Planalto em 13,6 mil ha, ou seja 22%.

Pela cronologia de novas cultivares surgidas no Estado temos a cultivar Nanicão, uma mutante da 'Nanica', que apareceu em Santos entre 1850 e 1900, sem ser possível ter-se maior precisão. Mutações como esta têm ocorrido várias vezes e com isto pode-se identificar outros seus cultivares com aparências diferentes, tais como o porte, deiscência dos restos florais masculinos, tamanho do pseudocaule, etc.

Outra cultivar que já é conhecida há mais de 60 anos é a 'Branca do Itimirim', sem que seu identificador Sr. Ives Margarido de Castro, tivesse lhe dado maior importância. Ela é igual a 'Branca' na sua morfologia, porém tem elevada tolerância à sigatoka amarela e tem se revelado com igual comportamento quanto à sigatoka negra.

Merece destaque também a cultivar Platina, que surgiu em Macaúbal, SP, em 1967, em uma plantação de 'Maçã', que morreu com fusário, onde havia ainda algumas bananeiras 'Nanica' e por ela ser medianamente tolerante a essa enfermidade, conseguiu sobreviver. Este híbrido natural, tetraploide (AAAB), foi identificado e assim denominado pelo Eng. Agro. Raul Moreira, por ter um nobre paladar doce e levemente ácido, que lembra os dois cultivares citados.

Outra cultivar que apareceu no início da década de 70, em Arandu, SP., foi a 'Nanicão Jangada', que é uma mutante originada de uma 'Nanicão' coletada em Eldorado Paulista, que perdeu cerca de 80 a 100cm de altura, porém o diâmetro de seu pseudocaule aumentou, equivalendo ao da cultivar Grande Naine. Conservou o mesmo tipo de roseta foliar da planta original, o que torna mais fácil o lançamento da inflorescência. As pencas não são tão imbricadas como as da 'Nanicão' típica. A ráquis masculina é quase 100% sem restos florais e bem reta. Ela apareceu na Estância Jangada, em Arandu, do primeiro maior produtor de bananas do Planalto, Sr. João Manuel Fernandes e foi assim denominada, pelo Eng. Agro. Raul Moreira, como homenagem e alusão ao nome da propriedade.

A mais recente cultivar identificada foi a 'Nanicão IAC 2001', entre mudas que tinham sido multiplicadas, em 1995, na Seção de Genética do IAC, a partir da 'Nanicão', por biotecnologia e que foi selecionada pelo Eng. Agro. Raul Moreira. Esta cultivar conservou praticamente todas as características morfológicas da 'Nanicão', porém a coloração de suas folhas é levemente acinzentada e o lóbulo foliar que se desenrola posteriormente, é de 18 a 20% mais estreito. Sua melhor característica é ser a primeira Cavendish altamente tolerante às sigatokas amarela e negra, dispensando com isto qualquer pulverização, para as regiões subtropicais.

3 - A banana no Estado de Santa Catarina.

Os primeiros plantios de banana em Santa Catarina começaram sendo feitos e continuam ainda nas encostas da Serra do Mar, a fim de se reduzir os prejuízos com o frio. Porém, há várzeas aluviais, bem próximas ao mar, que também têm sido plantadas, pois aí os efeitos do frio são menores.

À semelhança das demais regiões bananeiras do Brasil, as catarinenses também se formaram em função dos engenhos de açúcar e da mandioca.

A colonização de Santa Catarina começou efetivamente com a chegada dos portugueses dos Açores, durante a primeira metade do século XVII, ocasião em que o atual território Estadual não tinha cidades ou agricultura. No litoral contavam-se apenas três vilas insignificantes, com poucas dezenas de casas. Entre 1829 a 1871 chegaram os alemães, italianos e depois os poloneses. O importante é que eles se entrosaram e viveram e vivem como se fossem uma só comunidade. As

propriedades são pequenas, em torno de 6 hectares, que utilizam basicamente a mão de obra familiar.

Quando há necessidade de se fazer uma atividade que precise de mais pessoas, eles se reúnem e trabalhavam coletivamente, no que chamam de mutirão (que vem do tupi muxirão que significa auxílio mútuo). Com isto criou-se um grande espírito de cooperativismo.

O Estado é um dos principais produtores de banana do Brasil, com cerca de 660 mil toneladas/ano. Apesar das condições de clima serem desfavoráveis ao cultivo, pois a região está no subtropical, seus bananais destacam-se pela produtividade.

As principais cultivares são do subgrupo Cavendish (90%) e do subgrupo Prata.

A bananeira é a principal frutífera, em área cultivada no Estado e socialmente com importância muito grande. Estima-se que cerca de 25.000 produtores rurais explorem a cultura, seja como atividade principal, seja como componente da renda da propriedade ou como agricultura de subsistência, gerando aproximadamente 30 mil empregos diretos, com produtividade média de 22t.

Além do fator constante das propriedades serem pequenas, houve ainda a presença marcante da cultivar Branca em todo lugar, antes do início da evolução das tecnologias de produção. Essa cultivar, pelo seu porte alto, permitia que fosse explorada de uma forma quase extrativista nas fortes encostas da Serra do Mar.

A bananicultura catarinense pouco mudou do início do século XX até a década de 40, porém com a expansão dos plantios da cultivar Enxerto, houve uma grande evolução tecnológica, que culminou com a comercialização das bananas somente em toritos.

Devido as características de cultivo e exploração, é possível dividir-se o Litoral do Estado em três grandes regiões produtoras: Norte, Centro e Sul.

Litoral Norte - É a principal região produtora de bananas de Santa Catarina, sendo responsável por 25,6% da produção estadual daquelas do subgrupo Prata ('Enxerto' e 'Branca') e por 93,2% da produção estadual de bananas do subgrupo Cavendish ('Nanicão', 'Grande Naine', 'Nanica' e 'Imperial') e por 80,5% da produção total de bananas do Estado. A área cultivada representa 64,8% dos bananais catarinenses.

Existe ainda na região pequenos bananais das cultivares Mysore, Figo, Maçã, Terra, Ouro e D'Angola.

Apenas a partir da década de 70, do século passado, as cultivares do subgrupo Cavendish passaram a ser largamente difundidas, devido a um trabalho da assistência técnica oficial. Como essas cultivares podiam ser plantadas em áreas onde aquelas do subgrupo Prata apresentavam pequena longevidade, devido à ocorrência do mal do panamá, a bananicultura catarinense experimentou nova fase de crescimento, especialmente no Litoral Norte do Estado, dos anos 70 até o início da década de 90.

Com a maior exigência tecnológica das cultivares do subgrupo Cavendish, as décadas de 80 e 90 foram de tecnificação dos bananais, através de um trabalho da pesquisa e da assistência técnica oficiais de Santa Catarina, causando grande melhoria qualitativa do produto.

Nessa ocasião, cerca de 10% dos produtores catarinenses realizaram cursos profissionalizantes em bananicultura e formaram as associações municipais de bananicultores e foram construídas as casas de embalagens nas regiões produtoras.

Nos últimos anos, tem havido substituição de algumas áreas de bananais do subgrupo Cavendish pela bananeira 'Enxerto'.

A tecnologia adotada nesta região, é a mais avançada do Estado, com grande parte dos produtores utilizando o tratamento de mudas, o desbaste e a desfolha com frequência, a poda de pencas, a poda do coração, o escoramento das plantas, a adubação química e a orgânica, a calagem, o ensacamento dos cachos, o controle de plantas daninhas com herbicidas e o controle do mal das sigatokas. Cerca de 25% dos bananais são pulverizados por aviões agrícolas, aplicando óleo com fungicidas sistêmicos e os demais com atomizadeiras costais motorizadas. A adubação química chega a ser de 2.000kg/ha/ano formulados em N-P-K. Há cerca de 5 anos, iniciaram os cuidados pós-colheita, sendo frequente o uso de casas de embalagens e a proteção dos cachos durante seu transporte, nas carretas. Começam a ser implantados os primeiros sistemas de transporte de bananas por cabos aéreos.

A produtividade média é de 12 toneladas por hectare para bananas do subgrupo Prata e de cerca de 26 toneladas por hectare para bananas do subgrupo Cavendish. Nesta região existem bananais que chegam a produzir cerca de 80 toneladas por hectare por ano.

Litoral Centro - Esta região é caracterizada pela exploração de pequenas áreas de bananais, em um sistema semi-extrativista. Entretanto, como exceção, há alguns bananais do subgrupo Cavendish, que recebem cuidados parecidos com aqueles do Litoral Norte.

A região é responsável por 16,1% da produção catarinense de bananas do subgrupo Prata, por 2,4% da produção estadual de bananas do subgrupo Cavendish e por cerca de 5% da produção catarinense de bananas. A área cultivada representa 8,3% dos bananais catarinenses. As cultivares mais plantadas são as do subgrupo Prata ('Branca' e 'Enxerto'). A banana 'Nanicão' é a principal cultivar do subgrupo Cavendish. Existe ainda pequenos bananais e cultivos de fundo de quintal das cultivares Figo, Mysore, Ouro, Maçã, Terra, D'Angola e Caru roxa.

A tecnologia adotada em maior parte desta região, é quase nula. Nas plantações de banana 'Branca' faz-se apenas o plantio em espaçamentos amplos, uma roçada anual e a colheita. Alguns produtores utilizam a adubação orgânica. Inicia-se nessa região a comercialização da "banana orgânica", amadurecida naturalmente, o que tem aumentado significativamente a renda do produtor.

A produtividade média é de 9 toneladas por hectare para bananas do subgrupo Prata e de 20 toneladas por hectare para bananas do subgrupo Cavendish.

Litoral Sul. Nessa região, há ocorrência de ventos fortes e contínuos e de baixas temperaturas no inverno. Por essas razões, os plantios encontram-se 100% em encostas de morros e com predominância quase total da cultivar Enxerto. A região é responsável por 58,3% da produção catarinense de bananas do subgrupo Prata, por 4,4% da produção de bananas do subgrupo Cavendish ('Nanicão'). Existe ainda na região, poucos e pequenos bananais das cultivares Mysore e Figo e pequenos cultivos em fundos de quintais, com a 'Maçã' a 'Figo' e a 'Branca'.

A tecnologia adotada nessa região, é intermediária entre a do Litoral Norte e a do Litoral Centro, com variações desde o semi-extratativismo até o uso da melhor tecnologia existente.

A produtividade média é de quase 10 toneladas por hectare para bananas do subgrupo Prata e de 17 toneladas por hectare para bananas do subgrupo Cavendish.

A ocorrência de nematóides, em alguns casos, contribui para um alto índice de tombamento de plantas. A competitividade dessas bananas é baixa em relação àquelas produzidas noutras regiões. Com a queda dos preços da banana nos últimos dois anos, houve o abandono ou a erradicação de alguns bananais do subgrupo Cavendish. Apenas no município de Jacinto Machado, mais de 1.000 hectares de bananais foram abandonados.

Destino da produção catarinense - De 1999 até os dias atuais, Santa Catarina vem sendo responsável por mais da metade da banana exportada pelo Brasil. As exportações destinam-se principalmente aos países do Mercosul, porém é nos mercados sulinos nacionais onde são feitas as maiores vendas.

A exportação varia bastante, em função dos preços internos e do abastecimento do mercado platino por bananas de outros países, principalmente a equatoriana.

A industrialização de bananas em Santa Catarina é bastante significativa. São diversas indústrias que produzem banana passa (desidratada), balas, doces, purê acidificado, licores e outras bebidas, bananada, chips e outros produtos.

A indústria Duas Rodas, em Jaraguá do Sul, que tem 80 anos, é a principal processadora de bananas do Estado, produzindo purê asséptico (85% da produção), fatiado (10%) e flocos de banana (5%). O destino do purê é a exportação para a Europa (50%), os Estados Unidos (20%), o Japão (20%), a América do Sul (5%) e o mercado brasileiro (0,5%). A produção de fatiado e de flocos é totalmente exportada para a Europa.

O consumo de bananas pelas pequenas indústrias é mais estável, mas depende muito do preço e da oferta da banana no mercado interno.

A indústria Duas Rodas, que necessita competir no mercado externo, sofre mais esses efeitos. Desta forma, a variação do seu consumo e industrialização oscila muito.

A partir de 1996, a Duas Rodas passou a processar "banana biológica", para a exportação. Atualmente 38,9% da sua produção é feita a partir dessa banana.

Nos três últimos anos também aumentou a comercialização de banana catarinense nos Estados de São Paulo, Goiás, Rio de Janeiro e Distrito Federal.

O espírito do povo catarinense, como já foi dito acima, é de trabalhar sempre em conjunto, fazendo mutirões, o que ajuda a formação de associações.

Foi na década de 90 que floresceram as dezenove associações municipais, regionais e estadual de bananicultores, que congregam mais de mil deles e que promovem encontros, reuniões, seminários, palestras, etc. Fazem compras conjuntas de insumos e também a venda da produção.

Neste ponto reside a importância da organização de produtores, para auferirem maiores lucros da sua atividade.

Um diferencial entre o bananicultor catarinense e o de outras regiões é, além da exploração da propriedade quase sempre pela própria família, a busca constante por inovações tecnológicas e por componentes que aumentem a renda do produtor.

Na década de 1860, em Crisciúma, Sul de Santa Catarina, segundo referências verbais, apareceu em uma plantação da cultivar Branca e de outras mais, uma nova mutante, porém uma outra fonte conta que foi no final desse século, nos municípios de Imaruí, SC. e Imbituba, SC., que isto ocorreu.

Essa nova cultivar despertou interesse entre os plantadores, por ela apresentar características bem diferentes da banana 'Branca'. A planta no seu todo lembra uma vigorosa bananeira 'Nanicão' de porte médio, porém seu cacho se assemelha muito ao da banana 'Branca' (Moreira, 1999). Em face disso os agricultores imediatamente a batizaram com o nome de "Enxerto" por suporem que essas cultivares crescendo conjuntamente na mesma área tivessem se "enxertado" espontaneamente.

A planta "Enxerto" foi multiplicada vegetativamente pelos agricultores e distribuída inicialmente pelo Sul de Santa Catarina e posteriormente, para a região do Litoral Norte.

Nas condições frias e ventosas do Sul de Santa Catarina a bananeira 'Branca' enfrentava problemas de cultivo. Sendo muito resistente aos ventos e ao frio, a 'Enxerto' se estabeleceu rapidamente, passando a ser a principal cultivar do Estado, já na década de 50 do século XX.

Sua boa aceitação comercial fez com que hoje, ela seja encontrada em todo o Brasil e também em outros países, porém com o nome de 'Prata anã'. É comum compradores de mudas de laboratório da 'Prata anã', reclamarem que apareceram plantas que regrediram à forma original da 'Branca' (Moreira, 1999). Outro fato que confirma sua origem é que tanto na banana 'Branca' como na 'Enxerto', ocorre o "chochamento" (também conhecido por inguirin) de frutos e de pencas, aleatoriamente, por não ter havido a partenocarpia, o que não é comum nas demais cultivares. No Projeto de Irrigação de Janaúba, MG., há cerca de 15 mil ha de 'Enxerto'.

A cultivar Nanica que também é chamada de 'Caturra', é tida como existente no Estado desde o início do século XVI, logo após sua introdução no país. Ela não despertou interesse nos produtores, pois era muito prejudicada com as baixas temperaturas, o que não acontecia com a 'Branca'.

Há notícias da presença da 'Nanicão', na região de Jaraguá do Sul, em 1914. Algum tempo depois, sem ter sido possível localizar quando e onde, apareceu nessa região uma bananeira mais robusta em tudo do que a 'Nanicão', sendo cerca de um metro mais alta e produzindo cachos também maiores, a qual foi chamada de 'Caturrão'. Devido a seu porte, não há grandes áreas plantadas com ela, a despeito de produzir facilmente cachos com 40 kg.

A EX-033 é uma seleção da banana 'Enxerto' ('Prata anã'), do subgrupo Prata (AAB), resultante do trabalho de seleção clonal da Epagri. Avaliada em diferentes regiões do Estado de Santa Catarina, foi selecionada e está por ser lançada com o nome de Prata Catarina. Tem o rendimento superior ao da cultivar Enxerto, especialmente no primeiro ciclo, quando enche melhor os frutos e apresenta frutos mais longos. Assim como a cultivar de origem é suscetível à sigatoka amarela, porém apresenta um grau superior de resistência ao mal do Panamá. Ainda não se dispõe de informações conclusivas a respeito de sua resistência à sigatoka negra. A planta tem praticamente o mesmo porte da cv. Enxerto, podendo ser cultivada nos mesmos espaçamentos e seguindo as mesmas recomendações técnicas. Produz cachos com média de 17 kg. Seus frutos são maiores, mais claros e com sabor semelhante aos das cultivares Prata e Pacovan.

A SC-079 é uma seleção da cultivar Nanica, do subgrupo Cavendish (AAA), resultante do trabalho de seleção clonal da Epagri. Avaliada em diferentes regiões do Estado de Santa Catarina, foi selecionada e está por ser lançada com o nome de Nanica Corupá. Sua principal característica é o porte baixo, intermediário entre a 'Nanica' e a 'Grande Naine'. Tem o rendimento inferior à Nanica. Como a cultivar de origem também é suscetível às doenças sigatoka negra e sigatoka amarela, entretanto, é resistente ao mal do Panamá. Pode ser cultivada em espaçamentos menores do que os da 'Nanicão', seguindo as mesmas recomendações técnicas. Produz cachos com média de 28 kg sendo resistente ao despencamento e os frutos são semelhantes aos da Nanicão.

4- A banana no Estado do Paraná.

Em 1545 já havia pequenos plantios de bananas no Litoral do Paraná, junto aos engenhos de cana de açúcar, porém somente no final do século XIX, a bananicultura veio a ser o produto agrícola mais importante na região, tendo em 1904, exportado 18 mil cachos e em 1907 a quantidade de quase 700 mil cachos, para os países da América do Sul. Atualmente o Estado tem mais de 10 mil ha com bananeiras, sendo pouco mais da metade no Litoral e o restante no Planalto.

No Litoral há duas regiões com características distintas.

-no Litoral Norte (Guaraqueçaba, Antonina, Morretes) ela conserva o sistema de produção quase que extrativista. As lavouras iniciais foram feitas por volta de 1850, no regime tradicional, plantando em baixo das matas roçadas, seguido da derrubada da mata, na mesma sistemática então

usada em São Paulo. Eram lavouras pequenas, que foram assim conservadas através dos tempos, havendo algumas com mais de 50 anos, sem utilização de insumos ou reformas. A produção colhida era transportada por canoas ou tropa de burros, em cachos e comercializada nas cidades. Depois passou-se a usar também as caixas de madeira (torito). Nessa região, a produção orgânica vem tomando importância.

-no Litoral Sul (Guaratuba) onde a produção sempre foi intensiva, seguiu os moldes dos bananais do Norte Catarinense.

Mais recentemente, aproximadamente há 15 ou 20 anos, outras duas regiões vêm se destacando no Planalto:

-ao Norte (Andirá, Uraí, Cornélio Procopio) onde é expressivo o crescimento da produção, hoje responsável por aproximadamente um terço da área de plantio e da produção do Estado e,

-ao Oeste (São Miguel do Iguçu, Itaipulândia, Missal, Foz do Iguçu) com pequenas propriedades, praticamente familiares.

Nestas duas regiões, com solos melhores e agricultores bem estruturados, houve a adoção de sistema de produção mais intensivo e com todas as atuais práticas de cultivo.

Entretanto, o Litoral ainda é a região mais importante das áreas de produção, mas vem perdendo esta posição, sendo apenas pouco superior à região do Planalto.

Os novos plantios da 'Maçã' são feitos com mudas de laboratório. Para cultivares do subgrupo Cavendish tem sido mais freqüente o uso de mudas tipo pedaço de rizoma, retirados de bons bananais comerciais. Entretanto, algumas vezes, são usadas mudas de laboratório apenas na formação de viveiros, para sua multiplicação para posteriores plantios.

Nesses novos bananais tem sido feita a calagem e os espaçamentos de plantio variam conforme as condições locais, cultivares, comercialização, etc., mas em geral, a tendência é de se usar de 2,5 x 2,5m para subgrupo Cavendish ('Grande Naine' e 'Nanicão') e 2,5 x 3,0m para 'Maçã', 'Prata', 'Prata anã', e 'Thap Maeo'. É freqüente aplicar-se, no plantio, o esterco de curral ou cama de aviário.

Há alguns bananais irrigados no Norte, com bom desenvolvimento e produtividade.

No Norte o controle da broca tem sido feito principalmente com produtos químicos em iscas tipo queijo. Quanto aos nematóides é feito apenas o tratamento das mudas. No Litoral, normalmente, não é feito controle de broca e dos nematóides, pois suas ocorrências não são altas.

O controle da sigatoka amarela é feito com óleo e fungicidas sistêmicos por seis a sete vezes, com tendências a aumentar, com base no monitoramento. Para a sigatoka negra faz-se o mesmo sistema, sendo que seus danos não são ainda muito acentuados.

O despencamento e a embalagem são feitos na maior parte dos bananais comerciais, nas casas de embalagem. A comercialização mais usual é em pencas, em caixas tipo torito, de madeira. Alguns casos, como a banana 'Maçã' para mercados específicos, tem-se utilizado caixas menores, de 13 kg de plástico.

As câmaras de climatização são dos compradores.

5- A banana no Estado do Rio Grande do Sul.

A história do Rio Grande do Sul registra que em 1800 havia plantios de banana 'Nanica' e cana de açúcar e que em 1806 houve reclamações junto às autoridades municipais de Osório, que os negros escravos estavam destruindo plantios de cana de açúcar e banana. Em Torres, consta que o primeiro plantio de bananas foi em 1826 e em Três Cachoeiras em XVIII.

Entre 1829 a 1871 houve a chegada de imigrantes alemães, poloneses, italianos e portugueses que plantaram bananeiras.

Atualmente os principais municípios produtores encontram-se no Litoral Norte do Estado. Estima-se que nesses municípios existam quase 5 mil produtores que exploram a bananeira com fins comerciais.

A área plantada no Estado é de cerca de 11.000 hectares, sendo cerca de 9.600 hectares da cultivar Enxerto (subgrupo Prata) e cerca de 1.400 hectares da cultivar Nanicão (subgrupo Cavendish). Não há cultivos significativos de outras variedades, a despeito de existir pequenas áreas remanescentes de antigas lavouras de cultivar Maçã e Terra.

A produção estadual de bananas no ano, atinge cerca de 100 mil toneladas, sendo 71 mil toneladas do subgrupo Prata e 29 mil toneladas do subgrupo Cavendish.

No interior, onde os plantios são feitos nos morros com alta declividade para evitar as geadas, em solos pedregosos com média fertilidade, incidência de ventos fortes e contínuos e ocorrência de baixas temperaturas por períodos longos, a bananicultura, mesmo assim, ainda é uma das melhores alternativas de cultivo para o pequeno produtor.

Nessa região, existe uma parcela de produtores que nada ou quase nada aplica de tecnologia em seus bananais. São lavouras onde basicamente se faz o plantio, o controle de plantas daninhas (roçada ou capinas) e algum desbaste (conduzindo 2 a 3 famílias por cova) e realizam a desfolha (no mínimo uma anual). A maior parte dos produtores, normalmente, usa cerca de 300kg/ha/ano de adubo formulado em NPK e esterco de aves, não aplicam calcário. Não fazem combate à broca e aos nematóides. A sigatoka amarela é controlada com 3 a 4 aplicações de óleo mineral e fungicida sistêmico, com atomizadeiras motorizadas costais, não havendo a sigatoka negra.

O transporte dos cachos é feito por carroças ou camionetas, sendo o despencamento realizado em barracões na sede da propriedade, onde as pencas são embaladas em caixas de madeira com 15 kg e ou de plástico com 20 kg. A maturação é feita pelo comprador em câmaras de climatização. Alguns produtores fazem a reforma do bananal.

No Litoral, os plantios são feitos nas baixadas.

Uma pequena parcela dos produtores investe bastante na cultura, com plantios na base de 2.000 pés/ha, com mudas adquiridas dos vizinhos, em geral do tipo filhote, quase sempre usando a 'Prata anã' e a 'Nanicão'. Recentemente planta-se também muda de laboratório. Durante os plantios é feita a calagem, juntamente com esterco de aves. Posteriormente, aplica-se adubos químicos formulados em NPK (1.200 kg/ha/ano), faz-se o controle de plantas daninhas com herbicidas, desbaste rigoroso (uma família por cova), desfolhas freqüentes, poda do coração, escoramento de plantas (normalmente com fitilho), ensacamento dos cachos, controle do mal de sigatoka amarela (3 a 4 aplicações por ano de óleo mineral mais fungicidas sistêmicos), não se tendo notícias de sigatoka negra e o controle biológico da broca da bananeira. Não é usada a irrigação nem tão pouco micronutrientes.

A produtividade dos bananais deste grupo de produtores atinge, em média, 19t/ha para a banana 'Enxerto' e 35t/ha para a banana 'Nanicão'. Esses bons resultados têm motivado outros agricultores a fazer o plantio, aumentando continuamente esse grupo.

Os demais produtores seguem o mesmo padrão daqueles do interior do Estado.

A produção de bananas do Rio Grande do Sul é comercializada no próprio Estado. Como existe um déficit de abastecimento, a diferença é importada de outros Estados, principalmente Santa Catarina.

A renda média do bananicultor é de cerca de três salários mínimos mensais, porém ele têm boa alimentação, moradia adequada, veículo e não se valem de empréstimos bancários para movimentar a exploração, fato que não os tem levado a situações de inadimplência, como em quase todas as demais explorações agrícolas.

A organização dos produtores ainda é incipiente, porém o Estado já conta com a ABAT (Associação dos Bananicultores de Torres) e uma Cooperativa Agrícola que comercializam parte da banana produzida na região.

6- A banana no Estado do Ceará.

O Ceará que tem atualmente cerca de 43 mil ha plantados com banana, sendo, dentro da fruticultura, a segunda maior área. Teve, inicialmente, seus maiores cultivos nos Perímetros Irrigados do Departamento de Obras Contra a Seca (DNOCS) do Governo Federal, com predominância da cultivar Nanica ('Casca Verde'). A despeito disto havia a bananeira 'Branca' esparramada por todo o Estado.

No Ceará há duas regiões de produção de banana muito distintas: o Maciço de Baturité e o do Baixo Jaguaribe, que produzem banana em regime de sequeiro e irrigado, respectivamente.

A primeira região tem abastecido as feiras-livres, quitandas, mercearias e pequeno varejo da periferia da capital, onde predomina a população de menor poder aquisitivo, enquanto a segunda está mais voltada para o atendimento dos consumidores de renda mais elevada que se abastecem nas maiores redes de supermercado. Apenas a região do Baixo Jaguaribe tem atendido às exigências dos supermercados porque contam com acesso a informação, utilização de tecnologia de irrigação e tratamentos pós-colheita adequados, que são alguns dos fatores responsáveis pela produção de uma banana com as características exigidas pelo consumidor.

Entretanto, o consumidor cearense tem preferência pela banana 'Prata', produzida em grande quantidade no Maciço de Baturité.

Esta é uma área localizada mais para o interior do Estado, a Serra de Baturité, distante cerca de 100 km da capital Fortaleza, que por volta de 1680, começou ser explorada com plantios de cana de açúcar. A altitude varia de 700 a 900 m o que proporciona um clima muito ameno no sertão. É uma região com clima semiárido, portando com dois períodos de chuvas bem definidos. Esse "maciço" como é chamado, foi um grande produtor de café. Com seu colapso, houve expansão dos

plantios da banana cultivar Prata e Branca, com predominância desta, cujos primeiros bananais datam de mais de 80 anos. Os plantios foram feitos no meio dos cafezais abandonados. O espaçamento original foi de 4 x 4m, sem nenhum controle do desbaste e por isso formaram-se grandes touceiras. Não se fazia e ainda não se faz a adubação e nem o combate à broca das bananeiras e muito menos o controle das sigatokas. Foi e tem sido, em suma, uma extração extrativista. A colheita era feita semanalmente, sendo que no primeiro semestre havia falta de bananas, pois é nessa ocasião que chove, porém, no segundo semestre fazia-se a colheita dos cachos que se formaram durante as chuvas. O transporte dos cachos era feito em jacás, no lombo dos animais até ao ponto de venda, onde processava-se o despencamento. O produtor fazia a venda por mil bananas, quase que só aos intermediários que eram donos dos animais, sem participar das vendas finais que se realizavam na cidade de Baturité, onde as pencas, sem nenhuma embalagem, eram acomodadas nos pequenos caminhões mistos e seguiam para Fortaleza. Estes, além da banana também transportavam pessoas e coisas mais, que seriam vendidas na Capital, causando muitas injúrias na casca até chegar ao seu destino. No mercado municipal ou mesmo em determinados locais, a maturação era feita, em 24 horas, por meio de pedras de carbureto de cálcio embrulhadas em papel jornal, formando pequenos pacotinhos, que eram colocados no meio das pencas. Estas eram classificadas pelo tamanho de suas bananas em 1ª, 2ª e 3ª fazendo amontoados isolados e em seguida cobertas com uma manta de plástico para que o gás não se dissipasse. As bananas em pencas eram comercialização por milheiro, conforme seu tamanho.



Foto 10 - Sendo pequenos os bananais e próximos de Fortaleza, a tropa de animais levava os jacás de pencas diretamente para a cidade.

No Baixo rio Jaguaribe, próximo ao mar, em pequenas propriedades havia plantios de arroz, feijão e algodão. A partir de 1940, houve um grande plantio da 'Nanica', que utilizava só a mão de obra familiar, quase que exclusivamente para abastecer as indústrias de polpa de banana, pouco maiores do que as caseiras. A partir de 1950, todos os bananais eram irrigados com água retirada do subsolo em profundidades não maiores do que 10 metros, por meio de cata-ventos (moinho de vento) feitos de madeira, que precariamente executavam o serviço. A distribuição da água para inundação das quadras com 10 a 20 bananeiras separadas por uma pequena leira de terra, era feita por canais construídos em alvenaria, bambus e tubos de barro (esgoto). As folhas cortadas das plantas, assim como os pseudocaules após a colheita eram utilizados principalmente na alimentação do gado de leite e dos caprinos. A despeito desses plantios com a cultivar Nanica, a preferência do consumidor de Fortaleza, o maior mercado, sempre foi por cultivares do subgrupo Prata. Decorrente disto, durante algum tempo, seu abastecimento foi feito sempre por pequenos produtores localizados nas encostas da Serra de Baturité.

Foi a partir de 1978, que se começou a fazer a irrigação usando a técnica da microaspersão. Porém, depois de 1999, os plantios de banana no Baixo Jaguaribe passaram por grande melhoria com a introdução de mudas produzidas por meristema e das novas tecnologias de produção, todos

os tratos fitossanitários, inclusive com pulverizações aéreas, manejo pós-colheita com a instalação de cabos aéreos, galpão de embalagem, usando caixas de plástico reciclado para embalar os buquês, câmaras de climatização, possibilitando assim uma melhor comercialização.

Tendo em vista a preferência do mercado de Fortaleza, na nova fase de plantios nessa região, os produtores optaram pelas cultivares Pacovan, Grande Naine, Williams, Prata anã (Enxerto) e Terra caturra. Esses produtores já chegaram a fazer algumas exportações das duas primeiras cultivares para a Inglaterra, dadas as facilidades que a Del Monte, do Baixo Açu (RN) tem lhes propiciado, uma vez que ela também tem interesse em criar no Baixo Jaguaribe, mais uma área de produção.

Vale a pena comentar que, segundo consta na voz dos bananicultores, na década de 1930, surgiu, na região de Pentecoste, em uma touceira da cultivar Branca, uma bananeira que era diferente e que dada a sua robustez e a boa aparência do cacho, o produtor fez sua multiplicação. Ela foi comercializada durante alguns anos sem possuir um nome, mas depois passaram a chamá-la de Pacovã. Em 1970, por ela já ser encontrada em diversos locais do Nordeste, por sugestão do Eng. Agro. Gerardo Magela Campos, a escrita do seu nome foi modificada para Pacovan, prevendo seu uso por outros povos que não tem o til (~) em sua ortografia. A aceitação comercial desta cultivar foi rápida, por produzir frutos semelhantes a cultivar Prata, porém maiores e com casca mais macia, menos sujeita às injúrias de transporte. No dizer do “bananeiro”, ela é boa por aceitar o “pisotear” durante o transporte, isto é, não se estragar “muito” com o fato de se sentar sobre ela durante o transporte.

Outra característica típica da cultivar Pacovan é que já estando madura a banana, seu pedúnculo continua verde, inclusive a almofada da penca. É uma cultivar que exige bastante calor e umidade para produzir cachos que chegam a ter mais de 40 kg e mais de 150 bananas, com comprimento de quase 20 cm. Em regiões mais frias, como no Sudeste, o ciclo de produção fica bastante alongado e as bananas menores e mais insípidas. Ela tem média tolerância ao mal do panamá, se cultivada dentro dos padrões recomendados para a bananicultura. Com a retomada do desenvolvimento do Baixo Jaguaribe, muitos produtores fizeram seu plantio.

7- A banana no Estado do Rio Grande do Norte.

O início dos plantios de banana no Rio Grande do Norte também faz parte do Brasil Colônia, pois desde essa época já havia plantios esparsos nos grotões, com predominância da cultivar Branca, misturada com alguma ‘Prata’, e de bananas tipo ‘Terra’, para auto abastecimento. Entretanto, no final do século XX encontravam-se outras cultivares como a ‘Nanica’, ‘Nanicão’, ‘Chifre’ (‘Terra’), ‘Ouro’, ‘Maçã’, etc., porém como touceiras de fundo de quintal. Sem dúvida alguma os potiguaros dão preferência para cultivar Maçã, cuja produção é limitada pelo mal do panamá, que a tornou uma cultura nômade e aviltando seu preço no mercado, que paga normalmente três vezes maior do que as demais.

O Estado do Rio Grande do Norte tem duas regiões muito boas para o cultivo da bananeira: as várzeas aluviais profundas do Rio Açu, abaixo da sua barragem. É uma região semi-árida que envolve o município de Açu, que tem cerca de 6.600 km² e que fazia parte do antigo Perímetro Irrigado do Açu, conhecida como Baixo Açu e a outra a Chapada do Apodí que se localiza entre as divisas desse Estado com o Ceará e a Paraíba.

A região da Chapada do Apodí está com uma bananicultura ainda incipiente, mas que tem tudo para vir a ser, em um futuro muito breve, uma grande área produtora, pois o clima dificulta muito o desenvolvimento da sigatoka negra à semelhança do Baixo Açu.

Foi a partir de 1991/92, que se iniciou o plantio comercial de bananas, no Rio Grande do Norte, nas margens do Rio Açu, com altitude de 27m. Fica distante do mar cerca de 30 km, onde se localiza a cidade de Macau, que infelizmente não tem um porto. Para se fazer a irrigação dos banais, a água tem sido retirada do próprio Rio Açu, que, a despeito de ter suas águas represadas por uma barragem a 6 km da sede o Município, podem faltar quando ocorre uma grande estiagem. Este problema poderia ser contornado retirando-a do subsolo, mas seu manancial subterrâneo de boas águas está a mais de 700 metros, o que teria um elevado custo. Esses plantios foram feitos inicialmente por uma organização brasileira (Directivos S.A.), a qual foi comprada pela Del Monte S.A., com intuito de exportar a produção para a Europa. Esta organização instalou os banais em cerca de 3.000 ha, com toda a atual tecnologia existente, fazendo a drenagem, preparo do solo, sulcando para o plantio das mudas de meristemas vindas de Costa Rica e de Israel. Foram instalados cabos aéreos, irrigação por meio de microaspersão, que posteriormente foi substituído por gotejamento e galpões de embalagem completam. Foram utilizadas as cultivares Grande Naine, Williams, Pacovan e Maçã. No início do bananal as colheitas eram de pequeno porte e por isso foram

comercializadas no mercado interno do Nordeste e de São Paulo também. Os plantios de 'Maçã', a despeito de terem sido usado mudas de meristema, o mal do Panamá já se incumbiu de acabar com eles.

Há pequenos agricultores que vendem suas produções para a Del Monte, pois seguem exatamente todas as recomendações que ela determina.

A comercialização dos melhores buquês é dirigida para a exportação para a Europa, em contêineres frigoríficos pelos portos de Natal ou de Fortaleza. Os produtos de 2ª linha são comercializados nas Capitais do Nordeste ou em São Paulo e Rio de Janeiro. O combate às pragas é rigorosamente feito e quando necessário, o controle da sigatoka amarela é executado por avião em todos os bananais.

8- A banana no Estado de Pernambuco.

Os primeiros bananais formados em Pernambuco foram feitos pelos portugueses com mudas da cultivar Nanica, vindas de São Tomé e ou de Cabo Verde, entre 1530 e 1550. Esse procedimento decorreu do fato dos indígenas, seus escravos naquela ocasião, já estarem acostumados a comer bananas e os colonizadores tinham necessidade de garantir alimentos para eles poderem trabalhar nas lavouras da cana de açúcar e ainda eles próprios gostavam dela, pois, Portugal as importava dessas colônias. Nunca chegaram a ser grandes plantios uma vez que o Estado foi sempre grande plantador da cana de açúcar, sendo que o primeiro engenho foi feito em 1533 e em 1538 e Pernambuco já era a capital açucareira do Brasil. Com o decorrer do tempo a cultivar Nanica praticamente desapareceu, pois era quase que somente utilizada na indústria de massas.

Usando mudas de bananas do subgrupo Terra, cuja origem é desconhecida, sempre foram feitos pequenos plantios, em quase todos os canaviais de Pernambuco. As bananas que sobravam dessas propriedades eram comercializadas nas feiras livres das maiores cidades. Seu transporte era feito em jacás no lombo dos "jegues" (burros).

Outra cultivar que também era plantada em Pernambuco foi a banana 'Branca', desde os tempos coloniais. A escolha das áreas para seu plantio recaía principalmente nos grotões das fazendas. O paladar desta cultivar sempre foi mais aceito pela população. Os plantios eram feitos sob empreitadas, assim como sua colheita e a manutenção, que consistiam em se fazer uma ou duas roçadas por ano, quando então se praticava a limpeza das plantas e uma poda anual para reduzir o número dos filhos. Adubações não eram feitas.

Depois da 2ª Grande Guerra, Pernambuco passou a comprar bananas da cultivar Pacovan, a mais consumida hoje em Recife, as quais eram produzidas na Serra de Baturité, CE., que vinham verdes em pencas, por rodovia, em caminhões mistos, junto com outras mercadorias e pessoas embarcadas. A maturação era feita por meio de pedras de carbureto de cálcio, embrulhado em papel jornal formando pequenos pacotinhos, colocados no meio dos amontoados de pencas, as quais eram cobertas com uma manta de plástico para que o gás não se dispersasse. Inicialmente esta maturação era feita nos locais de constante feira livre, a céu aberto. Posteriormente, com a construção da CEASA, em 1968, todo esse preparo passou a ser feito nela, até que se construíssem as câmaras de maturação. Sua comercialização foi feita até há pouco tempo por milheiro de bananas, quando o torito passou ser usado.

Dado ao sucesso da comercialização da 'Pacovan', no início da década de 70, por meio de um trabalho do Eng. Agro. Milton Moreira de Souza, da SUDENE, foi trazido um caminhão de mudas delas, compradas na Serra de Baturité, muito a contra gosto dos cearenses, que não queriam perder sua mina de ouro. A partir desse lote a 'Pacovan' se difundiu por toda a região e é hoje a mais produzida.

O cultivo da bananeira é atualmente feito em duas regiões de Pernambuco: a Zona da Mata Sul, cuja principal cultura é a cana-de-açúcar e a Zona da Mata Seca ou Mata Norte.

Na primeira, os principais municípios produtores são: Marajá, Cortês, São Benedito do Sul, Água Preta, Amaraji e Ribeirão. Aí predominava a cultivar Branca (confundida com a 'Prata') e hoje praticamente só existe a 'Pacovan'.

Na Zona da Mata Seca, os principais municípios são: São Vicente Ferrer, Vicência, Machados e Macaparana. Nessa região, os cultivos são mais diversificados, pois existem plantios de 'Nanica', 'Nanicão' e um pouco de 'Comprida' ('Terra').

Outra região produtora, que no passado não tinha muita expressão, é o Vale do Rio São Francisco. Nesse Vale e nos Perímetros Irrigados do DNOCS existiam em 1973, pequenos produtores de banana 'Nanica', cuja produção era e ainda é toda destinada às indústrias de doce.

Atualmente o Vale do São Francisco, tem também plantios de 'Pacovan', em áreas maiores e conduzidos com mais tecnologia. É uma região onde estão atuando grandes empresas exportadoras de

uva e manga, portanto com pessoal de boa qualificação, organizados e acima de tudo, conhecedores dos mercados externos e por isso estão fazendo testes para exportar a 'Pacovan' para a Europa.

Com relação ao tamanho dos bananais, predominam os pequenos plantios. Na Zona da Mata Sul, quase todo fornecedor de cana de açúcar, tem seu plantio de banana. Estes plantios variam de 10 a 150 hectares.

Em Maraial, há uma região chamada de Sertãozinho, onde basicamente só tem banana cultivada por pequenos agricultores, cuja maior área chega aos 5 hectares. Estes sempre adotaram pouca tecnologia e ainda hoje, estão sujeitas as ações dos intermediários. Os plantios são feitos no compasso de 5 x 5m, pois não fazem o desbaste. As mudas, para início dos plantios, geralmente, são adquiridas de vizinhos e dependendo da quantidade, estas sequer são cobradas. No máximo o interessado paga apenas as despesas com seu arrancamento.

Na Zona da Mata Seca, os plantios são maiores em relação aos da Zona da Mata Sul, mais tecnificados e aí existem produtores que ultrapassam os 800 hectares de banana, porém, não contínuos. Nesta Zona são comuns os plantios irrigados, uso da adubação, controle fitossanitário. Os melhores produtores realizam adubações químicas, fazem o desbaste e eliminação das folhas velhas empregando operários da própria fazenda. Após a colheita, executam o despencamento e a embalagem em toritos, no meio dos bananais. O transporte é realizado por caminhões para a CEASA, onde é feita a climatização.

As pesquisas começaram a ser feitas pelo Instituto de Pesquisas Agrônomicas de Pernambuco (IPA), depois de 1970, principalmente em propriedades particulares.

9- A banana no Estado do Espírito Santo.

Até meados da década de 60, os plantios de banana iniciados após a 2ª Guerra Mundial, eram feitos somente com a cultivar Branca e a Prata, nas encostas da Serra do Mar, nas regiões Centro-Serrana e Litorânea Sul. Os plantios iniciais foram feitos com os cultivares do subgrupo Prata, em regime familiar, no meio dos cafezais abandonados ou, preferencialmente, no tradicional sistema de se plantar em baixo da mata.

Sendo a topografia muito acidentada, com declividade de 40% ou mais, em altitudes variando desde o nível do mar a até 600m, sem haver estradas dentro dos bananais, toda a produção era transportada para a base dos morros em jacás no lombo de animais. A produção era vendida a intermediários, que chegavam nas propriedades com camionetas de uma tonelada. Estes, por sua vez, revendiam os cachos para "atacadistas", possuidores de frota de caminhões que transportavam os melhores para o mercado do Rio de Janeiro e os demais ficavam para o consumo da Capital e de outras maiores cidades que tinham um mercado bastante restrito, além das fábricas de doces em massa.

Todos os bananais tinham sido plantados com mudas obtidas graciosamente de plantios de vizinhos e também de outros bananais vindos do Rio de Janeiro e Minas Gerais. Tendo em vista que os produtores já sabiam que havia determinadas touceiras que produziam cachos melhores e maiores do que as demais, eles sempre procuravam retirar mudas delas. Com isto eles estavam realmente aumentando a quantidade da cultivar Prata, sem que ninguém tivesse lhes dito que se tratava de duas cultivares bem distintas botanicamente. Este simples cuidado deu a eles a categoria de produtores da melhor 'Prata', pois as plantas da 'Branca', que produzem cachos menores, não eram usadas para mudas.

Por falta de uma melhor metodologia de combate à broca das bananeiras, eles davam sempre preferência por plantar mudas tipo pedaço de rizoma, que possibilitava eliminar as que tivessem muitas galerias. Com o aparecimento dos inseticidas clorados, após a 2ª Guerra Mundial, as mudas passaram a ser banhadas ou mesmo polvilhadas antes do plantio. Foi uma grande melhora.

Com a ocorrência da sigatoka amarela no início da década de 70, seu desenvolvimento foi favorecido com o clima tropical úmido, a despeito de haver a estação chuvosa no verão e mais seca no inverno. Entretanto, houve grande evolução no cultivo dos bananais, graças ao esforço feito pelo corpo de extensionistas da Secretaria da Agricultura do Estado. A estes abnegados técnicos coube a missão de fazer com que os produtores se conscientizassem que o secamento das folhas e o amadurecimento precoce das bananas tinham como causa essa enfermidade, que era diferente do mal do Panamá, que já havia destruído os plantios de 'Maça' e que seria possível fazer-se seu controle com pulverizações, foi como que preciso catequizá-los. Por falta de melhores equipamentos no Brasil e em face da topografia muito acidentada, foram abertos caminhos (trilhas) por todo os bananais para que os operários caminhassem com as máquinas atomizadoras costais e ou de padiolas motorizadas, para fazer o controle da sigatoka amarela usando apenas o "spay oil". Simultaneamente foi-lhes ensinada a necessidade das práticas da desfolha e do desbaste com a "lurdinha", a fim de se deixar uma única família subindo o morro.

Nesse programa de tecnificação dos bananais, iniciado em 1970, foram introduzidas outras metodologias de cultivo para áreas mecanizáveis, juntamente com a cultivar Nanicão, pois a 'Nanica' não era aceita pelos compradores do Rio de Janeiro e também entre os capixabas. Inicialmente houve muita relutância na adoção desse novo pacote tecnológico pelos produtores, pois seus bananais do morro onde estavam a 'Branca' e 'Prata', nada exigiam além de duas ou três roçadas por ano. Era nessa ocasião que se fazia a diminuição do número de filhos das touceiras e a eliminação das folhas velhas. A idade desses bananais variava muito, pois a maior parte deles tinha sido plantado por seus avós.

A área plantada atualmente no Espírito Santo é de aproximadamente 21 mil hectares, envolvendo cerca de 17 mil propriedades, predominantemente de base familiar e que deve gerar aproximadamente 25 mil ocupações na cadeia produtiva, fato este que demonstra a grande importância da bananicultura para o Estado, que tem na sua Grande Vitória mais de dois milhões de habitantes.

Nas plantações existentes, a cultivar Prata comum corresponde a 75%, cerca de 15% de 'Terra' e 'Terrinha' e havendo um pouco de 'Prata anã' e ainda das cultivares Nanicão, Nanica, Grande Naine, Maçã, Ouro, Ouro da Mata e Mysore.

A limpeza do bananal é feita, em geral, por meio de roçadas manuais, pois a topografia acidentada não permite a mecanização e nem o uso de herbicidas.

O desbaste, também conhecido por desbrota, é prática comum e feita com a "lurdinha" ou enxadão, deixando uma família por cova, que é orientada para subir o morro e a desfolha também é executada. Apenas os agricultores que destinam a sua produção para mercados mais exigentes fazem o ensacamento dos cachos.

A adubação de NPK e micronutrientes é feita em função dos preços. O calcário é usado baseado na análise do solo.

O combate à broca das bananeiras é realizado através do monitoramento da sua presença através da isca "telha" (pedaços de pseudocaule) que também serve para receber o inseticida. Há alguns produtores usando feromônio. Nos plantios da 'Maçã' o tratamento é sempre preventivo. Quanto aos nematóides nada tem sido feito devido a predominância da 'Prata' comum, que é menos parasitada.

Quanto a sigatoka amarela, nas regiões tradicionais de banana 'Prata' não é feito o controle. Em áreas mecanizáveis, com as cultivares Prata anã e do subgrupo Cavendish, o controle é feito com fungicidas triazóis associados com óleo agrícola, aplicado por atomizadores motorizados e por avião. Ainda não se tem notícia da presença da sigatoka negra.

O despencamento e a embalagem são feitos no bananal pela maioria dos produtores, mas há também alguns que tem galpão de embalagem.

As bananas são colocadas em pencas ou buquês apenas para alguns mercados especiais. A grande maioria dos produtores comercializa em caixas tipo torito ou de plástico reciclado ou até mesmo em cachos. Já existe um mercado de banana orgânica no Estado que é embalada em buquês, inclusive para a exportação. O amadurecimento em câmaras é feito apenas por alguns produtores, sendo que os demais usam as das Associações de Produtores ou Cooperativas.

A reforma do bananal é feita sempre que possível pelos novos produtores, porém os mais tradicionais optaram apenas por fazer a condução do bananal com mãe, filho e neto.

Nos novos plantios predominam mudas do tipo filhote (chifre e chifrinho), mas alguns produtores ainda usam pedaço de rizoma. Há um compasso de espera para sondagem dos consumidores para o plantio de mudas das cultivares do subgrupo Prata, como a 'Vitória' e 'Japira', micropropagadas, provenientes de laboratórios de cultura de tecidos do INCAPER, que são resistentes às doenças.

As covas têm geralmente as dimensões de 30 x 30 x 30 cm abertas com espaçamento de 3 x 3m para as cultivares Prata e 3 x 2m para as do subgrupo Cavendish, sendo que nas áreas declivosas são feitas em curva de nível.

Os novos plantios de banana ocorridos no final da década de 70, foram feitos com 'Prata' e 'Terra', em áreas de velhos cafezais abandonados, em decorrência dos baixos preços que se pagavam pela saca de café. O cultivo da banana 'Prata' no Estado teve seu auge no final da década de 80, quando foi responsável pela oferta de 75% da demanda do Estado do Rio de Janeiro, além de ocupar posição de destaque no fornecimento do produto para Minas Gerais e Brasília.

O maior crescimento da cultura ocorreu até na década de 80, mas nos anos 90, sofreu um forte revés, ocasionado pela concorrência da banana produzida na Região de Janaúba, MG., além das oportunidades e pelos preços alcançados pelo café, que acabaram desestimulando os produtores a investir na cultura da banana.

Em razão da suscetibilidade às doenças, associadas a baixa produtividade, qualidade e frágil estrutura de comercialização, ocorreu um desestímulo da atividade, agravada com a expansão da cultura na Região Norte do Estado de Minas Gerais, na Região de Janaúba, que passou a ofertar banana com padrão superior, dominou o mercado do Rio de Janeiro, Minas Gerais e Brasília e ainda pelos preços alcançados pelo café.

Em uma programação de orientar produtores na região Litorânea Sul, feita no início da década de 70, pelo Eng. Agro. Raul Moreira, foi encontrado em uma propriedade de Cariacica, uma bananeira semelhante a cultivar Ouro, vinda de Colatina e por isso foi-lhe dado o nome de Colatina Ouro. A banana tem o dobro do comprimento da 'Ouro', porém, por ocasião da colheita, seu diâmetro permanece fino, lembrando um dedo de moça. O cacho tem de 8 a 12 pencas, bem espaçadas e a polpa não é tão doce como a 'Ouro', porém tem maior resistência às sigatokas.

Atualmente há uma programação governamental apresentando as tecnologias mais recentes obtidas pelas pesquisas realizadas no Estado, com o objetivo de incrementar o estímulo à produção com qualidade e rentabilidade do agronegócio banana no Espírito Santo.

Em agosto de 2005, o Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (INCAPER) lançou dois novos híbridos tetraplóides (AAAB) do tipo 'Prata': 'Japira' e 'Vitória' que foram desenvolvidas a partir de 1994, por cruzamentos convencionais entre a 'Pacovan' (AAB) e com o diplóide M53 (AA), parental masculino e depois selecionados. São mais produtivos do que a cultivar Prata, sendo bastante semelhantes a cultivar Pacovan, com resistência às doenças sigatoka negra, sigatoka amarela e mal do Panamá e ainda tem frutos maiores, mais grossos e com sabor semelhante aos das cultivares Prata e Pacovan e que são resistentes ao desbencamento.

10 - A banana no Estado do Rio de Janeiro.

Conforme já foi dito em nossa introdução, sempre que um engenho era construído, um pequeno bananal também era plantado, pois a banana era um dos componentes básicos da alimentação dos escravos e ainda da mesa dos senhores do engenho. Cana de açúcar era a principal cultura, porém como alimento, além da banana, plantava-se também o feijão, arroz, mandioca e milho.

Foi em 1534 que ocorreu o plantio dos primeiros bananais que se tem notícia no Rio de Janeiro. Em 1557 já havia 18 engenhos em operação. A banana além de ser alimento generalizado, as folhas das bananeiras eram utilizadas para se forrar as caixas de açúcar para a exportação. Os índios aceitaram trabalhar como escravos até 1568, pois gostavam do açúcar e da aguardente que era produzida. Com a proibição da sua utilização como escravo, parte deles fugiu para Niterói, onde viveram durante algum tempo isolados. Outros seguiram para o interior, porém esses grupos já tinham absorvido o costume de beber a pinga.

A partir de 1572, houve a formação de várias vilas junto aos engenhos.

Em 1637, foi aumentado o plantio de cana e banana, cujas mudas vieram de Santos. Em 1650 foi o apogeu da cana de açúcar quando então havia 528 engenhos que exportaram 37 mil caixas, com 35 arrobas (quase 20 mil toneladas). Entretanto, foi entre 1701 a 1750, quando chegaram 800 mil escravos, que houve a grande expansão do Estado do Rio de Janeiro, com a introdução do gado vindo dos Açores e Cabo Verde e o aumento do número de engenhos e das atividades agrícolas baseadas na cana de açúcar e na mandioca.

No final do século XVII a produção de açúcar foi muito grande. Este panorama associado às exportações de ouro vindo do interior de Minas Gerais, motivou muitos portugueses a se mudarem para o Brasil, como colonos.

Como consequência, em 1770 o Rio de Janeiro já tinha mais de 210 mil habitantes, que precisavam comer a tal fruta banana. Não se têm dados da quantidade de bananeiras existentes nessa época, mas em toda a baixada havia plantios.

Com a vinda da Família Imperial para o Brasil em 1808, faziam parte da corte cerca de 10 mil pessoas.

A história da ocupação da Baixada Fluminense tem quase quinhentos anos, se formos contá-la a partir da chegada dos primeiros portugueses, sendo que ela já era habitada por várias tribos indígenas.

Em 1822 a população do Rio de Janeiro era de 160 mil brancos e 170 mil escravos, que em 1870 já eram 300 mil. Com a abolição da escravatura em 1888, os escravos fugiram para o interior do Estado e também para Minas Gerais e São Paulo. As propriedades agrícolas entraram em colapso.

Os engenhos eram construídos sempre próximo de um rio, pois o açúcar produzido tinha que ser conduzido até um porto para a exportação. Na Baixada Fluminense, antes da sua drenagem, havia 5 a 6 rios que permitiam a saída do açúcar.

As matas da Baixada Fluminense depois de derrubadas não se regeneravam e por isso precisavam ser cultivadas e a banana era uma opção.

Os plantios eram portanto, pequenos e esparramados pelas baixadas de Rio Bonito até Angra dos Reis.

Na Baixada Fluminense, os bananais também eram plantados em várzeas menos sujeitas as influências das marés, por ficarem mais distantes do mar. Suas produções eram transportadas por canoas com 10 ou mais metros, feitas de troncos de grandes árvores. Para que essas canoas pudessem navegar dos bananais até as barcas, eram abertas valas com 2 a 3m de largura e aproximadamente 1m de profundidade. Cada canoa transportava até 100 cachos de bananas, sem nenhuma embalagem, os quais em geral, eram destinados ao mercado Platino ou mesmo para o consumo da Capital Federal. As bananas colhidas eram transportadas para as canoas por meio de zorras puxadas por bois ou muare, da mesma forma como se fazia na baixada santista. As cultivares predominantes eram a Nanica e a Nanicão, semelhante a dos Ingleses e em menor quantidade a Lacatan, que no Estado do Rio de Janeiro todas elas eram conhecidas como Banana d'água. Uma característica desses bananais era o seu constante nomadismo, uma vez que eles eram mantidos até exaurirem toda a fertilidade do solo, ocasião em que se desbravava uma outra área. A mão de obra empregada nessas propriedades era quase formada só por antigos escravos, que aceitavam qualquer tipo de serviço e moradia. Os mantimentos para seus consumos eram trazidos pelas canoas dos donos dos bananais.

A medida em que os bananais chegavam ao pé das montanhas, os produtores começavam a fazer aí os seus plantios da cultivar Branca, cujo desenvolvimento se processava melhor em terrenos mais firmes de meia encosta.

Com o fim da escravidão em 1888, o negro levou a banana 'Nanica' para as encostas da Serra do Mar, mas ela não se desenvolveu bem, o que não acontecia com a 'Branca' que já estava lá.

Em 1904, foram exportados da Baixada Fluminense 86 mil cachos e em 1907, atingiu 103 mil, sendo parte de Rio Bonito. Há registro da existência de um milhão de bananeiras 'Nanica' em 1931, nessas regiões. Elas eram mais consumidas nas fábricas de doces e também pelos descendentes dos escravos. Nessa mesma ocasião, os plantios da cultivar Maçã já estavam muito contaminados pelo mal do panamá e em processo de abandono. Entretanto, nas íngremes montanhas da Serra do Mar, a partir de Angra dos Reis na face exposta para o Atlântico até Macaé e ainda no contraforte dessa serra, como na cidade de Bananeiras, a cultivar que predominava e assim ainda persiste, era a 'Branca'. Não é possível determinar-se quando esses plantios foram feitos, porém tem-se informações de antigos moradores de vários deles, de que isso ocorreu há mais de 180 anos, sem nunca terem sido reformados. São bananais que uma ou duas vezes por ano apenas são roçados. A colheita ou melhor, a cada 15 dias se dá uma volta pelo bananal "caçando" cachos que possam ser colhidos. Quando ocorre um longo período seco, acontece do bananal "incendiar-se sozinho" e então, o produtor aproveita para fazer uma poda geral, ao nível do solo, o que ele considera uma reforma. No seu dizer isto é bom, pois a broca das bananeiras morre. A produção é vendida sempre para intermediários no próprio bananal, a qual abastece as quitandas da periferia das cidades. O amadurecimento ainda é feito mantendo os cachos em local abafado ou por meio de carbureto de cálcio. Essas bananas normalmente são colhidas quando já estão em quase início de maturação e por isso, nem sempre são processadas. Calcular-se a quantidade de plantas que existe nessas condições, somente é possível com fotografia aérea.

Desde o início do século XIX, tem-se notícias de produções de banana da cultivar Ouro, nas encostas frias e úmidas da Serra do Mar, principalmente no caminho para Petrópolis. A produção dessa cultivar é pequena, sendo um verdadeiro folclore, cujos cachos são, desde longa data, vendidos nas beiras dos caminhos. Com a evolução dos mercados, ela é encontrada nos supermercados, em pequenas quantidades, porém com elevado preço. É talvez a cultivar mais atacada pela sigatoka amarela. Outra característica da 'Ouro' é que em regiões secas, mesmo com irrigação, sua produção não é comercial.

Em 1945, em Cardoso Moreira havia grandes plantios de 'Maçã', que continuou sempre nômade atrás de terras virgens, usando de preferência o sopé das montanhas.

Em 1970, em Casemiro de Abreu, formaram-se bananais com cerca de 600 mil pés de 'Nanicão', com mudas vindas de São Paulo, cuja vida foi de apenas uma década, em face dos problemas com nematóides e tipo de solo. Em Magé, vários produtores fizeram pequenos plantios com até 50 mil pés, que existem até hoje, principalmente com cultivares Prata anã, Nanicão e Terra.

O mercado do Rio de Janeiro, que sempre deu preferência pelas bananas do subgrupo Prata, a partir da 2ª Guerra Mundial, foi abastecido até 1990, com frutas vindas do Espírito Santo. Inicialmente o transporte era feito em caminhões com cachos a granel, mas com a introdução do

torito, somente são transportadas em pencas. Elas são entregues na CEASA do Grande Rio, onde intermediários fazem sua climatização, para depois abastecerem os supermercados. Depois dessa data, o maior fornecedor desse mercado passou a ser a região de Janaúba, MG.

A cultivar Carnaval foi encontrada pelo Eng. Agro. José Régis de Mello Filho, em Conceição de Macabu, RJ., há cerca de 50 anos. É uma cultivar semelhante em tudo a 'Terra', porém apresenta quimeras nas folhas e frutos. As partes afetadas perdem a capacidade de produzir clorofila e com isto ficam listradas, com faixas verde-intenso alternando com faixas quase brancas, que se distribuem sempre no sentido das nervuras secundárias e no comprimento das bananas. É uma modificação que se processou apenas externamente, sem ter afetado o fruto ou a polpa. É uma característica que se mantém estável.

11- A banana no Estado de Minas Gerais.

Entre os Estados produtores de banana, Minas Gerais se destaca com aproximadamente 42.000 ha cultivados, sendo que destes, cerca de 15.000 ha estão na sua região Norte. Esta área se diferencia das demais por trabalhar basicamente com a 'Prata anã', cultivada sob irrigação. Há ainda a se considerar os plantios feitos no Baixo São Francisco que são mais recentes e aqueles feitos no Sul do Estado.

Na região Norte, os primeiros plantios de banana foram feitos em 1982 por antigos produtores do Vale do Ribeira SP., sendo que as áreas já haviam sido cultivadas com outros produtos. Para iniciar os plantios, foram trazidas mudas das cultivares Nanica e Nanicão dessa região paulista, onde os nematóides já causavam prejuízos. Infelizmente não foram tomadas as medidas profiláticas que se faziam necessárias. Hoje se gasta muito dinheiro no seu combate.

Atualmente existem quatro perímetros públicos de irrigação no Norte de Minas sob a coordenação da CODEVASF (Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco): Pirapora, Grotuba, Lagoa Grande e Jaíba. Juntos apresentam 23.940ha disponíveis, dos quais 12.900ha já estão sendo cultivados com fruticultura, o que representa 63,8 % da área. Diversas áreas empresariais privadas se somam a estas, dobrando a área produzida com fruteiras, onde a cultura da banana representa 70%, a despeito de ser baixa a produção média (17t/ha/ano). Nessa região, a irrigação e as constantes temperaturas elevadas garantem uma produção quase que estável durante todo o ano.

A bananicultura é, portanto, uma atividade estratégica para a região, envolvendo um grande número de famílias em empregos diretos (atividades na lavoura) e indiretos (fabricação de embalagens, comércio de frutas e insumos, manutenção de equipamentos, etc), que segundo informações da Associação Central dos Fruticultores do Norte de Minas (ABANORTE), chegam a 60.000 pessoas.

Decorrente do insucesso havido com a 'Nanicã', optou-se pela cultivar Prata anã (AAB), que é atualmente a mais plantada na região, cuja origem é de Santa Catarina. É muito cultivada por suas características organolépticas que agradam bastante ao consumidor brasileiro e aos bons preços alcançados pelo produto no mercado. Esta cultivar é estudada principalmente em regiões de Minas Gerais, Santa Catarina e Bahia.

Nas áreas de sequeiro a produtividade da 'Prata anã' varia de 10 a 20 t/ha/ano, já nas áreas onde de se trabalha com irrigação esta produtividade chega a 22 a 35t/ha, dependendo da condução. No Norte de Minas, se encontra o maior plantio comercial de 'Prata anã', cultivada sob irrigação, que é limitante para sua boa produção e, portanto, é nessa região que surgem problemas que carecem de estudos e soluções.

Nesses perímetros, os solos são do tipo aluvial (neossolo flúvico), latossolo vermelho amarelo e areia quartzosa (neossolo quartzarênico), geralmente com teores de areia acima de 65%, baixa CTC e com boa disponibilidade dos cátions Ca, Mg e K, conseqüentemente com valores de pH e saturação de bases mais altos.

O Projeto Jaíba é uma extensa área localizada à margem direita do Rio São Francisco e dentre os quatro perímetros irrigados do Norte de Minas, é o que apresenta maior potencial de crescimento. Segundo informações do Distrito de Irrigação do Jaíba (DIJ), hoje são 8.000ha irrigados e quando completo serão 80.000ha.

Dada às condições climáticas favoráveis do Projeto Jaíba à produção de banana durante todo o ano e somado à topografia quase plana e ainda sua localização geográfica em relação a grandes centros consumidores, tornam seu cultivo muito atrativo e lucrativo, capaz de superar os altos custos representados pela irrigação.

Os solos do Distrito de Irrigação de Janaúba têm baixos teores de zinco para a bananeira. Como conseqüência, os sintomas de sua deficiência apresentados pelas plantas são comuns, pois o

tipo de solo favorece a adsorção desse micronutriente. Outro micronutriente importante para a cultura da bananeira é o boro, cujos sintomas de deficiência também são facilmente observados na maioria dos plantios.

Uma forma alternativa utilizada pelos produtores no fornecimento de zinco e boro para as bananeiras, uma vez que eles limitam sua produtividade, foi fazer suas aplicações no interior do pseudocaule de um filho desbastado com a “lurdinha”, pois com isso evitou-se suas perdas quando colocados no solo.

Admite-se que o balanceamento de nutrientes, principalmente com o fornecimento adequado de Ca, Mg e Zn, possa causar menor incidência de mal do Panamá, que é bastante grave em Jaíba, a ponto de já estar causando diminuição da produção.

Há alguns plantios novos bananais, cerca de 60% deles, onde se plantam mudas de laboratório previamente desenvolvidas em sacos de plástico preto, usando cultivares Nanicão, Grande Naine e Williams e o restante com mudas tipo filhote do próprio bananal, devidamente escalpeladas e tratadas com nematicidas sistêmicos. Nestes bananais é comum o plantio de densidades elevadas em torno de 3 a 3,5 mil mudas por hectare. Faz-se uma ou até mesmo duas colheitas e em seguida se reduz a população para a metade. Esses plantios são feitos visando a comercialização no Estado de São Paulo, uma vez que o mercado consumidor de Minas Gerais é para bananas do subgrupo Prata.

Os plantios em grandes áreas, com mais de 100 mil pés, são feitos com mudas de meristema, no espaçamento de 2,50 x 2,00m, deixando apenas uma família por cova. Em função do sistema de irrigação, há vários outros espaçamentos tais como 2 x 4m usando duas famílias por cova. A irrigação é por sub copa com microaspersores (140 litros/h) ou miniaspersores (70 litros/h). As adubações com NPK são feitas por meio de aplicações diretamente no solo e também com a água de irrigação. Os cachos depois de formados são envoltos em sacos de polietileno, quando então os restos florais masculinos são eliminados, assim como a última penca. Após a colheita, os cachos são levados para os galpões de embalagem por meio de cabos aéreos, onde são despencados, lavados, classificados e embalados em buquês em caixas de madeira virgens para 20 kg e ou de plástico reciclado para 25 kg. O transporte é feito em caminhões frigorificados ou em caminhões abertos, para as cidades onde o amadurecimento das bananas é processado.

Há também menores produtores que se diferenciam por transportarem os cachos em carretas para o galpão de embalagem, onde eles são igualmente preparados e embalados. Estes são, em geral, filiados da ABANORTE que cuida do fornecimento dos insumos e da comercialização.

Os plantios são feitos no regime de administração direta, havendo pequenos casos de parceria. Sendo a área quase plana e destocada, o preparo do solo é feito todo mecanicamente, assim como a abertura das covas por meio do sulcamento. As mudas são plantadas depois de terem sido cultivadas em viveiros. Sendo o pH da região próximo de 7, não se faz a calagem, mas por ser pobre em fósforo, o fosfato natural é distribuído na área total, durante o preparo do solo.

O produtor já está consciente da necessidade de fazer a reforma periódica do bananal, no máximo a cada 5 anos. Há produtores que cultivam a ‘Pacovan’ em densidades de 4 a 5 mil pés por hectare, que estão fazendo plantios anuais, com produção acima de 150 toneladas no hectare. Esses produtores em geral, usam mudas retiradas do seu próprio bananal, tipo chifrão (2 a 3 kg), escalpeladas e banhadas em solução de hipoclorito de sódio a 1%.

O controle da sigatoka é ainda feito só para a amarela, por meio de aviões, aplicando óleo mineral com fungicida sistêmico, em geral, por 4 a 5 vezes por ano, pois o clima sendo semiárido dificulta o desenvolvimento do fungo. Os focos da sigatoka negra na região são ainda “considerados sem confirmação” e por isso não estão sendo controlados, o que é um risco grande.

Tendo em vista que a área plantada é na maior parte da cultivar Prata anã, que é medianamente tolerante ao mal do Panamá e que ele já está presente em várias localidades, há grande interesse que se obtenha uma cultivar resistente para substituí-la.

No Sul de Minas Gerais, no início do século XIX, houve introdução de muitas cultivares oriundas do Rio de Janeiro, destacando-se a ‘Maçã’ e a ‘Ouro’, que foram levadas pelos brancos ao desbravarem as terras além da Serra da Mantiqueira, pois os indígenas somente conheciam a ‘Pacóva’ e a ‘Branca’.

Nessa Região Sul, durante a primeira metade do século passado, os plantios de banana se caracterizaram pelo aproveitamento das encostas das montanhas, em parte para evitar os prejuízos ocasionados pelas geadas. Somente eram plantadas as cultivares Branca e Prata, indistintamente, em compassos de 5 x 5m. O sistema de preparação da área era o mesmo usado no Litoral Paulista, ou seja, roçadas, plantio, derrubada da mata, lenhar e depois passar um fogo rápido. Devido em parte pela topografia acidentada, os tratos culturais se restringiam a uma ou duas roçadas ao ano,

quando então se fazia uma pequena redução no número de filhos. Com este procedimento, facilmente se encontrava touceiras com 10 ou mais filhos. Nenhuma adubação ou corretivo de solo era feito. A produção era sempre maior após as chuvas e as temperaturas mais elevadas, fazendo com que as colheitas, feitas por empreitadas, fossem realizadas a cada 10 dias, enquanto que no período restante era alongado para até ao dobro desse tempo. O transporte dos cachos era feito nas cangalhas dos animais ou quando muito em jacás. Para a comercialização, os cachos eram amontoados e cobertos com folhas de bananeiras, em galpões abertos até que comessem a se desverdecer, quando então eram levados para os mercados municipais. A justificativa de tal maturação é que os cachos dessas cultivares sempre foram colhidos quando estavam quase maduros. Devido em parte pela topografia acidentada dessa região, a prática da renovação dos bananais não é feita e com isso facilmente se encontram alguns deles com mais de 30 ou 40 anos, cuja produtividade é inferior a 15ton.

Convém destacar que nas encostas menos acidentadas, a cultivar plantada, nessa época, era a 'Maçã', que recebia os mesmos tratos culturais e manuseio. Ao se plantar esta cultivar já se sabia que o mal do panamá iria aparecer a qualquer momento e por isso nenhum desbaste era feito. Quando a doença aparecia, a área era abandonada e as mudas "selecionadas visualmente" levadas para se fazer novo plantio, em outro lugar. Em geral, nos plantios de 'Maçã' chegava-se a colher até 3 cachos, porém, ocasionalmente 5, quando então a "maldição chegava" e a área era transformada em pastagem. Somente depois de 1970, é que começaram a se formar nessa região alguns bananais usando cultivares do subgrupo Cavendish, com as tecnologias atuais.

O controle da sigatoka amarela nem sempre é feita, porém os pequenos produtores que a fazem usam atomizadores costais; os que têm áreas maiores se utilizam de atomizadores acoplados aos tratores, realizando a operação durante as noites de pouco vento, usando óleo mineral com fungicida sistêmico. Segundo comunicação verbal feita a este autor pelo Prof. Otto Anderson, da Universidade Federal de Viçosa, ele coletou no início da década de 30, na Zona da Mata, próximo de Viçosa, uma cultivar que ele denominou de Ouro da Mata, que se assemelha a cultivar tipo Prata, sendo a planta e os cachos mais vigorosos e se mostrando tolerante ao mal do panamá. A justificativa do nome está ligada aos caminhos feitos, nessa região, em busca de ouro, pelos colonizadores, conhecida como "Trilha do ouro".

12 - A banana no Estado de Goiás.

O início dos plantios de banana no Estado de Goiás ocorreu quando do seu desbravamento feito pelos Bandeirantes, em suas Entradas e Bandeiras por volta de 1650. A missão delas era a mineração e a captura de índios para serem escravos. Na realidade estas atividades já haviam sido feitas no Planalto do Estado de São Paulo. Os Bandeirantes levavam consigo um contingente de famílias que acabavam fundando vilas nos locais onde acampavam. Com isto traziam sementes e mudas para se instalarem. Dessa forma trouxeram mudas de bananas que aumentaram as cultivares que os índios já tinham. A bananicultura era considerada um alimento. A produção era de consumo familiar, sendo o excedente comercializado na vila.

Esta situação perdurou por até depois da 2ª Guerra Mundial, quando foram abertas estradas e houve o aumento da população das cidades. Porém os plantios efetivos de banana como cultura, somente ocorreram quando o mal do panamá liquidou com os bananais de 'Maçã', em São Paulo, no final da década de 60. Os plantios eram feitos para formação de futuras pastagens, no espaçamento de 4 x 4m ou mais ainda, em covas com 40 x 40 x 40cm, pois nada se investia nos mesmos além do preparo do solo, que consistia no desmatamento e queima das coivaras, o plantio das mudas e a formação de uma lavoura anual de algodão e ou de milho como cultura intercalar. Nesta região predominavam variedades do grupo AAB, com destaque para 'Maçã' (80%), 'Terra' e 'Prata'. Também existiam alguns cultivos de bananas do subgrupo Cavendish. Tudo que se colhesse era lucro, uma vez que os plantadores eram na realidade empreiteiros, que ficavam com a produção e tinham por obrigação deixar o pasto formado. As produções eram vendidas quase sempre para os motoristas de caminhão, que traziam os cachos a granel, como carga de retorno e realizavam as vendas na Capital de São Paulo e suas principais cidades.

Com a chegada do mal do panamá, alguns proprietários que tinham ganho bom dinheiro com a banana 'Maçã', passaram ao plantio de outras cultivares resistentes a fusariose. Iniciaram com a 'Prata', a 'Terra' e a 'Marmelo' ('Figo vermelha') que já e eram encontradas esparsamente na região. Essas lavouras foram plantadas e conduzidas com bom índice de tecnificação, incluindo a irrigação e, mais recentemente, estão sendo aumentadas com mudas produzidas por biotecnologia. Neste caso as cultivares mais utilizadas têm sido a 'Prata anã', 'Nanicão' e 'Terra', existindo em 2003, mais de 27.000 hectares de bananais, com uma produção de cerca de 250 mil toneladas no ano.

Pode-se dizer que na região do Sudoeste Goiano, originou-se um pólo de banana 'Terra', centralizado no município de Jataí. A comercialização dessas bananas tem sido feita diretamente nas CEASAs de Goiânia ('Nanicão', 'Prata' e 'Terra'), de Uberlândia-MG ('Prata' comum) e de Ribeirão Preto-SP ('Marmelo'). Entretanto, a atual produção não é suficiente para o abastecimento da população dessa região, principalmente a da Grande Brasília, que está sendo suprida com bananas do Perímetro de Irrigação de Bom Jesus da Lapa, MG. ('Nanicão' e 'Prata') e de Santa Catarina via São Paulo ('Nanicão').

13 - A banana no Estado do Amazonas.

A existência da banana no território brasileiro é ponto passivo entre os historiadores, desde sua descoberta. No alto Rio Amazonas, foram encontrados plantios de bananeiras em 1565. Esse Rio é o segundo maior do mundo, com 5.825km, dos quais cerca de 3.000 estão em território brasileiro.

No Amazonas, as áreas com bananais expandiram muito pouco, apesar de aí se encontrarem as melhores condições de clima para seu desenvolvimento. Porém, o mercado consumidor é bem pequeno, sendo o maior o de Manaus (em 1970 – 331mil habitantes e em 2000 – 1.405 mil). Ela foi oficialmente fundada em 1848, porém em 1695 já tinha sido construída a primeira igreja católica, marco da presença dos portugueses. Os descobridores, ao viajarem por esse rio, encontraram as bananas 'Pacóva' e a 'Branca' em todas as comunidades indígenas, desde sua barra até sua nascente. Os plantios comerciais são pequenos e só iniciaram depois de 1950, usando toda a metodologia de desbravamento de uma área na base de roçada, derrubada e fogo para completar a limpeza, sem haver preocupação com o uso de defensivos nas mudas e ou nas plantas e sem uso de fertilizantes ou corretivos. Os tratos culturais são representados por meras roçadas uma ou duas vezes por ano. As áreas plantadas são muito pequenas, dificilmente maiores do que três hectares. Nas várzeas, onde há inundação todos os anos, a área plantada representava 80% das lavouras, sendo aí a vida normal do bananal de apenas uma safra. Em terra firme, onde estavam os 20% restantes, a vida desses bananais era mais longa, porém, sendo no máximo de três anos. Atualmente essas porcentagens são meio a meio. O normal era o produtor colher apenas uma ou duas safras, quando então ele apenas usava essa lavoura para produção de mudas.

Os plantios foram sempre feitos em caráter nômade nas várzeas inundáveis do rio. Era praticamente um cultivo extrativista. Os cachos colhidos normalmente eram vendidos ou trocados por mercadorias nos barcos grandes ou menores, que navegavam pelos rios maiores e seus afluentes. Estes por sua vez, revendiam os cachos para os proprietários de bancas no mercado. Se o bananal estivesse perto de um centro maior ou mesmo de Manaus, os agricultores transportavam suas produções em cachos, em canoas motorizadas ou não, para as cidades, cuja venda era quase sempre feita nelas mesma para intermediários, que as entregavam no comércio. Ainda há as venda nas ruas, em pencas, colocadas em cestos ou jacás de cipó que são carregados sobre a cabeça ou em pencas colocadas em carrinho de mão. Somente os supermercados recebem de intermediários compradores bananas em toritos, os quais são embalados nas propriedades. É comum também a venda de bananas tipo "chips" nas ruas de Manaus e até mesmo embaladas nos supermercados.



Foto 11 - Barco feito de tronco de árvore motorizado.

O transporte de cachos em caminhões somente aconteceu há cerca de 10 a 15 anos, quando Manaus começou a receber bananas de Roraima, pois sua produção diminuía muito com o abandono dos plantios.

É freqüente encontra-se nos bananais a “broca gigante da cana-de-açúcar” (*Castnia licus*), que causa maiores prejuízos do que a broca das bananeiras (*Cosmopolites sordidus*), que também existe, porém não se faz controle sobre estas pragas. Ao se plantar um novo bananal, o combate sempre foi feito com o facão escapelando a muda visando retirar as galerias.

Em 1976, foi encontrado o moko, no Território do Amapá, em várzeas inundáveis do Rio Pedreira e posteriormente ao longo de outros bananais do Amazonas. Depois de ter-se feito um programa de sua erradicação, logo após sua constatação, viu-se que seria impossível obter-se êxito, uma vez que ele estava bastante difundido, apenas nas várzeas inundáveis, cujo acesso em todas elas era inviável. Atualmente, a doença já se expandiu muito e causa altos prejuízos ao longo dos rios do Amazonas, do Pará e do Amapá e já se encontra disseminada em áreas de terra firme, como em Presidente Figueiredo no Amazonas e também em Porto Velho em Rondônia.

Com a presença da sigatoka negra constada no Brasil, pela primeira vez foi em Tabatinga, Amazonas, em fevereiro de 1998, os plantios de todas as cultivares susceptíveis quase foram dizimados, sendo que as regiões de Coari e Codajás, que eram as capitais da banana no Estado, já não mais a produzem.

A sigatoka negra foi encontrada, inicialmente em cultivares do subgrupo Terra, do subgrupo Figo (Bluggoe) e do subgrupo Prata e, com o passar do tempo, em quase todos os bananais do Brasil. Seu controle na região Amazônica é impraticável, primeiramente pelo nível cultural dos antigos produtores e por serem os plantios de apenas dois a três ha, esparramados por toda a área. Além disso, o clima é totalmente favorável ao desenvolvimento do fungo que, para seu controle seria necessário uma pulverização por semana, o que é antieconômico. Por falta de produção, durante algum tempo, houve necessidade de se transportar de avião para Manaus, bananas produzidas em São Paulo, para abastecer os supermercados.

Para que isto não perdurasse indefinidamente, os órgãos governamentais do Estado fizeram um programa de introdução de cultivares e híbridos tolerantes à sigatoka negra, juntamente com um pacote tecnológico muito atualizado. Dentre as escolhidas, inicialmente foram a ‘Caipira’, ‘Thap Maeo’, ‘FHIA 18’ e ‘Prata Zulu’ e depois ampliado com a distribuição de mudas das cultivares BRS Prata Caprichosa, BRS Prata Garantida e Pacovan Ken.

Como resultado da presença da sigatoka negra, ocorreram grandes modificações nas áreas de produção do Estado do Amazonas, possíveis de já serem analisadas, como por exemplo em Rio Preto da Eva, que não plantava banana, passou a ser o maior produtor; em Presidente Figueiredo houve substituição de seus antigos plantios que eram susceptíveis à sigatoka negra por novas cultivares tolerantes, usando as tecnologias atualmente disponíveis e no município de Iranduba foram instaladas algumas mini-indústrias para produzir doces e bananas passa.

Nos municípios no entorno da Manaus já tem alguns plantios com cerca de 10 a 20 ha cada, onde as atuais tecnologias foram adotadas. Tudo isso foi graças a ação do Governo do Estado que distribuiu cerca de 4 milhões de mudas dessas novas cultivares.

14- A banana na Ilha do Bananal.

É a maior ilha fluvial do mundo com cerca de 2 milhões de ha, onde existem cinco municípios, tendo hoje uma população aproximada de 12 mil brancos e 1.700 indígenas. Foi visitada pela primeira vez em 1525 por Pedro Aleixo Garcia, juntamente com jesuítas, mas devido as condições muito adversas, abandonaram o projeto de explorar o ouro aí existente. Posteriormente, em 1773, foi redescoberta por José Pinto Fonseca, que lhe deu, inicialmente, o nome de Santana. Entretanto, pelos inúmeros bananais silvestres encontrados, passou a chamar-se Ilha do Bananal, que está no rio Tocantins, a 250 km de Palmas, Capital do Estado de Tocantins, que foi desmembrado da Região Norte de Goiás. Esse fato é um marco muito importante para se afirmar que a banana já existia em nosso território, antes da chegada de Cabral, em 1500.

Quem a trouxe? É uma resposta que o tempo se incumbirá de um dia nos contar.

ESTADO ACTUAL Y PERSPECTIVAS FUTURAS DEL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA EN AMÉRICA LATINA

CURRENT SITUATION AND FUTURE PERSPECTIVES OF THE BLACK SIGATOKA MANAGEMENT IN LATIN AMERICA

Mauricio Guzmán

Coordinador de Fitopatología, Dirección de Investigaciones, CORBANA S.A.
Apdo. 390-7210, Guápiles, Costa Rica. E-mail: mguzman@corbana.co.cr

RESUMEN

La Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) continúa siendo una seria amenaza para la producción de bananos y plátanos en América Latina (AL) y el Caribe. Las prácticas de control utilizadas para la Sigatoka amarilla (*Mycosphaerella musicola* Leach) no son suficientes para un control eficiente de la Sigatoka negra. En plantaciones de plátano y banano para exportación y para mercado local, severas epidemias se han vivido en los últimos 6 años en Centro, Sur América y algunos países del Caribe, que han puesto de manifiesto la necesidad de profundizar en las estrategias de manejo integrado de la enfermedad, tendientes a mitigar su impacto negativo. Esto motivó a la Corporación Bananera Nacional de Costa Rica (CORBANA S.A.) y a la Oficina Regional para América Latina y el Caribe del INIBAP, a desarrollar en marzo de 2006, en San José de Costa Rica, un congreso internacional, con un enfoque principal hacia el manejo de la Sigatoka negra. Cerca de 300 participantes se registraron en el evento, entre científicos, especialistas y productores. Se presentaron y discutieron el estado actual y los avances en el conocimiento del impacto de la enfermedad en la producción y la calidad, en la epidemiología, biología y ecología del patógeno, las interacciones patógeno-hospedero y las prácticas de manejo y se establecieron las necesidades básicas de investigación futura en manejo de la enfermedad. Se destacó que algunos cultivares que se muestran altamente resistentes a la Sigatoka amarilla, reaccionan como susceptibles ante la Sigatoka negra. La enfermedad puede reducir hasta en un 50 % el peso del racimo y afectar en un 100 % la calidad de la fruta. El desarrollo de resistencia a fungicidas por parte del patógeno, sigue siendo una seria limitante para el control de la enfermedad en algunas regiones de AL. Los inductores de resistencia y los lixiviados de compost y vermicompost (biopreparados) pueden ser una opción dentro del manejo integrado de la enfermedad y podrían permitir reducir la dependencia del control químico y del aceite mineral de petróleo, cuyo costo se ha incrementado notablemente en la última década. El aceite de palma se presentó como una alternativa al aceite mineral, aunque el efecto fungistático es inferior al del aceite mineral. El manejo de inóculo, con prácticas fitosanitarias (deshoje) sistemáticas y bien ejecutadas y prácticas adicionales como el apilamiento y compostaje de hojas infectadas, defoliaciones controladas y la aplicación de urea como antiesporulante, se presentaron como una vía efectiva para reducir la presión de la enfermedad y mejorar el control. Se concluye y recomienda con insistencia, que los esfuerzos en investigación deben orientarse al Manejo Integrado de la enfermedad, con la finalidad de lograr la sostenibilidad del sistema de producción y reducir la dependencia del control químico convencional.

Palabras claves: control cultural, control químico, control biológico, manejo integrado, *Mycosphaerella fijiensis*, producción orgánica, producción y calidad, sostenibilidad.

SUMMARY

Black Sigatoka disease (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) continues being a serious threat to production of banana and plantains in Latin America (LA) and the Caribbean. The practices used for the control of yellow Sigatoka (*Mycosphaerella musicola*) are not enough for an efficient control of the black Sigatoka. Banana and plantain plantations for export and local consumption, had faced severe epidemics in the last 6 years in Central and South America and in some Caribbean countries, which have enforced the necessity to deepen in strategies of integrated disease management in order to mitigate their negative impact. This motivated the Costa Rican National Banana Corporation (CORBANA S.A.) and the INIBAP Regional Office for Latin America and the Caribbean to develop in March 2006, an international congress focussed on black Sigatoka management, held in San José Costa Rica. About 300 participants from 21 countries were registered in the event, including scientists,

specialists and growers. Current situation and advances in the knowledge of the disease impact on the production, fruit quality, pathogen epidemiology, biology and ecology, the interactions host-pathogen and the management practices were presented and discussed, derivin necessities for future research. It was pointed out that some cultivars that have shown highly resistant to the yellow Sigatoka, react as susceptible to black Sigatoka. The disease can reduce until 50 % the bunch weight and 100 % the fruit quality. The development of fungicide resistance in the pathogen continues being a serious obstacle for the disease control in some regions of LA. The resistance inducers and the compost and vermicompost leachates can be an option within the integrated management of the disease helping to reduce the dependence of chemical control and the petroleum mineral oil, which cost has been increased notably in the last decade. The palm oil was presented as an alternative to the mineral oil, although its fungistat effect is inferior to that. The inoculum management, with systematic and well executed sanitation (deleafing), as well additional practices, like piling up and composting of infected leaves, controlled defoliations and the application of urea to reduce the pathogen sporulation, were presented as an effective strategy to reduce the disease pressure and improve control. It was concluded and recommended that the efforts in research should be target to the Integrated Disease Management, in order to approach sustainability of the production system, reducing the dependence of the conventional chemical control.

Keywords: biological control, chemical control, cultural control, integrated disease management, *Mycosphaerella fijiensis*, organic production, production and quality, sustainability.

INTRODUCCIÓN

Los bananos y los plátanos son de los cultivos más importantes alrededor del mundo y se producen en más de 100 países, a través de regiones tropicales y subtropicales (Price 1995, Sharrock y Frison 1999, Marín *et al.* 2003). Tanto los bananos, como los plátanos, son susceptibles a una amplia gama de enfermedades que pueden afectar diferentes órganos de la planta, algunas son capaces de causar la muerte de las mismas, como la marchitez por *Fusarium* y la marchitez bacteriana, conocida como moko (Stover 1972, Jones 2000).

Las enfermedades foliares, como la Sigatoka negra, no llegan a destruir la planta por completo, ni pueden causar una muerte repentina, sin embargo, su capacidad para alcanzar el 100 % de incidencia y su marcado impacto sobre la producción y la calidad, las ubica en un lugar preponderante (Carlier *et al.* 2000, Marín *et al.* 2003). La aparición de la Sigatoka negra en Honduras, a inicios de la década de los 70's (Mulder y Stover 1976, Stover 1980) y su posterior y rápida dispersión a otros países de Norte, Centro, Sur América y el Caribe, ha provocado serios impactos, como la reducción del área cultivada (González y Jaramillo 1979, Orozco 1998, Orozco *et al.* 2001, Pérez *et al.* 2003), disminución del peso del racimo y la vida verde (Stover 1983), cambio de variedades (Pérez *et al.* 2003) y un notable incremento en los costos de producción (Martínez *et al.* 2002, Pérez *et al.* 2003). Sin dejar de lado un mayor impacto ambiental, por el incremento en el uso de funguicidas (Laprade y Miranda 2006). Algunos ejemplos del impacto de la enfermedad en la producción de bananos y plátanos de AL y el Caribe se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Algunos ejemplos del impacto de la Sigatoka negra en la producción de bananos y plátanos en países de América Latina y el Caribe.

País	Año	Impacto	Referencia
Honduras	1973	10-20 % de racimos de banano con maduración prematura en 1.200 ha	Stover y Dickson 1976
Costa Rica	1979-1980	Pérdida de más de 3.000 ha de plátano en la zona de San Carlos	González y Jaramillo 1979
Panamá	1979-1984	Producción de plátano decreció en un 69 %	Bureau 1990
México	Inicios de 1980's	Desaparición de 2.000 ha de banano en el estado de Tabasco	Orozco-Santos <i>et al.</i> 1996 Orozco-Santos <i>et al.</i> 2001
Costa Rica	1980-1986	Disminución de un 40 % de la producción de plátano	Romero 1986
Colombia	1991	Disminuyó la producción de plátano y aumentó mucho su precio	Belalcázar 1991
México	1989-1991	Reducción de un 50 % de la superficie cultivada de banano (5.000 ha) en el estado de Colima	Orozco-Santos <i>et al.</i> 1996 Orozco-Santos <i>et al.</i> 2001
Cuba	1991-1992	El costo de control se incremento 300-400 %	Pérez <i>et al.</i> 2003
Cuba	1990-2003	Reducción del 85% del área cultivada con Cavendish. Cambio de variedades.	Pérez <i>et al.</i> 2003
Venezuela	1997-2000	Aumentó en un 40 - 45 % los costos de producción	Martínez <i>et al.</i> 2002
Brasil	2000-2002	Pérdidas de 50-100 % de la producción y cambio de variedades	Gasparotto 2003 (Com. Pers.)

En la década de los 90's la enfermedad incursionó en nuevos países, Cuba (1990), Venezuela (1991), Perú (1994), Jamaica (1995), Bolivia (1996), República Dominicana (1996), Brasil

(1998) y Haití (1999) (Jones 2003). En los años 2000-2006 se han vivido severas epifitias en Centro, Sur América y algunos países del Caribe (República Dominicana por ejemplo). Las estrategias de manejo se han orientado, más que nada, hacia el combate químico, pero su efectividad se ha visto limitada por el desarrollo de resistencia en el patógeno a los principales fungicidas sistémicos y por el alto costo que este significa, principalmente para los pequeños productores de banano y plátano. Se vislumbra la necesidad de estrategias de manejo más integradas y de alternativas al combate químico más sostenibles, de menor costo e impacto ambiental.

Conscientes de esto, la Corporación Bananera Nacional de Costa Rica (CORBANA S.A.) y la Oficina Regional para América Latina y el Caribe de la Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano (INIBAP), organizaron en marzo de 2006, en San José de Costa Rica, un Congreso Internacional denominado: "Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe", cuyo objetivo principal fue el de presentar el estado actual y los avances en el manejo integrado de la enfermedad y motivar a la comunidad científica en la búsqueda de soluciones más sostenibles para enfrentar la Sigatoka negra, teniendo como base fundamental el Manejo Integrado. En el presente documento se resumen las principales contribuciones del congreso y se destacan algunos lineamientos para la investigación futura en manejo de la enfermedad.

IMPACTO DE LA SIGATOKA NEGRA EN LA PRODUCCIÓN Y LA CALIDAD

Se presentaron resultados que reafirman el severo efecto detrimental que puede causar la enfermedad en la producción y calidad. El peso del racimo se puede ver afectado hasta en un 50 % y la calidad en un 100 %, en ausencia total de control de la enfermedad. En condiciones de control deficiente (reducido número de hojas a la cosecha), el principal efecto de la enfermedad es en la prolongación del periodo floración-cosecha y en la reducción de la vida verde, el peso del racimo puede reducirse hasta en un 10 % (Romero y Guzmán 2006). En plantaciones comerciales de Cavendish, las pérdidas de mayor magnitud se relacionan con la eliminación de racimos en el campo, provenientes de plantas con poca cantidad de hojas (menos de 4 hojas sanas), debido al riesgo que presentan de maduración prematura. En algunas regiones de Centroamérica, con plantaciones extensivas de Cavendish, hasta el 10 % de los racimos producidos durante el año se han eliminado en el campo o descartados en la empacadora por esta razón (Guzmán, M., sin publicar).

Con relación al impacto de la enfermedad en la fotosíntesis, estudios de invernadero demostraron que la fotosíntesis neta (F_n) alcanzó valores negativos en áreas de la hoja con lesiones en estadio 4 y 5 y cuando la severidad de la enfermedad en la hoja superó el 40 %, el impacto de la enfermedad sobre la tasa transpiratoria (E) fue menos marcado (Hidalgo *et al.* 2006). Estudios de campo son necesarios para confirmar las anteriores observaciones, que podrían ayudar a optimizar la implementación de las prácticas fitosanitarias. Los estudios del efecto de aceites minerales sobre la fotosíntesis fueron hechos hace varias décadas (Riedhart 1961) y estas sustancias han cambiado mucho en su composición química y propiedades físicas, ambas directamente relacionadas con los efectos fitotóxicos (Delfel *et al.* 1962, Israeli *et al.* 1993). Estudios recientes de campo demostraron que aplicaciones individuales de aceite mineral y aceite vegetal de palma, en dosis de hasta 30 L/ha, no afectaron la fotosíntesis de las hojas (Rodríguez *et al.* 2006), pero se desconoce el efecto de aplicaciones consecutivas y de su acumulación. Dichos estudios son muy necesarios, ya que en algunas regiones de Centroamérica, en plantaciones de Cavendish, se están utilizando cantidades de hasta 350 L/ha/año de aceite mineral.

Las prácticas culturales también pueden tener influencia en la calidad de la fruta. Se ha observado que la carencia de labores fitosanitarias o la realización deficiente de la labor, que permita mantener mucho tejido infectado en las hojas, reduce la vida verde de los frutos (Cuadro 2) (Guzmán y Villalta 2006).

EPIDEMIOLOGÍA, BIOLOGÍA Y ECOLOGÍA DE LA SIGATOKA NEGRA

Los modelos de preaviso biológico, muy exitosos a finales de los 80's e inicios de los 90's en Centroamérica (Bureau 1990, Bureau *et al.* 1992, Corrales y Marín 1992), han dejado de utilizarse para la programación de aplicaciones de fungicidas, estos permanecen todavía vigentes y funcionando bien en algunas islas del Caribe. Las experiencias en Centroamérica y más recientemente en Camerún (de Lapeyre 2006) demuestran que la adaptación de los modelos de preaviso biológico y bioclimático, originalmente desarrollados para *M. musicola* en las Antillas Francesas (Ganry y Meyer 1972, Ganry y Laville 1983), aceleraron el desarrollo de resistencia de *M. fijiensis* a los fungicidas sistémicos, principalmente benzimidazoles y triazoles (Romero y Sutton 1997, Romero y Sutton 1998), debido a la alta dependencia del efecto curativo de dichos productos. La elevada capacidad de reproducción sexual de *M. fijiensis* y alta recombinación genética (amplia

diversidad genética y producción de variantes), aunado a su eficiente adaptación a los ambientes cálidos y húmedos de América tropical, favorecieron este fenómeno. Pasberg.Gauhl y Gauhl (2006) consideran que los modelos de preaviso bioclimático deben ser específicos para cada región y no recomiendan realizar adaptaciones.

En regiones tropicales húmedas el desarrollo de la enfermedad está muy correlacionado con la precipitación (Pasberg.Gauhl y Gauhl 2006), ya que generalmente la temperatura no es un factor limitante (Guzmán 2002, Marín *et al.* 2003). Las ascosporas son la forma más prevaleciente de inóculo y las mayores epifitias, en los periodos lluviosos, correlacionan con una alta producción de ascosporas, sin embargo, algunas veces la relación entre la descarga de ascosporas y el desarrollo de la enfermedad no ha sido consistente (Pasberg.Gauhl y Gauhl 2006). Los estudios epidemiológicos continúan otorgando a los conidios un papel secundario en la dispersión de la enfermedad y en el desarrollo de epidemias severas.

Villalta *et al.* (2006) demostraron que, en condiciones de zonas tropicales húmedas, la esporulación de *M. fijiensis* en tejido depositado en el suelo no fue mayor de 36 días y que los picos de descarga de ascosporas desde las lesiones se producen en los primeros 15 días (Fig. 1), similar a lo observado en plátano por Gauhl (1994). En el mismo estudio, la esporulación de las lesiones fue mayor por el haz que por el envés, que difiere de lo indicado por González 1987 y Blanco 1987. La aplicación de urea (100 g/L) en el campo, a las hojas con lesiones, redujo la esporulación en un 66 % (Villalta *et al.* 2006), confirmando lo observado a nivel de laboratorio por Guzmán y Romero (1996a). Lo anterior puede ser relevante para el manejo de la enfermedad como una estrategia para la reducción de inóculo interno.

En términos de relación con otras plagas, se presentó evidencia de la carencia de interacción entre las infecciones causadas por *Radopholus similis* en las raíces y la Sigatoka negra (Araya y Guzmán 2006). Las experiencias de campo respaldan estas observaciones, pues se han observado severos ataques de Sigatoka negra, tanto en áreas nuevas libres de *R. similis*, como en plantaciones altamente infectadas por el nematodo (Guzmán M. sin publicar)

Cuadro 2. Vida verde de frutos de banano (*Musa* AAA, cv. Grande Naine) provenientes de plantas expuestas a diferentes tratamientos de deshoja sanitaria.

Tratamiento de deshoja	Vida verde de la fruta (días) ¹	
	I ciclo de cultivo	II ciclo de cultivo
Sin deshoja	16,1 b	8,2 d
Deshoja leve (se eliminaron solo mitades u hojas completas)	17,1 b	11,7 d
Deshoja detallada (eliminación selectiva de toda porción con manchas)	20,1 a	13,3 bc
Deshoja detallada + urea (al 10 % al tejido en el suelo)	20,2 a	15,3 a
Deshoja detallada + apilamiento de las hojas + urea	20,6 a	14,6 ab
Deshoja detallada + extracción de material (el material deshojado se extrajo de la plantación)	19,5 a	15,5 a
P > F	0,0001	0,0001

¹Racimos cosechados a los 90 ± 2 después de la floración. La vida verde fue evaluada en condiciones de ambiente externo, bajo techo, sin refrigeración. Valores en una misma columna, con una misma letra, no son diferentes estadísticamente según DMS.

COMBATE QUÍMICO CONVENCIONAL Y ALTERNATIVO

Entre los años 2004 y 2005, la resistencia a fungicidas sistémicos como benzimidazoles, triazoles y estrobilurinas (grupo QoI), alcanzó niveles muy críticos en países de Centroamérica como Panamá y Costa Rica, convirtiéndose en una seria limitación para el manejo de la enfermedad. En países como Guatemala y Colombia se han detectado importantes cambios en los últimos dos años, que podrían afectar el manejo de la enfermedad en el futuro cercano, sino se toman las medidas correctivas o si las mismas resultan poco efectivas en la práctica. Existen también indicios de cambios en la sensibilidad de las poblaciones a benzimidazoles y estrobilurinas en Ecuador, cuyo efecto aún no se ha manifestado a nivel de campo (resistencia práctica) (FRAC 2006).

Nuevos fungicidas han aparecido en el mercado, pero la mayoría de ellos pertenecientes a los mismos grupos ya existentes y con los cuales presentan resistencia cruzada (FRAC 2006). Algunas moléculas nuevas se encuentran en investigación y desarrollo por las principales compañías de agroquímicos, pero su introducción al mercado es incierta en el corto plazo. Como era previsible, en países con altos niveles de resistencia a los fungicidas sistémicos, se han incrementado las aplicaciones de fungicidas protectores (mancozeb y clorotalonil, con el consiguiente riesgo ambiental)

y la cantidad de aceite mineral (300 ó más L/ha/año), con posibles efectos negativos en los rendimientos del cultivo como, los señalados por Israeli *et al.* 1993) e incrementos en los costos de control.

La crisis del petróleo está afectando el manejo de la Sigatoka negra en AL, no solo por que las aeronaves empleadas para la aspersión de fungicidas utilizan combustibles fósiles, sino por que el aceite mineral, que es clave en las estrategias de control de la enfermedad (Marín *et al.* 2003), ha duplicado su precio en la última década. Los aceites vegetales, como el de palma aceitera, han emergido como la alternativa renovable y de menor costo (Martínez *et al.* 2006), aunque todavía carecen del efecto fungistático reconocido al aceite mineral (Guzmán y Romero 1996b). En investigaciones desarrolladas en Costa Rica, se ha logrado obtener hasta un 85 % del control observado con el aceite mineral, dentro de una estrategia de rotación de fungicidas (Cuadro 3), muy por encima de lo observado con otros aceites vegetales en experimentos desarrollados en Australia para el control de Sigatoka amarilla (*M. muscicola*) (Vawdrey *et al.* 2002).

En Brasil se han experimentado nuevas formas de colocación de fungicidas, específicamente en la base de la hoja 2 (Gasparotto y Rezende 2006) con resultados satisfactorios para el azoxistrobina y el futriafol, que podrían ser de utilidad para el manejo de la Sigatoka negra en plantaciones pequeñas. No obstante, existen dudas sobre el riesgo de residuos en los frutos, que deben ser descartadas mediante estudios específicos.

El inductor de resistencia Boost® 50 SC (acibenzolar-s-metilo) ha cobrado importancia para el manejo de la Sigatoka negra en plantaciones comerciales de bananos Cavendish en las regiones más lluviosas de América Central, principalmente Costa Rica. Con el uso de este inductor de resistencia se han logrado buenos niveles de control de la enfermedad, con significativas disminuciones de la cantidad de aceite mineral y del número de aplicaciones (Madrigal *et al.* 1998, Corrales *et al.* 2002, Guzmán 2002). Sin embargo, algunas dudas han surgido respecto a los efectos del producto en largo plazo, sobre todo, por las modificaciones que puede sufrir la planta en su metabolismo y por la fitotoxicidad derivada de su interacción con el aceite mineral. Investigaciones recientes desarrolladas en Costa Rica demostraron la carencia de efectos fitotóxicos con el uso combinado de Boost y aceite vegetal de palma y aunque el control de la enfermedad fue inferior al observado con el aceite mineral, se han logrado desarrollar programas de aplicaciones, alternando aceite mineral y aceite vegetal, en presencia de Boost, con muy buenos resultados en términos de control de la enfermedad, costos y de disminución de los efectos fitotóxicos (Guzmán y Murillo, sin publicar).

Los lixiviados producto de la descomposición y del compostaje del pinzote y los frutos de bananos y plátanos, se utilizan en AL y el Caribe para el control de la Sigatoka negra desde hace varios años, sobre todo, en banano orgánico, con poca o nula información de respaldo. Investigaciones conducidas en Costa Rica y Ecuador, evidenciaron la presencia de compuestos antifúngicos en los lixiviados de compost y vermicompost (Riveros *et al.* 2006, Jiménez *et al.* 2006), pero las validaciones de campo, en forma rigurosa, son todavía muy incipientes.

Cuadro 3. Variables de infección de la Sigatoka negra a la floración en plantas de banano (*Musa* AAA, cv. Grande Naine) asperjadas con fungicidas y aceites.

Tratamiento	Variable de infección ¹			
	TH	HJE	HJM	IND
Aceite de palma Agrivel® 216	11,6 a	4,1 a	4,8 a	36,8 c
Oleína cruda de palma	10,9 b	4,1 a	4,4 a	39,5 bc
Aceite refinado de palma	11,3 ab	3,9 a	4,4 a	40,6 bc
Aceite mineral Spraytex® M	11,7 a	4,1 a	4,9 a	31,6 d
Fungicida + Agua + Emulsificante	11,3 ab	4,0 a	4,6 a	42,8 b
Testigo absoluto	9,7 c	3,4 b	3,6 b	57,9 a

1/Valores con una misma letra no son diferentes estadísticamente (DMS, P= 0,05). TH= total de hojas, HJE= hoja más joven enferma, HJM= hoja más joven con mancha, IND= índice de infección.

Se realizaron 14 aplicaciones de fungicidas en emulsión con aceite, durante un periodo de 3 meses a intervalos entre 5 y 9 días, con dosis de aceite entre 5 y 9 L/ha. Total de aceite acumulado = 101 L/ha.

Fuente: I. Martínez y M. Guzmán, sin publicar

CONTROL CULTURAL Y CONTROL BIOLÓGICO

Significativos avances se han hecho en la optimización de prácticas culturales para la reducción de inóculo interno de *M. fijiensis*, principalmente en México (Orozco-Santos *et al.* 2006) y Costa Rica (Guzmán y Villalta 2006, Vargas *et al.* 2006). Por primera vez se presentó evidencia experimental del efecto de la deshoja sanitaria, en frecuencia semanal, sobre el desarrollo de la

enfermedad y su contribución al manejo de la Sigatoka negra (Guzmán y Villalta 2006). Labores culturales posteriores a la deshoja sanitaria, como el apilamiento del tejido deshojado (minicomposteo en México) y la aplicación de urea al tejido con lesiones esporulantes, también redujeron de la severidad de enfermedad.

Otros estudios se han orientado a la eliminación, poco días después de la floración, de las hojas más viejas de las plantas (defoliación controlada), considerando que estas han disminuido notablemente su capacidad fotosintética (Segura *et al.* 2006) y posteriormente se convierten en la principal fuente de inóculo del patógeno. Vargas *et al.* (2006) evaluaron en Costa Rica, en banano Cavendish, diferentes grados de defoliación controlada y demostraron que al dejar solo 9 hojas en plantas recién florecidas, se puede reducir la presión de la enfermedad sin detrimento en la producción ni en el crecimiento de los hijos. Resultados similares se han obtenido en plátano en Colombia (Belalcaza *et al.* 1994a y 1994b, Cayón y Bolaños 1999) y en África, aunque en este último caso con defoliaciones más severas y en cultivos mixtos con yuca (Emebiri y Obiefuna 1992). En México y Colombia se ha investigado otra modalidad de defoliación controlada, conocida como poda temprana de puntas y consiste en la eliminación temprana de la porción más distal de las hojas, por este sitio donde por lo general, se manifiestan primeramente los síntomas de la enfermedad. Sin embargo, de esta práctica no se han mostrado resultados experimentales que evidencien sus bondades y descarten efectos negativos en el crecimiento y producción de las plantas.

El sistema de riego de las plantaciones puede influir en el desarrollo de la enfermedad, como lo indicó Wielemaker (1990). Orozco-Santos *et al.* (2006) en México, observaron que los sistemas de riego que reduzcan o eviten la mojadura de las hojas (riego rodado o por inundación y riego por goteo) son los más recomendables para evitar condiciones favorables a la enfermedad y al desarrollo de nuevas infecciones.

Mucho se especula sobre el efecto y la importancia, en el desarrollo de la Sigatoka negra, de la nutrición mineral y de las enmiendas orgánicas e inorgánicas, pero la evidencia experimental es muy escasa. Méndez (1998) observó que la fertilización nitrogenada, con dosis equivalentes a 500 kg/ha/año o más, incrementaron la severidad de la enfermedad. Por el contrario, el incremento en la dosis de potasio hasta 750 kg/ha/año mostró una tendencia a disminuir la severidad de la enfermedad. Dichos resultados concuerdan con los de Perez *et al.* (2003) quienes observaron, en Cuba y en el híbrido FHIA-18, una mayor severidad de la Sigatoka negra en suelos con bajos contenidos de este elemento. Jiménez *et al.* (2006), en el Ecuador, informaron de efectos inhibitorios *in vitro* de hasta un 80 % en el crecimiento micelial de *M. fijiensis* con algunos elementos menores. La severidad de la enfermedad se redujo entre un 20-30 % en hojas extraídas de plantas fertilizadas con Cu, Mn y B e inoculadas con *M. fijiensis*, pero en las hojas que permanecieron en las plantas no se observó el mismo efecto. Sin lugar a dudas esta área de investigación es muy promisorio y muy amplia, pero requiere mucha más investigación de campo y del concurso conjunto de fitopatólogos, nutricionistas y fisiólogos vegetales, para que los enfoques no se hagan únicamente sobre elementos individuales, sino que se consideren sus balances e interacciones de sinergismo y antagonismo.

Luego de un periodo en que recibió mucha atención, la investigación en control biológico ha evolucionado poco en los últimos 10 años. Estudios realizados en Costa Rica en los 90's permitieron seleccionar bacterias quitinolíticas, las que mostraron un buen potencial para el control de la Sigatoka negra, inclusive en condiciones de campo (González 1996a y 1996b, Miranda 1996). Más recientemente se ha intentado con formulaciones comerciales de *Bacillus subtilis* (Villalta y Guzmán 2006) con resultados poco satisfactorios, probablemente debidos a una baja capacidad de adaptación de este tipo de bacterias al filoplano (Blakeman y Fokkema 1982).

MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA EN PRODUCCIÓN ORGÁNICA

El manejo de esta enfermedad en producción orgánica se basa en las prácticas culturales, como la deshoja sanitaria y el manejo del riego, y en la utilización de aceite mineral de petróleo, permitido todavía en este tipo de explotación. Estas medidas pueden ser muy efectivas en zonas de producción con condiciones limitantes para el desarrollo de la Sigatoka negra, principalmente baja precipitación, que es una condición común en la mayoría de regiones de AL y el Caribe donde se produce banano orgánico. En el Ecuador, Jiménez *et al.* (2006) observaron reducción en los índices de infección de la Sigatoka negra con la aplicación de productos orgánicos líquidos elaborados en las haciendas. En República Dominicana se han utilizado fungicidas formulados a base de diferentes plantas, como extractos de *Matricaria* sp., *Annona muricata*, *Melaleuca alternifolia* y de semillas de cítricos (Jiménez 2006), pero se desconoce su eficacia en el control de la enfermedad y es probable que algunos de estos no tengan ningún efecto de control en condiciones de campo. A pesar de esto, se debe reconocer que en los extractos de plantas (fungicidas de origen vegetal) existe un potencial

casi ilimitado para la investigación y selección de sustancias promisorias, pero es necesario dedicar más recursos a la investigación en este campo.

PERSPECTIVAS DEL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA EN AMERICA LATINA

Indudablemente, el futuro del manejo de la Sigatoka negra se encuentra en la integración eficiente de las diferentes opciones de control (Manejo Integrado). El control cultural debe aceptarse y establecerse como una herramienta básica e indispensable y su implementación debe ser óptima y sistemática, ya sea para contribuir a mejorar el efecto del control químico o reducir la dependencia del mismo (o ambos). Los inductores de resistencia pueden jugar un rol importante, sobre todo en las zonas de producción donde el desarrollo de resistencia a fungicidas limite la efectividad del control químico, será también una manera de evitar la utilización de altas dosis de aceite mineral, cuya dependencia debe reducirse en atención a la crisis de petróleo que se evidencia a escala mundial.

Los científicos deberán orientar sus esfuerzos a la investigación en estrategias de manejo, que integren las diferentes herramientas y no al desarrollo y valoración aislado de una herramienta específica (por ejemplo el control químico). La sostenibilidad deberá ser una palabra clave en la búsqueda de soluciones renovables y de menor costo, caso de los aceites vegetales como alternativas al aceite mineral y de los fungicidas vegetales e inductores de resistencia como alternativas a los fungicidas sintéticos.

BIBLIOGRAFÍA

1. Araya, M., Guzmán, M. (2006). Efecto de la infección de *Radopholus similis* en las raíces sobre la severidad de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en plantas de banano (*Musa AAA*) cultivadas en macetas. In CORBANA – INIBAP - MUSALAC. Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. Resúmenes, Congreso Internacional, San José, Costa Rica, 21-23 de Marzo. pp. 28.
2. Belalcázar, S. (1991). El cultivo de plátano en trópico. Manual de Asistencia Técnica N° 50. ICA-CIID-Comité Departamental de Cafeteros del Quindío-INIBAP-LAC. 376 p.
3. Belalcázar, S.; Valencia, M.; Arcila, P. 1994a. Influencia de la defoliación sobre la producción de plátano clon Dominico-Hartón (*Musa AAB Simmonds*). Pp:525-534. In. Memorias X reunión ACORBAT reunión (M. Contreras, J. Guzmán, L. Carrasco eds.) Villahermosa, México.
4. Belalcázar, S.; Valencia, M.; Arcila, P. Cayón, G. 1994b. Efecto de la defoliación selectiva durante la floración sobre el llenado de los frutos del clon de plátano Dominico Hartón, *Musa AAB Simmonds*. Pp: 104-111. En Mejoramiento de la producción del cultivo del plátano (S. Belalcázar, O. Jaramillo, J. Valencia, M. Arcila, H. Mejía, H. García eds.). Segundo informe Técnico 1984-1994. Instituto Colombiano Agropecuario Armenia, Colombia.
5. Blanco, M.V. (1987). Relación de los factores climáticos con los niveles de esporulación e infección de *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis* en el cultivo de banano en la zona de Río Frío. Tesis Ing. Agr. Universidad de Costa Rica, San José, CR. 60 pp.
6. Blakeman, J.P. and Fokkema, N.J. (1982). Potential of biological control of plant diseases on the phylloplane. Annu. Rev. Phytopathol. 20:167-192.
7. Bureau, E. (1990). Adaptation d'un sistema d'avertissement a la lutte contre la Cercosporiose noire (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en plantations de banane plantain au Panamá. Fruits 45:329-338.
8. Bureau, E., Marín, D.H. y Guzmán J.A. (1992). El sistema de preaviso para el combate de la Sigatoka negra en banano y plátano. UPEB, Panamá.
9. Carlier, J., Fouré, E., Gauth, F., Jones, D.R., Lepoivre, P., Mourichon, X., Pasberg-Gauhl, C. and Romero, R.A. (2000). Black leaf streak. Pages 37-79 in: Diseases of Banana, Abacá and Enset. D.R. Jones. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK.
10. Cayón, S.G. and Bolaños, B.M.M. 1999. Efecto de la remoción de hojas sobre la distribución de elementos minerales en el racimo del clon Dominico Hartón (*Musa AAB Simmonds*). Infomusa 8(2): 30-32.
11. Corrales, O. y Marín, V.D. (1992). Modificación del sistema de preaviso biológico para el combate de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) para banano y plátano en Costa Rica. CORBANA 16(37):26-28.
12. Corrales, O., Knight, S. y Madrigal, A. (2002). Manejo de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) y el nematodo barrenador (*Radopholus similis* Cobb) en banano, usando el activador de resistencia Boost 50 SC dentro de un programa de fitoprotección basado en menos uso de agroquímicos. Pag. 143-147, in: Memorias XV Reunión ACORBAT, Cartagena de Indias, Colombia. 27 Oct.-2 Nov. 2002.
13. de Lapeyre de Bellaire, L., Ngando, J.E., Abadie, C., Carlier, J., Fouré, E. (2006). Evolución del control de la Sigatoka negra en las condiciones de las plantaciones de Camerún: cómo podemos enfrentar la emergencia de la resistencia a fungicidas?. In CORBANA – INIBAP - MUSALAC. Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. Resúmenes, Congreso Internacional, San José, Costa Rica, 21-23 de Marzo. pp. 40.
14. Delfel, N.E., Calpouzos, L. and Colberg, C. 1962. Measurements of Spray-Oil Volatility and its relation to Sigatoka fungus disease control and phytotoxicity on banana leaves. Phytopathology 52: 913-917.
15. FRAC (Fungicide Resistance Action Committee). (2006). Minutes of the 8th Banana Working Group. Orlando, FLA. 1-2 february 2006.

16. Gasparotto, L., Rezende, J.C. (2006). Estudios de la eficacia biológica de fungicidas para el combate de la Sigatoka negra y evaluación de métodos de aplicación de fungicidas en banano en la Amazonía Brasileña. In CORBANA – INIBAP - MUSALAC. Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. Resúmenes, Congreso Internacional, San José, Costa Rica, 21-23 de Marzo. pp. 50.
17. Gauhl, F. (1994). Epidemiology and Ecology of black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) on plantain and Banana (*Musa* spp.) in Costa Rica, Central America. INIBAP, Montpellier, France.
18. Gonzáles, P.M. y Jaramillo, R. (1979). Sigatoka negra. Enfermedad de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet var. *difformis* Mulder y Stover). ASBANA 3(10):3, 7-9.
19. González, M. (1987). Enfermedades del cultivo del banano. Oficina de Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. 98 p.
20. González, R., Bustamante, E., Shannon, O., Okumoto, S. y Leandro, G. (1996a). Selección de microorganismos quitinolíticos en el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano. Manejo Integrado de Plagas 40:6-11.
21. González, R., Bustamante, E., Shannon, O., Okumoto, S. y Leandro, G. (1996b). Evaluación de microorganismos quitinolíticos en el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano. Manejo Integrado de Plagas 40:12-16.
22. Guzmán, M. (2002). Situación de la Sigatoka negra en Costa Rica y opciones para el manejo de la enfermedad. Pp. 184-191. in: Memorias XV Reunión ACORBAT 2002. Asociación de Bananeros de Colombia AUGURA ed. Cartagena de Indias, 27 oct.- 2 Nov. 2002.
23. Guzmán, M. y Villalta, R. (2006). Aporte de la deshoja sanitaria y prácticas adicionales, en el control de la Sigatoka negra en banano (*Musa* AAA). In CORBANA – INIBAP - MUSALAC. Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. Resúmenes, Congreso Internacional, San José, Costa Rica, 21-23 de Marzo. pp.58.
24. Guzmán, M. y Romero, R.A. (1996a). Efecto de la aplicación de ceras y urea sobre la esporulación de la Sigatoka negra. Pages 63-65 in: Corporación Bananera Nacional, Informe Anual 1995. San José, Costa Rica.
25. Guzmán, M. y Romero, R.A. (1996b). Eficacia de cuatro dosis de aceite agrícola en el control de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano (*Musa* AAA). CORBANA 21(46):129-139.
26. Idalgo, M., Tapia, A., Rodríguez, W., Serrano, E. (2006). Efecto de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) sobre la fotosíntesis y transpiración foliar del banano (*Musa* AAA, cv. Valery). In CORBANA – INIBAP - MUSALAC. Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. Resúmenes, Congreso Internacional, San José, Costa Rica, 21-23 de Marzo. pp.30.
27. Israeli, Y., Shabi, E., Slabaugh, W.R. 1993. Effect of banana spray oil on banana yield in the absence of Sigatoka (*Mycosphaerella* sp). Scientia Horticulturae 56: 107-117.
28. Jiménez, M.I., Bermeo, J., Márquez, E., Cañarte, S., Encalada, J., Rodríguez, H., Ruiz, O., Ruiz, J., Swennen, R. (2006). Contribución al conocimiento entre la nutrición del banano (*Musa* AAA) y el desarrollo de *Mycosphaerella fijiensis*, agente causal de la Sigatoka negra. In CORBANA – INIBAP - MUSALAC. Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. Resúmenes, Congreso Internacional, San José, Costa Rica, 21-23 de Marzo. pp.60.
29. Jones, D.R. (2000). Diseases of Banana, Abacá and Enset. CABI Publishing, Wallingford, Oxon, UK. 544 p.
30. Jones 2003. The distribution and importance of *Mycosphaerella* leaf spot diseases of banana. Pages 25-41. In: *Mycosphaerella* leaf spot of diseases of bananas: present status and outlook. L. Jacome, P. Lepoivre, D. Marín, R. Ortiz, R. Romero and J.V. Escalant eds. Proceedings of the 2nd International Workshop of *Mycosphaerella* leaf spot diseases held in San José, Costa Rica, 20-23 May 2002. International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, France.
31. Laprade, S., Miranda, M. (2006). Mitigación del impacto ambiental causado por el combate químico de la Sigatoka negra en plantaciones de banano (*Musa* AAA) en Costa Rica. In CORBANA – INIBAP - MUSALAC. Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. Resúmenes, Congreso Internacional, San José, Costa Rica, 21-23 de Marzo. pp.22.
32. Madrigal, A., Rues, A. and Staechle-Csech, U. (1998). CGA 245704, a new plant activator to improve natural resistance of banana against black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*). Pages 266-274, in. Proceedings of the 8th ACORBAT Meeting. L.H. Arizago ed. Guayaquil, Ecuador, 23-27 November 1998.
33. Marín, D.H, Romero, R.A., Guzmán, M. and Sutton, T.B. 2003. Black Sigatoka: an increasing threat to banana cultivation. Plant Disease 87: 208-222.
34. Martínez, G., Hernández, J., Tremont, O., Pargas, R y Manzanilla, E. (2002). Evolución de la Sigatoka negra en Venezuela: 1997-2000. InfoMusa 11(1): 6-8.
35. Martínez, I. D., Villalta, R., Guzmán, M. (2006). Evaluación de la cera y el aceite de palma aceitera como coadyuvantes para los fungicidas sistémicos en el combate de la Sigatoka negra en banano (*Musa* AAA). In CORBANA – INIBAP - MUSALAC. Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. Resúmenes, Congreso Internacional, San José, Costa Rica, 21-23 de Marzo. pp.42.
36. Méndez, H.A. (1998). Efecto de seis niveles de nitrógeno y seis de potasio y sus interacciones sobre la incidencia y severidad de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en el cultivo de banano, clon Gran Enano (*Musa* AAA). Tesis Ing. Agr. Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos, CR. 60 pp.
37. Mulder, J.L. and Stover, R.H. (1976). *Mycosphaerella* species causing banana leaf spot. Transactions of the British Mycological Society 67: 77-82.
38. Orozco-Santos, M., Orozco-Romero, J., Farias-Larios, J. y Vásquez, V. (1996). Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) de bananos en el occidente de México. InfoMusa 5(1):23-24.
39. Orozco-Santos, M., Farias-Larios, J., Manzo-Sánchez, G. Guzmán-Gonzalez, S. (2001). La Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en México. InfoMusa 10(1):33-37.

40. Orozco-Santos, M., Orozco-Romero, J. (2006). Prácticas culturales para el manejo de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) en banano (*Musa AAA*). In CORBANA – INIBAP - MUSALAC. Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. Resúmenes, Congreso Internacional, San José, Costa Rica, 21-23 de Marzo. pp.56.
41. Pasberg-Gauhl, C., Gauhl, F. (2006). Epidemiología de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* morelet) e interacción hospedero-patógeno. In CORBANA – INIBAP - MUSALAC. Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. Resúmenes, Congreso Internacional, San José, Costa Rica, 21-23 de Marzo. pp.24.
42. Pérez, L., Álvarez, J.M., Pérez, M. (2003). Sigatoka negra causada por *Mycosphaerella fijiensis* Morelet en Cuba: impacto económico, resistencia de los clones y manejo de la enfermedad. *Fitosanidad* 7(1): 31-41.
43. Price, N.S. (1995). The origin and development of banana and plantain cultivation. Pages 1-13 in: Bananas and Plantains. S. Gowen ed. Chapman & Hall, London.
44. Riedhart, J.M. (1961). Influence of Petroleum oil on photosynthesis of banana leaves. *Tropical Agriculture* 38(1): 23-27.
45. Riveros, A.S. (2006). Inducción de resistencia contra patógenos foliares: opciones para el manejo de Sigatoka negra en banano y plátano. In CORBANA – INIBAP - MUSALAC. Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. Resúmenes, Congreso Internacional, San José, Costa Rica, 21-23 de Marzo. pp.36.
46. Riveros, A.S., Larco, E., Polanco, D., Rosales, E., Pocasangre, L.E. (2006). Evaluación preliminar de la aplicación foliar de lixiviados de compost y vermicompost sobre la Sigatoka negra en plátano (*Musa AAB*). In CORBANA – INIBAP - MUSALAC. Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. Resúmenes, Congreso Internacional, San José, Costa Rica, 21-23 de Marzo. pp.46.
47. Rodríguez, W., Segura, A., Guzmán, M., Martínez, I., Villalta, R. (2006). Aporte de la deshoja sanitaria y prácticas adicionales, en el control de la Sigatoka negra en banano (*Musa AAA*). In CORBANA – INIBAP - MUSALAC. Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. Resúmenes, Congreso Internacional, San José, Costa Rica, 21-23 de Marzo. pp.20.
48. Romero, C.R. (1986). Observaciones sobre la incidencia de Sigatoka negra (*M. fijiensis* var. *difformis*) en el cultivo del banano en la zona Atlántica de C.R. *ASBANA* 10(25):22-25.
49. Romero, R.A. and Sutton, T.B. (1997). Sensitivity of *Mycosphaerella fijiensis*, causal agent of black Sigatoka, to propiconazole. *Phytopathology* 87(1):96-100.
50. Romero, R.A. and Sutton, T.B. (1997). Characterization of benomyl resistance in *Mycosphaerella fijiensis*, cause of black Sigatoka of bananas, in Costa Rica. *Plant Disease* 82:931-934.
51. Romero, R.A., Guzmán, M. (2006). Efecto de la enfermedad de la Sigatoka negra en la producción y calidad. In CORBANA – INIBAP - MUSALAC. Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. Resúmenes, Congreso Internacional, San José, Costa Rica, 21-23 de Marzo. pp.58.
52. Sharrock, S. and Frison, E. 1999. *Musa* production around the world – Trend, varieties and regional importance. Focus paper No. 2. Pages 41-46 in: INIBAP Annual Report 1998. INIBAP, Montpellier, France.
53. Stover, R.H. (1972). Banana, Plantain and Abaca Diseases. Commonwealth Mycological Institute. Kew Surrey, UK. 316 p.
54. Stover, R.H. (1980). Sigatoka leaf spot of bananas and plantains. *Plant Diseases* 64: 750-756.
55. Stover, R.H. (1983). Effet du Cercospra noir sur les plantains en Amérique Centrale. *Fruits* 38: 326-329.
56. Stover, R.H. and Dickson, J.D. (1976). Banana leaf spot caused by *Mycosphaerella musicola* and *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*: A comparison of the first Central American epidemics. *FAO Plant Prot. Bull.* 24:36-42.
57. Vargas, A., Araya, M., Guzmán, M., Murillo, G. (2006). Efecto de la poda de hojas a la floración de la planta de banano (*Musa AAA*) sobre la severidad de la Sigatoka negra y la producción. In CORBANA – INIBAP - MUSALAC. Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. Resúmenes, Congreso Internacional, San José, Costa Rica, 21-23 de Marzo. pp.64.
58. Vawdrey, L., Lindsay, S., Peterson, R. and Grice, K. 2002. Comparing the effectiveness of oil formulations for control o yellow Sigatoka. *Bananatopics* 32: 18-19.
59. Wielemaker, F. (1990). Practical notes on black Sigatoka control. Pages 107-114 in: Sigatoka leaf spot diseases of bananas. R.A. Fullerton and R.H. Stover eds. INIBAP, Montpellier, France.
60. Villalta, R., Fournier, A., Guzmán, M. (2006). Esporulación de *Mycosphaerella fijiensis* en tejido foliar de banano depositado en el suelo y efecto anti-esporulante de la urea . In CORBANA – INIBAP - MUSALAC. Manejo de la Sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. Resúmenes, Congreso Internacional, San José, Costa Rica, 21-23 de Marzo. pp.26.

CARACTERIZACIÓN Y MANEJO DE LA RESISTENCIA A FUNGICIDAS EN *Mycosphaerella fijiensis* EN BANANOS

CHARACTERIZATION AND MANAGEMENT OF FUNGICIDE RESISTANCE IN *Mycosphaerella fijiensis* IN BANANAS

Ronald A. Romero

Director, Central Tropics Organization. Chiquita Brands. Parque Empresarial FORUM.
San José, Costa Rica. rromero@chiquita.com

SUMMARY

The development of fungicide resistance in *Mycosphaerella fijiensis*, the causal agent of black Sigatoka disease, has impacted significantly the levels of control of the disease in the fields in Central America and in many other countries in Latin America and the Caribbean. It has also increased dramatically the cost of its control due to the need to apply more cycles a year and the need to frequently use mixtures of fungicides. This paper presents a short overview of how resistance development to fungicides has occurred in bananas and emphasizes on studies conducted to characterize the fitness of isolates with less sensitivity to the demethylation inhibitors fungicides (DMI), benomyl, and to a less extent to strobilurins. Evolution of resistance to benomyl and DMIs in *M. fijiensis* has occurred in spite of a series of anti-resistance strategies such as the limitation of the total number of applications of the fungicide at risk, rotation of fungicides with different mode of action, the use of mixtures of fungicides, and the implementation of periods in which the fungicide at risk has not been used. The studies about fitness characterization of fungicide resistant subpopulations of *M. fijiensis* indicate no evidence for a reduced fitness associated with the acquisition of resistance to benomyl, propiconazole and even to strobilurins. A review of currently recommended anti-resistance strategies for black Sigatoka control is carried out and their specific role in the process of selection for resistance is highlighted. Additionally, those strategies that have value for managing populations of *M. fijiensis* with already a significant shift in sensitivity compared to base line populations are discussed in this paper.

Keywords: banana disease, black Sigatoka, fungicide resistance.

INTRODUCCIÓN

En los cultivos agrícolas afectados por enfermedades causadas por hongos se requieren de medidas de control orientadas a mantener las poblaciones de estos en niveles aceptablemente bajos, lo cual en la mayoría de los casos se logra con la utilización de productos fungicidas. Esto es particularmente claro en aquellos cultivos que tienen un alto valor económico. Es común que se realicen varias aplicaciones de un mismo tipo de fungicida durante el crecimiento del cultivo, lo cual produce una presión de selección para que en la población del hongo objeto del control se establezcan las condiciones necesarias para la evolución de resistencia a ese fungicida.

Hay varios factores que al final determinan si la población del patógeno es capaz de desarrollar resistencia en forma exitosa de tal forma que pueda burlar los efectos del fungicida. El primer factor es la existencia de una apropiada variabilidad genética, es decir, la existencia de genes que pueden conferir la expresión fenotípica de la resistencia a la población del hongo bajo tratamiento; el segundo factor es la relativa competitividad de la subpoblación de las cepas resistentes en comparación con la subpoblación de las sensibles. La competitividad en este caso se refiere a la capacidad de las formas menos sensibles al fungicida en cuestión, de sobrevivir en la población en ausencia del químico y a su capacidad de reproducirse a una tasa comparable a la del resto de la población. Si esta capacidad de sobrevivir en la población es afectada con la adquisición de la resistencia, entonces la frecuencia de individuos resistentes se incrementará durante la exposición al fungicida, pero se reducirá rápidamente cuando el fungicida no se utilice. Un tercer factor de igual importancia es el tipo de fungicida empleado. Varios hongos fitopatógenos han mostrado grados de resistencia y competitividad de las cepas resistentes muy similares ante fungicidas específicos, lo cual está determinado por el mecanismo de resistencia, de allí que desde hace muchos años existe una clasificación de los fungicidas sobre esta base (Georgopoulos, S. E. 1987).

Así, existen poblaciones de hongos fitopatógenos que han demostrado la capacidad de burlar enteramente la acción tóxica del fungicida, mientras que para otros fungicidas no existen datos que confirmen el desarrollo de resistencia en varias especies de hongos. Numerosos ejemplos existen también en la literatura, sobre fungicidas que han desarrollado niveles de resistencia intermedia en las poblaciones de hongos sobre los que se han utilizado. En este artículo, se mencionan adelante algunos ejemplos de cada caso que han ocurrido en *Mycosphaerella fijiensis*, agente causal de la Sigatoka negra del banano y cuáles han sido las implicaciones en la evolución del control de la enfermedad.

EL DESARROLLO DE RESISTENCIA A FUNGICIDAS EN *MYCOSPHAERELLA FIJIIENSIS* EN BANANOS

El primer reporte de resistencia de *M. fijiensis* a los fungicidas benzimidazoles se dio en Honduras en 1977 (Stover, R.H. 1977). En los inicios de la década de los ochenta, la enfermedad de la Sigatoka negra se había distribuido a la totalidad de los países de Centro América y Panamá, donde las aplicaciones de benomil fueron muy importantes para el control adecuado de la Sigatoka negra. Hacia el final de la época de los ochentas, la industria bananera tenía dentro del arsenal de fungicidas para control de la enfermedad tres fungicidas de acción sistémica y con modos de acción diferente, benomil, tridemorph y propiconazole, los cuales se alternaban en los programas de control con un promedio de alrededor de seis aplicaciones de cada uno por año. Entre los años 1991 y 1992, se comenzaron a notar niveles insatisfactorios de control de la enfermedad de la Sigatoka negra en varias fincas en Costa Rica y varios resultados a nivel de laboratorio indicaban un incremento en los niveles de cepas resistentes al benomil, lo que condujo a la eliminación de este fungicida de los programas de control de la Sigatoka negra en Costa Rica, y en forma paralela en otros países de Centro América y México (Marin et. al., 2003).

Un cambio significativo en la sensibilidad de *M. fijiensis* al propiconazole se detectó en dos áreas bananeras en Costa Rica en un estudio efectuado en 1994 (Romero, R. A. y Sutton, T.B. 1997). Este cambio en la sensibilidad al propiconazole estaba también claramente asociado con niveles pobres de control a nivel de campo.

A diferencia de los otros fungicidas de modo de acción específica, los cambios de sensibilidad de *M. fijiensis* al tridemorph no han sido tan drásticos y, sobre todo, no se ha podido hacer una conexión directa entre la disminución de la sensibilidad y las pérdidas de control a nivel de campo. No obstante, en forma consistente se observan niveles de sensibilidad reducidos en las poblaciones de *M. fijiensis* que han estado expuestas por muchos años a la presión de selección de este fungicida.

Los fungicidas del grupo de las strobilurinas se introdujeron en el control de la Sigatoka negra en 1998. A finales del año 2000 había suficientes pruebas de un importante cambio en la sensibilidad de *M. fijiensis* a este grupo de fungicidas, principalmente al azoxistrobyn, que fue el primer compuesto en entrar al mercado. Poco tiempo después, se confirmó la presencia de la mutación G143A en poblaciones de *M. fijiensis* de fincas bananeras de Costa Rica (Marin et. al., 2003). Esta mutación confiere altos niveles de resistencia a las strobilurinas, tal como se ha confirmado en varios hongos fitopatógenos (Ishii, et. al, 2001).

En este momento se puede afirmar que, salvo algunas excepciones, la mayor parte de las poblaciones de *M. fijiensis* de las bananeras de Centro América y Panamá presentan niveles relativamente altos de resistencia a los fungicidas benzimidazoles, triazoles y estrobilurinas (Anónimo, 2006. FRAC Banana Working Group Report. <http://www.frac.info/frac/index.htm>), y niveles ligeramente reducidos y fluctuantes de sensibilidad al tridemorph.

CARACTERIZACIÓN DE LAS POBLACIONES DE CEPAS DE *M. FIJIIENSIS* RESISTENTES A FUNGICIDAS EN BANANOS

En el proceso de selección o desarrollo de resistencia a fungicidas se distinguen tres componentes. El primero es de magnitud, relacionado con la tasa a la cual el cambio ocurre. Usualmente, este la velocidad del cambio se afecta por el grado de competitividad o adaptabilidad ("fitness") de la subpoblación resistente en ausencia del fungicida. Si la competitividad es alta, la selección va a proceder rápidamente y la proporción de esta subpoblación será elevada. El segundo componente es la duración de la selección, o el tiempo que tarda el patógeno en completar su ciclo y el número de aplicaciones de fungicida que se utilizan en su control. Entre más corto el ciclo entre generaciones y mayor la frecuencia de los ciclos de fungicidas utilizados en el control, mayor es el riesgo de desarrollo de resistencia. El último componente es el espacial, que podría tener dos dimensiones, una relacionada con el tamaño de la población del hongo donde se ejerce la selección y, la otra, relacionada con la amplitud de la utilización del fungicida (Skylakakis, G. 1987).

Varios estudios se desarrollaron con el objetivo de caracterizar las cepas de *M. fijiensis* resistentes a los triazoles en aspectos como su patogenicidad y habilidad de producir conidios en cultivo *in vitro*, que sirvieran como indicadores de la aptitud o competitividad ("fitness") con respecto a las cepas silvestres o sensibles a los triazoles, de tal forma que el conocimiento derivado de estas características pudiera utilizarse para un manejo del control de la enfermedad que redujera los riesgos, o bien que retardara el desarrollo de la resistencia, o en el caso donde esta ya estaba presente, que permitiera el desarrollo de estrategias de manejo más eficaces.

El cuadro 1 muestra los resultados de inoculaciones efectuadas con suspensiones conidiales sobre la variedad Gran Enano, donde se observa que no existieron diferencias estadísticas significativas en el porcentaje de tejido foliar enfermo entre aislamientos de *M. fijiensis* con diferentes niveles de resistencia al fungicida propiconazole, aunque ciertamente los aislamientos con el nivel de resistencia promedio más alto produjeron menor porcentaje de área foliar enferma. Por su parte, los aislamientos con sensibilidad intermedia y alta al propiconazole mostraron niveles de enfermedad muy similares.

Cuadro 1. Diferencias en agresividad entre aislamientos de campo de *M. fijiensis* con diferentes grados de sensibilidad al propiconazole en plantas de banano Gran Enano inoculadas a nivel de invernadero (los datos son promedios de diez aislamientos por clase de sensibilidad)

Sensibilidad al propiconazole	% hoja enferma
Alta (Media EC ₅₀ : 0.0139)	51.8 ns
Intermedia (Media EC ₅₀ : 0.0704)	50.14
Baja (Media EC ₅₀ : 0.1415)	39.63

% of hoja enferma a los 35 días después de la inoculación

**Valores de EC₅₀ corresponden a µgml⁻¹

ns = no significativo

Con respecto a la capacidad de producción de conidios a nivel *in vitro*, tampoco se encontraron diferencias significativas entre aislamientos con diferentes grados de sensibilidad al propiconazole en ninguna de las dos pruebas efectuadas, Cuadros 2 y 3.

Cuadro 2. Esporulación conidial *in vitro* de aislamientos de *M. fijiensis* con diferentes niveles de sensibilidad al fungicida propiconazole. Los valores son promedios de ocho aislamientos y se expresan por mililitro por colonia.

Sensibilidad al propiconazole	Numero de conidios
Alta (media de EC ₅₀ : 0.0158)	9 523.0 ^{ns}
Intermedia (media de EC ₅₀ : 0.0665)	12 903.6
Baja (media de EC ₅₀ : 0.2467)	8 353.7

Valores de EC₅₀ en µgml⁻¹

^{ns} = no significativo (P>0.4443)

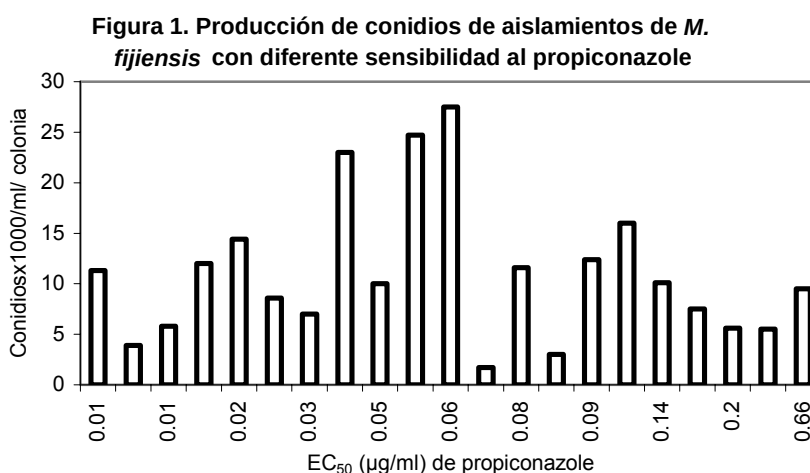
Cuadro 3. Resultados de una segunda evaluación de la esporulación conidial *in vitro* de un grupo diferente de aislamientos de *M. fijiensis* con diferentes niveles de sensibilidad al fungicida propiconazole, colectados en el campo de Enero a Junio de 1998.

Sensibilidad al propiconazole	Numero de aislamientos evaluados	Numero de conidios* (promedio)
Alta (media de EC ₅₀ = 0.0178)	13	10 750
Intermedia (media EC ₅₀ = 0.0570)	4	6 159.5
Baja (media de EC ₅₀ = 0.1771)	9	11 860.3

*Los valores son promedios de cada uno del número de aislamientos respectivo dentro de cada nivel de sensibilidad. De cada aislamiento individual el número de conidios se contó en cinco colonias o repeticiones y se expresan como número de conidios por mililitro por colonia.

**EC₅₀ son en µgml⁻¹

Los resultados anteriores muestran que no existe una aparente pérdida de competitividad de los aislamientos resistentes al propiconazole comparado con los aislamientos sensibles. Más aún, si se analiza el número de conidios producidos por cada aislamiento individual de acuerdo con su EC_{50} , Figura 1, notamos que efectivamente no existe una correlación entre el nivel de resistencia al propiconazole y la capacidad del aislamiento para producir conidios en cultivo. Tanto los aislamientos con un EC_{50} bajo como aquellos con un EC_{50} alto produjeron valores relativamente bajos de conidios. Se observa una variación alta en la producción de conidios entre aislamientos, la cual puede estar asociada a la variación natural de la población.



Otro componente que se estudió fue la capacidad de aislamientos de *M. fijiensis* con diferentes grados de sensibilidad al propiconazole de cruzarse en inoculaciones pareadas en hojas de banano Gran Enano en el invernadero y de generar progenies viales. Las progenies resultantes de estos cruzamientos se descargaron sobre platos de Petri, y se hicieron aislamientos monoascospóricos de las mismas, a cada uno de los cuales se le midió el grado de sensibilidad también al propiconazole, por medio de la determinación de la concentración efectiva media, o EC_{50} . El Cuadro 4 contiene un resumen de los resultados obtenidos. En general, una alta proporción de cruzamientos entre aislamientos con diferente sensibilidad al propiconazole fueron exitosos y produjeron progenies, aunque las variaciones en el número de progenies a las que se les determinó el EC_{50} es muy variable debido a la incapacidad de algunas de crecer en el medio de cultivo, sin que pudiera esto asociarse con algún cruzamiento en particular ni al nivel de sensibilidad de los progenitores.

Cuadro 4. Sensibilidad al propiconazole de progenies de *M. fijiensis* producto de cruzamientos de progenitores con diferentes grados de sensibilidad al propiconazole efectuados en hojas de bananos inoculadas en invernadero.

Tipo de cruzamiento * (con el EC_{50} promedio de cada grupo de progenitores en paréntesis)	Número de cruzamientos	EC_{50} promedio (en paréntesis el número de individuos de las progenies evaluados)	Desviación estándar
R (0.1067) x I (0.0574)	4	0.0526 (13)	0.0141
R (0.1761) x S (0.0133)	18	0.0544 (154)	0.0256
R (0.1286) x R (0.2507)	4	0.0889 (56)	0.0405
S (0.0159) x I (0.0588)	4	0.0347 (24)	0.0033

*R= resistente con $EC_{50} > 0.0800 \mu\text{gml}^{-1}$

I = Intermedio con EC_{50} entre 0.0400 y $0.0700 \mu\text{gml}^{-1}$

S= sensible con $EC_{50} < 0.0250 \mu\text{gml}^{-1}$

En general, los cruces en que se utilizaron aislamientos resistentes al propiconazole contra aislamientos sensibles, según las definiciones descritas al pie del Cuadro 4, produjeron progenies con valores de EC_{50} intermedios entre los EC_{50} de sus líneas parentales. Cuando se cruzaron aislamientos resistentes con EC_{50} altas con aislamientos con EC_{50} intermedias, el promedio de la

progenie fue apenas inferior a la media del progenitor con EC_{50} intermedia, pero significativamente menor al valor EC_{50} del progenitor resistente (con un alto EC_{50} al propiconazole). Más interesante es observar que aun el cruzamiento donde ambos progenitores tenían altos valores de EC_{50} generan progenies con un promedio de EC_{50} inferior a cualquiera de los EC_{50} de los progenitores. Estos resultados parecen indicar que hay una tendencia en la población hacia niveles de resistencia de EC_{50} intermedios respecto a los rangos definidos en este estudio, cercanos a $0.05 \mu gml^{-1}$. Se requiere de más investigación para confirmar estos resultados y para entender el mecanismo por el cual esto podría estar ocurriendo. Sin embargo, si efectivamente las poblaciones de *M. fijiensis* tendieran a un equilibrio hacia valores de resistencia intermedios, esto podría tener implicaciones importantes en la práctica del control de la enfermedad con el uso de este tipo de fungicidas, ya que la resistencia a los DMI es dependiente de la dosis utilizada, como se describirá más adelante en las estrategias de manejo de resistencia a fungicidas en el control de la Sigatoka negra.

Los resultados que muestran que no existen diferencias en la competitividad entre aislamientos resistentes y aislamientos sensibles al propiconazole, pueden ayudar a explicar la alta frecuencia de individuos resistentes al propiconazole (y a otros triazoles, a causa de que existe resistencia cruzada entre estos fungicidas) que prevalecen en las poblaciones de *M. fijiensis* en bananos en Costa Rica y en muchos otros países en Centro América.

En estudios similares de caracterización de la resistencia de *M. fijiensis* al benomil (Romero, R.A. y Sutton, T. B., 1998) reportaron una permanencia de una alta frecuencia de individuos resistentes al benomil en las poblaciones de *M. fijiensis* tres años después de haber retirado el fungicida de los programas de control. Estudios subsecuentes demostraron que no existían diferencias en la agresividad entre las cepas resistentes y sensibles al benomil, cuando se inocularon en plantas de banano. Ambos resultados indican que es muy posible que la adquisición de resistencia a los benzimidazoles en *M. fijiensis* tampoco conlleve a una pérdida de la habilidad competitiva, o bien que el proceso de adaptación y ganancia de aptitud de la población resistente ocurra relativamente rápido, en apenas unos años, bajo la presión de selección del fungicida.

En Costa Rica, en poblaciones de campo de *M. fijiensis*, sometidas a un control comercial de la enfermedad de la Sigatoka negra por varios años, se han detectado frecuencias relativamente altas de individuos con resistencia a ambos fungicidas, propiconazole y benomil, a pesar de que el benomil fuera retirado de los programas de control de estas fincas cuatro años atrás. La proporción de individuos resistentes a la dosis discriminadora de $5 \mu gml^{-1}$ de benomil osciló entre 64.9 y 66.7% en poblaciones cuyos EC_{50} promedio al propiconazole oscilaron entre 0.0633 y $0.0970 \mu gml^{-1}$, mientras que en poblaciones sin historial de uso de fungicidas la proporción de resistencia al benomil osciló entre 0 y 3.4%, y los EC_{50} promedio al propiconazole en estas mismas poblaciones estuvieron entre 0.0039 y $0.0057 \mu gml^{-1}$.

Al igual que con los benzimidazoles, la selección de resistencia a los fungicidas del grupo de las strobilurinas es de tipo cualitativo, es decir, la selección causada por el fungicida produce dos subpoblaciones del hongo claramente distintas que no se traslapan: una subpoblación sensible y otra resistente al fungicida. Si la dosis de aplicación del fungicida es tal que una población es sensible mientras que la otra es resistente, la selección causada por el uso del fungicida cambiará la frecuencia relativa de estas distribuciones (Skylakakis, G., 1987). El modelo que prevalece para explicar la selección de poblaciones de hongos fitopatógenos resistentes a fungicidas, considera la existencia, antes de la introducción de un nuevo fungicida, de mutaciones raras y al azar de fenotipos resistentes en la población del patógeno. Estos mutantes raros ganan competitividad bajo la presión de selección del nuevo fungicida y son seleccionados hasta alcanzar frecuencias a las cuales el control de la enfermedad de la población completa se vuelve insatisfactorio (Avila-Adame, C. y Köller, W. 2003).

Existen varios ejemplos de resistencia práctica a las strobilurinas que se desarrolló después de relativamente pocas aplicaciones del fungicida, tal como en moho polvoso y moho veloso en pepinos (Ishii, H., et. al. 2001) y *Erysiphe graminis* fsp *tritici* en trigo (Sierotzki, H. et. al., 2001) y en forma similar en *M. fijiensis* en bananos. Estos casos de altos y rápidos niveles de resistencia a las strobilurinas están asociados con la presencia de la mutación G143A en el citocromo b (Sierotzki, H. et. al., 2000) la cual parece que no conlleva una pérdida de la competitividad de los aislamientos resistentes.

PREVENCIÓN Y MANEJO DE RESISTENCIA A FUNGICIDAS EN EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA DEL BANANO

Las estrategias para prevenir y manejar la resistencia a fungicidas deben considerar varios factores: 1) el tipo de selección de resistencia, ya sea de tipo cualitativo, por ejemplo con los

fungicidas benzimidazoles o strobilurinas, o de tipo cuantitativo como en el caso de los inhibidores de ergosterol o, más específicamente, los del grupo de los inhibidores de la dimetilación, comúnmente conocidos en la literatura científica como DMIs; 2) los componentes del proceso de selección citados anteriormente en este artículo: magnitud, duración y espacio; 3) la epidemiología de la enfermedad y, 4) el modo de acción de los fungicidas y las posibilidades de alternar, mezclar y utilizar diferentes dosis de los mismos y modos de acción.

Varias estrategias para demorar el desarrollo de resistencia y para lograr un control aceptable de la Sigatoka negra en poblaciones con resistencia a fungicidas han sido desarrolladas y son de conocimiento público por medio del Grupo de Trabajo de Banano del Fungicide Resistance Action Comité (Anónimo, 2006. FRAC Banana Working Group Report. <http://www.frac.info/frac/index.htm>). No obstante, es necesario analizar algunas de estas recomendaciones y experiencias de estudios en otros cultivos con otros patógenos que tienen mucha similitud con *M. fijiensis*, que pueden ayudar a derivar programas de control de mayor efectividad.

a. Periodos libres o limitación del número de aplicaciones del fungicida en riesgo

La utilización de un periodo libre tiene la finalidad de disminuir la tasa a la cual la selección de poblaciones resistentes ocurre hasta alcanzar niveles que comprometen el control comercial de la enfermedad. El principio por el cual un periodo libre de uso del fungicida en riesgo debería funcionar está asociado con la presunción de que la adquisición de resistencia por parte del patógeno conlleva una menor competitividad o adaptabilidad en ausencia de la presión de selección, por lo que al retirar temporalmente el fungicida de los programas de control, la proporción de la población menos sensible debería disminuir significativamente. También, los periodos libres de uso de fungicidas en el control de la Sigatoka negra del banano tienen como objetivo reducir el tiempo de la presión de selección. Sin embargo, la duración del proceso de selección a través de varios años de uso del fungicida, aun con la utilización de un periodo libre cada año, puede ser tan alta, que la utilidad práctica del periodo libre para demorar el desarrollo de la resistencia sea de magnitud despreciable. Por ejemplo, si el fungicida en riesgo se utiliza durante 8 o 9 meses al año, como ha ocurrido en el control de la Sigatoka negra en América Central, lo que usualmente coincide con los meses donde la enfermedad se desarrolla más aceleradamente, es muy posible que la presión de selección en ese periodo proceda en forma acelerada incrementando así en forma significativa la subpoblación menos sensible, que además puede sobrevivir en frecuencias importantes hasta que comience de nuevo el periodo de aplicaciones de fungicidas y así reiniciar el proceso de selección.

Para que un periodo libre cumpla la función de demorar el desarrollo de resistencia, es importante que se inicie desde la introducción del fungicida en riesgo en los programas de control de la enfermedad, y los periodos libres deberían ser lo suficientemente prolongados -lo cual no siempre es factible por la ausencia de otros fungicidas igualmente efectivos- para limitar la tasa de selección de las cepas menos sensibles. Es claro que, entre menor sea el número de aplicaciones de un fungicida en riesgo, la probabilidad de seleccionar aislamientos menos sensibles es también menor, aunque esto parece tener más relevancia con los fungicidas del tipo DMIs que con otros grupos como las strobilurinas.

En un estudio en Costa Rica donde se examinó el efecto de periodos libres desde 3 hasta 6 meses por año en fincas con un historial amplio de uso de triazoles y con poblaciones de *M. fijiensis* con marcada pérdida de sensibilización a los triazoles, no se encontraron diferencias en los niveles de sensibilidad de las poblaciones de *M. fijiensis* al fungicida propiconazole a consecuencia de la utilización de periodos libres (Cuadro 5).

Cuadro 5. Efecto de tres periodos libres de utilización de fungicidas DMI sobre la sensibilidad de *Mycosphaerella fijiensis* en bananos en Costa Rica, durante tres años consecutivos.

EC ₅₀ (µgml ⁻¹) para propiconazole de acuerdo con la inhibición del desarrollo del diámetro de colonias en platos de Petri con fungicida						
Fecha de muestreo	6 meses	3 meses	0 meses	Lsd	SC Población testigo (no tratada)	PZ Población testigo (no tratada)
Nov. 95	0.0875	0.0704	0.0609	0.0160	0.0063	0.0037
Mayo 96	0.0571	0.0581	0.0460	0.0104	0.0039	0.0043
Nov. 96	0.0899	0.1307	0.1429	0.0545	0.0204	0.0174
Mayo 97	0.0633	0.0970	0.0888	0.0458	0.0039	0.0057

Una posible explicación a la ausencia de efecto de los periodos libres de triazoles del Cuadro 5 puede estar asociada al influjo de aislamientos de *M. fijiensis* menos sensibles a los triazoles desde fincas bananeras aledañas a las fincas bajo estudio, que fueron tratadas regularmente con los fungicidas DMIs. Estas fincas vecinas en general presentaban poblaciones menos sensibles a los DMIs. Además, hay que considerar los resultados mostrados anteriormente en este artículo, donde no se encontraron diferencias en la competitividad ("fitness") en los aislamientos resistentes a los DMIs, lo cual hace que permanezcan en la población aun en la ausencia de la presión de selección del fungicida.

En regiones donde no hayan indicaciones de un cambio de sensibilidad a los DMIs, o donde este tipo de fungicidas apenas se estén introduciendo, los periodos libres de DMI pueden tener valor en demorar la selección de resistencia, como se señaló anteriormente, ya que, a diferencia de estas situaciones, la poblaciones de *M. fijiensis* sujetas a este estudio estaba formada por una alta frecuencia de aislamientos con una marcada pérdida de sensibilidad a los triazoles, probablemente ya fijados en la población por su marcada capacidad de competir con los individuos sensibles, tal como lo demuestran los resultados de los cuadros del 1 al 4.

b. Alternancia de fungicidas con diferente modo de acción

Al igual que los periodos libres, la alternancia de fungicidas de diferente modo de acción es una táctica recomendada para demorar el desarrollo de resistencia. Sin embargo, la experiencia práctica en el control de *M. fijiensis* en América Central siempre resultó en niveles de resistencia altos, tanto al benomil como a los triazoles, y una alta proporción de individuos con resistencia doble a estos fungicidas, después de aproximadamente cuatro o cinco años de su empleo a gran escala. No obstante, no es posible con base en estos resultados deducir que la estrategia de alternar fungicidas no tiene un impacto en demorar el desarrollo de resistencia a fungicidas. Lo que sí es claro es que un programa de alternancia de fungicidas sistémicos, tales como benomil, tridemorph y propiconazole, aun teniendo diferentes modos de acción, no aseguran una prevención del desarrollo de resistencia a ninguno de los fungicidas en particular, ya que los procesos de selección de resistencia proceden en forma individual e independiente en la población, es decir, la aplicación de propiconazole sobre una población de *M. fijiensis* bajo el proceso de selección de resistencia al benomil afecta indiscriminadamente, tanto a la subpoblación resistente al benomil como a la sensible, lo cual no ejerce ningún cambio en las frecuencias de individuos resistentes/sensibles a este fungicida. Lo mismo puede decirse del benomil respecto a las subpoblaciones resistentes y sensibles al propiconazole.

c. Uso de la dosis completa

En contraste con otros fungicidas como el benomil y las strobilurinas, la respuesta de aislamientos resistentes a los DMIs es dependiente de la dosis, por lo que un principio básico de prevención de resistencia es evitar el uso de dosis bajas para maximizar el control de aquellos aislamientos que resistirían esas dosis bajas del fungicida DMI y que, por lo tanto, serían seleccionados más rápidamente (Köller, W. y Wilcox, W. F. 1999).

d. Uso de mezclas de fungicidas

El uso de mezclas de fungicidas es una táctica dirigida al manejo de poblaciones que ya tienen niveles de resistencia importantes que pueden afectar el nivel de control de la enfermedad.

Cuando se utiliza una mezcla para el control de una enfermedad se busca que haya algún tipo de interacción entre sus componentes, ya sea un efecto aditivo o uno sinérgico. La fórmula de Ritcher (1987) para determinar el tipo de interacción puede ser útil, tal como se ha empleado en el control de la roña de la manzana (Köller, W. y Wilcox, W. F. 1999):

$$\text{Exp} = X + Y - \frac{XY}{100} \text{ donde,}$$

- Exp es el porcentaje de control esperado por efectos aditivos de los dos componentes probados en la mezcla
- X y Y son los porcentajes de control obtenidos por cada uno de los componentes en forma independiente

Existe sinergismo si el porcentaje de control observado (Obs) es mayor que el esperado (Exp) con el efecto aditivo. Si el control observado es menor que el esperado, entonces la interacción es de tipo antagonista. La mayor parte de las mezclas que se utilizan comúnmente en el control de la Sigatoka negra tienen efectos aditivos, especialmente aquellas compuestas por un fungicida sistémico, por ejemplo, un triazole con un mancozeb. Bajo ninguna circunstancia se debe reducir la dosis del fungicida en riesgo en una mezcla, a no ser que se haya determinado una interacción sinérgica de sus componentes.

En el control de *Venturia inaequalis* en manzanas, se ha demostrado que en una mezcla de mancozeb con un triazole, la velocidad a la cual se seleccionan los aislamientos resistentes al triazole está directamente ligada a la dosis del triazole que estos aislamientos encuentran mientras que el mancozeb no tiene ningún impacto (Köller, W. y Wilcox, W. F. 1999). Esto está muy ligado a la separación espacial de la actividad del triazole (acción de post infección dentro de la hoja) con respecto al mancozeb (acción protectora en la superficie de la hoja).

Conforme la subpoblación resistente al fungicida en riesgo utilizado en la mezcla se incrementa en la población, la contribución del mancozeb en la mezcla se vuelve más relevante. Y puede ser necesario revisar dosis del fungicida protector dentro de la mezcla. En el caso de los fungicidas como el benomil y las strobilurinas, cuando las poblaciones resistentes alcanzan niveles muy elevados hay que verificar si el efecto logrado con la mezcla es básicamente conferido por el mancozeb, lo cual es altamente probable.

Los fungicidas DMI continúan siendo un componente importante del control de la Sigatoka negra, aun en poblaciones con un cambio significativo en la sensibilidad del patógeno. La razón principal es que, como ya se señaló, la sensibilidad de los aislamientos menos sensibles es dependiente de la dosis. Esto, acompañado del uso de mezclas, es lo que en buena parte ha permitido lograr un control aceptable de la Sigatoka negra con los fungicidas DMI en poblaciones con frecuencias altas de individuos menos sensibles.

e. Prácticas agrícolas de manejo de la Sigatoka negra

Las acciones de manejo de la Sigatoka negra que reduzcan los niveles de inóculo son fundamentales para lograr un control aceptable de la Sigatoka negra en poblaciones con niveles elevados de aislamientos resistentes. Esencialmente, se pueden tener frecuencias relativamente altas de individuos resistentes en la población, pero si la población total se mantiene reducida a través de las prácticas agrícolas, se puede lograr un control exitoso de la Sigatoka negra. Las prácticas agrícolas que ayudan al control de la Sigatoka negra son bien conocidas e incluyen un buen sistema de drenaje y en general la reducción del exceso de humedad de la finca, una fertilización balanceada, la deshoja y la eliminación de tejido necrótico tan pronto como se desarrolle, para reducir el tamaño absoluto de la población (inóculo) del patógeno.

RECONOCIMIENTO

El autor desea reconocer la gran contribución de Alexander Jiménez, Randall Vargas y Mauricio Guzmán en la ejecución de los estudios de caracterización de aislamientos resistentes al propiconazole, trabajo que fue financiado con aportes del Banana Improvement Project del Grupo Intergubernamental del Banano y el Banco Mundial y por la Corporación Bananera Nacional (CORBANA).

LITERATURA CITADA

1. Avila-Adame, C. y Köller, W. 2003. Characterization of spontaneous mutants of *Magnaporthe grisea* expressing stable resistance to the Qo-inhibiting fungicide azoxystrobin. *Curr Genet* 42:332-338
2. Georgopoulos, S.E. 1987. The development of fungicide resistance. Páginas 239-251 en Wolfe, M.S. and Caten, E.C. editores. *Populations of Plant Pathogens: their Dynamics and Genetics*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
3. Ishii, H. et. al. 2001. Occurrence and molecular characterization of strobilurin resistance in cucumber powdery and downy mildew. *Phytopathology* 91:1166-1171
3. Köller, W. y Wilcox, W. F. 1999. Evaluation of Tactics for Managing Resistance of *Venturia inaequalis* to Sterol Demethylation Inhibitors. *Plant Dis* 83:857-863.
4. Marin, D. H., Romero, R. A., Guzmán, M. y Sutton, T.B., 2003. Black Sigatoka: an increasing threat to banana cultivation. *Plant Disease* 87: 208-222.
5. Romero, R. A. y Sutton, T. B. 1997. Sensitivity of *Mycosphaerella fijiensis*, causal agent of black Sigatoka of banana, to propiconazole. *Phytopathology* 87:96-100.
6. Romero, R. A. y Sutton, T. B. 1998. Characterization of benomyl resistance in *Mycosphaerella fijiensis*, cause of black Sigatoka of banana, in Costa Rica. *Plant Dis.* 82:931-934
7. Sierotzki, H., Parisi, S., Steinfeld, U., Tenzer, I., Poirey, S., and Gisi, U. 2000. Mode of resistance to respiration inhibitors at the cytochrome bc₁ enzyme complex of *Mycosphaerella fijiensis* field isolates. *Pest Manag. Sci.* 56:833-841
8. Sierotzki, H., Wullschlegel, J., and Gisi, U. 2001. Point mutation in cytochrome b gene conferring resistance to strobilurin fungicides in *Erysiphe graminis* f sp *tritici* field isolates. *Pestic Biochem Physiol* 68:107-112
9. Skylakakis, G. 1987. Changes in the composition of pathogen populations caused by resistance to fungicides. Páginas 227-237 en Wolfe, M.S. and Caten, E.C. editores. *Populations of Plant Pathogens: their Dynamics and Genetics*. Blackwell Scientific Publications, Oxford.
10. Stover, R.H. 1977. Behaviour of benomyl tolerant strains of the black Sigatoka pathogen in the field. *Proc Am. Phytopathol. Soc.* 4:180-181.

MANEJO SUSTENTABLE DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) EN BANANO: CONOCIMIENTO DEL PATOSISTEMA, PRÁCTICAS CULTURALES Y CONTROL QUÍMICO

SUSTAINABLE MANAGEMENT OF BLACK SIGATOKA (*Mycosphaerella fijiensis*) IN BANANA: KNOWLEDGE OF THE PATHOSYSTEM, CULTURAL PRACTICES AND CHEMICAL CONTROL

Mario Orozco-Santos & José Orozco-Romero

Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Campo Experimental Tecomán. Apartado postal 88.
Km. 35 Carretera Colima-Manzanillo. Tecomán, Colima, México 28100. Correspondencia: orozco.mario@inifap.gob.mx y
orozco.jose@inifap.gob.mx

RESUMEN

La sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) es el principal problema fitosanitario que afecta la producción de banano en México. Su combate debe estar fundamentado en un programa de manejo integrado que contemple: un sistema de muestreo que permita conocer el estado fitosanitario de la plantación, el conocimiento de los componentes del patosistema (hospedero, patógeno, clima y el hombre) y el uso de los diferentes métodos de control. El uso de fungicidas es una herramienta indispensable en el combate de la enfermedad; sin embargo, el control químico debe apoyarse con métodos culturales. Las prácticas de cultivo están orientadas a reducir las condiciones favorables para el establecimiento y desarrollo del patógeno, inducir el vigor de las plantas, establecer barreras físicas y/o eliminar fuentes de inóculo. En este trabajo se documenta un programa de transferencia de tecnología desarrollado por el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de México que consiste en un programa de manejo integrado de sigatoka negra basado en el comportamiento de la enfermedad y su relación con los factores climáticos, el uso de diferentes prácticas de cultivo y una estrategia de manejo de fungicidas de acuerdo al grupo químico y su modo de acción. El programa se desarrolla en una superficie de 400 hectáreas de banano Gran Enano en el municipio de Manzanillo, Colima, México con características de trópico seco (4 a 5 meses de lluvias y 7 a 8 meses secos). Los resultados han demostrado que la integración de estos componentes (enfermedad, hospedero, clima, control cultural y químico) permite realizar un manejo más sustentable de la sigatoka negra. En las plantaciones con tecnología INIFAP se redujo hasta un 37% los costos de control de la enfermedad (16 a 17 aplicaciones de fungicidas por año) en comparación con el sistema de manejo tradicional (32 a 35 aplicaciones).

Palabras clave: manejo integrado de enfermedades, control cultural, fungicidas, clima.

SUMMARY

Black sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) is the most important disease affecting banana crop in Mexico. Its control should be based in a program of integrated management that includes: a sampling system that allows to know the sanitary condition of the plantation, knowledge of the components of the pathosystem (host, pathogen, climate and the man) and, the use of different control methods of the disease. The use of fungicides is a necessary tool to control black sigatoka; however, chemical control should lean on with cultural methods. The cultural practices are guided to reduce the favorable conditions for the establishment and development of the pathogen, to induce vigour in plants, to establish physical barriers and/or to eliminate inoculum sources. Here, a program of technology transference is documented, which was developed by the National Institute of Investigations on Forest, Agriculture and, Cattle (INIFAP) of Mexico, that consists in a program of integrated management of black sigatoka based on the behavior of the disease and its relationship with climatic factors, the use of different cultural practices and, a strategy of using fungicides according to the chemical group and its action mode. The program is practiced in a surface of 400 hectares of Grand Nain banana in the municipality of Manzanillo, state of Colima, Mexico that show climatic characteristics of dry tropic (4 at 5 rainy months and 7 to 8 dry months). The results have demonstrated that the integration of these components (disease, host, climate, cultural and chemical control) allows to carry out a sustainable management of black sigatoka. In plantations with INIFAP technology, the costs of control of the disease (16 to 17 applications of fungicides per year) decreased until 37%, in comparison with the traditional management system (32 to 35 applications).

Keywords: Integrated disease management, cultural control, fungicides, climate.

INTRODUCCIÓN

La sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) es la enfermedad más importante que afecta la producción comercial de bananos y plátanos (*Musa* spp.) en la mayoría de las regiones productoras del mundo (Stover, 1980; Carlier *et al.* 2000; Jones, 2000; Guzmán, 2003; Marín *et al.* 2003; Henderson *et al.* 2006; Romero y Guzmán, 2006). En el Continente Americano, se identificó por primera vez en Honduras en el año de 1972 (Stover y Dickson, 1976), de donde se diseminó a todos los países de América Central, América del Norte, América del Sur y el Caribe (Fullerton y Stover, 1990; Stover, 1980; Jones 2000; Guzmán, 2003a; Marín *et al.* 2003). La presencia de sigatoka negra en la mayoría de las regiones productoras de banano a escala mundial ha ocasionado graves pérdidas en rendimiento y reducción de la superficie cultivada, ya que ha modificado el manejo de las plantaciones, principalmente los programas de aspersión de fungicidas (Orozco-Santos, 1998; Guzmán, 2003; Marín *et al.* 2003; Romero y Guzmán, 2006). Esto ha traído como consecuencia un incremento en los costos de producción del cultivo. En la actualidad, el control químico es el método de combate más eficaz para el manejo de sigatoka negra en las plantaciones de banano Cavendish (Orozco-Santos *et al.* 2001; Marín *et al.* 2003; Orozco-Santos y Orozco-Romero, 2006c). Sin embargo, para fines de un manejo integrado de la enfermedad, el uso de fungicidas debe ser apoyado con algunas prácticas de cultivo que permitan reducir el potencial de inóculo del patógeno (Orozco-Santos *et al.* 2002; Orozco-Santos y Orozco-Romero, 2006b; Orozco-Santos *et al.* 2006a). En la mayoría de las regiones productoras de banano en el mundo, el control de sigatoka negra está basado en el uso de fungicidas sistémicos y en segundo término los fungicidas protectantes (Marín y Romero, 1992; Marín *et al.* 2003). En las plantaciones comerciales de banano se requiere de un manejo eficiente de sigatoka negra, para lo cual es necesario contar con información que permita tener una idea clara y precisa del estado fitosanitario del huerto con el propósito de prevenir daños severos al cultivo y eficientar el uso de fungicidas (Orozco-Santos, 1998; Marín *et al.* 2003; Orozco-Santos *et al.* 2006b). Para lograr este objetivo es necesario hacer evaluaciones periódicas para conocer la incidencia y severidad de sigatoka negra en cada huerto (Orozco-Santos y Orozco-Romero, 2006a). Se estima que el combate de sigatoka negra ocupa entre un 35 a 50% del total de los costos de producción del cultivo de banano, lo cual representa entre 500 a 1,100 dólares anuales por hectárea (Orozco-Santos *et al.* 2006b). En este trabajo se presenta información sobre los componentes del patosistema de la sigatoka negra (patógeno, clima, hospedero y hombre), su papel en la manifestación de la enfermedad, su ciclo de vida y la importancia de su conocimiento, así como los conceptos que se deben manejar en el diseño de las estrategias en un programa de manejo integrado de la sigatoka negra del banano, incluyendo el uso de prácticas de cultivo y fungicidas con la finalidad de mantener a la enfermedad en niveles que no ocasionen daño al cultivo del banano. Se documenta el caso de un programa de transferencia de tecnología desarrollado por el grupo de investigación del programa de banano del Campo Experimental Tecomán perteneciente al Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) de México. La tecnología consiste en la validación de un programa de manejo integrado de sigatoka negra basado en el comportamiento de la enfermedad y su relación con los factores climáticos, el uso de diferentes prácticas de cultivo y una estrategia de manejo de fungicidas de acuerdo al grupo químico y su modo de acción. El programa está llevándose a cabo por un grupo de productores en una superficie de 400 hectáreas de banano Gran Enano del ejido El Colomo y La Arena en el municipio de Manzanillo, Colima, México.

PATOSISTEMA SIGATOKA NEGRA DEL BANANO

El manejo sustentable de enfermedades en cultivos agrícolas implica un amplio conocimiento de los patosistemas, los cuales están integrados por cuatro componentes principales: hospedero, patógeno, clima y el hombre (Agrios, 1997). El patosistema de la sigatoka negra en banano contempla: 1) El hospedero: El hospedero económicamente importante es el género *Musa* (bananos y plátanos) (Stover, 1980) y los daños de la enfermedad dependen del grupo genómico y cultivares de banano. La mayoría de los cultivares del subgrupo Cavendish son altamente susceptibles (Fouré *et al.* 2000). La severidad de sigatoka negra se magnifica en un sistema agrícola como el de las musáceas, en el cual la propagación vegetativa (reproducción asexual) y su cultivo en grandes extensiones de tierra de un clon genéticamente uniforme, lo hace altamente vulnerable a ataques epidémicos de las enfermedades (Clay y Kover, 1996). 2) El patógeno. El agente causal de la sigatoka negra presenta en su ciclo de vida un estado teleomorfo o sexual y un estado anamorfo o asexual. El hongo *M. fijiensis* es el teleomorfo, mientras que *Pseudocercospora fijiensis* (Morelet) Deighton es el anamorfo (Mulder y Stover, 1976; Crous *et al.* 2003). *M. fijiensis* produce ascosporas en el interior de

pseudotecios sobre lesiones maduras y representan la principal fuente de inóculo de la enfermedad. En cambio, *P. fijiensis* forma conidios en lesiones jóvenes (Meredith y Lawrence, 1969; Stover, 1980; Marín *et al.* 2003). Las poblaciones de este patógeno presentan una elevada variabilidad genética por los altos índices de recombinación favorecidos por su reproducción sexual (Carlier *et al.* 1996; Rivas *et al.* 2004), lo que origina una elevada capacidad evolutiva con cambios en virulencia y patogenicidad (Perez y Pérez, 2004; Guzman, 2002), adaptación a factores climáticos (Guzman 2003; Marín *et al.* 2003) y mutaciones frecuentes que provocan pérdida de sensibilidad a fungicidas (Chin y Arroyo, 1996; Amil *et al.* 2002; Guzman, 2004). 3) El clima. Este componente es un factor importante en el patosistema de la enfermedad, al ser un regulador de los procesos biológicos del hospedero y del hongo. La precipitación, temperatura, humedad relativa y agua libre sobre las hojas poseen un marcado efecto sobre los procesos de infección, germinación, penetración del patógeno y liberación de inóculo (Gauhl, 1990; Jacome *et al.* 1991; Jacome y Schuh, 1992), mientras que el viento favorece su diseminación (Meredith *et al.* 1973). 4) El hombre. Finalmente, el ser humano forma parte esencial del patosistema y es capaz de modificarlo al tomar decisiones sobre el uso de determinado cultivar de banano (susceptible o tolerante), elección del sistema de producción y manejo del hospedero (densidad de plantación, sistema de riego, nutrición, drenaje, control de malezas, deshije, saneo y otras prácticas de cultivo) y métodos de control de sigatoka negra (Orozco-Santos y Orozco-Romero, 2006b; Orozco-Santos *et al.* 2006b).

CICLO DE VIDA DE LA ENFERMEDAD

El ciclo de vida de *M. fijiensis* esta caracterizado por dos estados: el estado sexual, perfecto o teleomorfo (ascosporas) y el estado asexual imperfecto o anamorfo (conidios) (Fig. 1). Ambos estados son importantes en la infección a su hospedero; sin embargo, las ascosporas son la principal fuente de inóculo de la enfermedad (Stover, 1980), las cuales son diseminadas por el viento y depositadas principalmente en la hoja "cigarro" y en las cuatro hojas más jóvenes (Mülder y Stover, 1976). Después de la germinación de las ascosporas o conidios y la penetración de la hifa a través de los estomas inicia un proceso de infección caracterizado por la aparición de seis estados de desarrollo de los síntomas de la enfermedad (tres de raya, uno de transición y dos de mancha) (Meredith y Lawrence, 1969): Estado 1. Aparecen pequeñas puntuaciones de color amarillo pálido de 0.25 mm de diámetro que son visibles por el envés de la hoja. Estado 2. Los puntos se alargan como rayas de 1 mm de ancho por 2 mm de largo, generalmente de color castaño y son visibles por el haz. Estado 3. Las rayas se alargan hasta alcanzar 20-25 mm de longitud y 2 mm de ancho; toman una coloración marrón oscuro y son visibles sobre el envés como rayas amarillas. Estado 4. Sobre el envés, las rayas se ensanchan, se tornan de un color marrón oscuro y son rodeados por una zona amarilla pálida. Puede considerarse el primer estado de mancha. Estado 5. Los centros de color negro de las manchas empiezan a colapsarse mientras rodean el tejido como un halo amarillo. Estado 6. Los centros de las manchas secas se ponen de color gris claro y son rodeados por un anillo negro bien definido, el cual también es rodeado por un halo amarillo. El estado sexual esta caracterizado por la formación de pseudotecios, espermagonios y ascosporas, estos se encuentran en proporciones variables durante los estados 2 y 3 (Meredith y Lawrence, 1969). Las ascosporas son liberadas de los pseudotecios, mientras que los conidios se forman sobre conidióforos que emergen directamente por el estoma de manera individual o en grupos, o bien pueden formar fascículos sobre un estroma erumpente de color oscuro (Mülder y Stover, 1976). Los pseudotecios son las estructuras femeninas y aparecen en los estados 5 y 6, los cuales son anfígenos, globosos con un ostiolo esférico papilado, de paredes pardo oscuras y células poligonales (Mülder y Stover, 1976). Los espermagonios constituyen la parte masculina, éstos producen los espermacios que actúan como gametos masculinos y su función es la de fertilizar a los pseudotecios. Una vez realizada la fertilización, se desarrollan en su interior las ascas que contienen a las ascosporas en un número de ocho ascosporas (Stover, 1980).

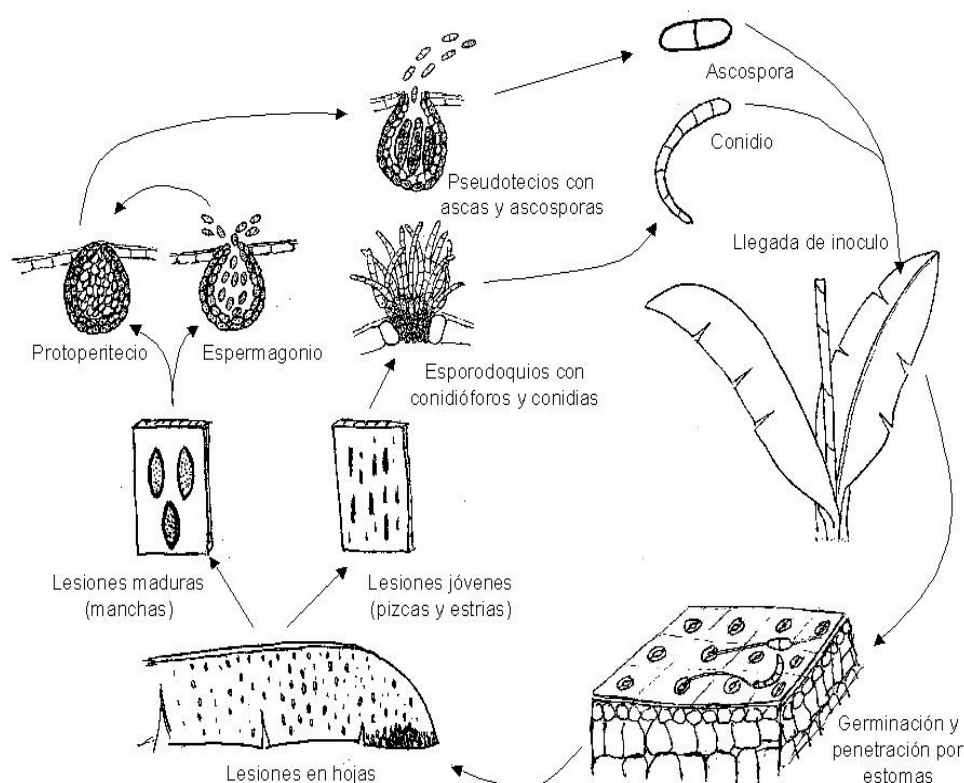


Figura 1. Ciclo de vida de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet (anamorfo *Pseudocercospora fijiensis* Deighton), agente causal de la sigatoka negra del banano (Manzo-Sánchez *et al.* 2005).

MANEJO INTEGRADO DE SIGATOKA NEGRA

El manejo integrado de enfermedades se define como una herramienta sustentable para el combate de patógenos, mediante la combinación de métodos químicos, biológicos, culturales, físicos y biológicos que minimicen los riesgos económicos, de salud y los ambientales (Hollier, 2004). El manejo integrado de sigatoka negra contempla el uso de los diferentes métodos de control apoyado por el conocimiento del cultivo de banano (clon, susceptibilidad a la enfermedad, fenología, interacción con el patógeno, órganos afectados y edad de las plantas); del patógeno/enfermedad (especie del hongo, tipo de reproducción, estructura genética, diseminación, fuente de inóculo, sobrevivencia, período de incubación y ciclo de la enfermedad); clima (cantidad y distribución de la precipitación, temperatura, rocío o agua libre, radiación solar, nubosidad y humedad relativa) (Orozco-Santos *et al.* 2006b). Uno de los métodos más importantes en el manejo de enfermedades es el control cultural. Las prácticas de cultivo están orientadas a reducir las condiciones favorables para el establecimiento y desarrollo del patógeno, inducir el vigor de las plantas, establecer barreras físicas y/o eliminar fuentes de inóculo dentro de la plantación (Moorman, 2004). En el caso del patosistema banano-sigatoka negra, el control cultural es una parte fundamental en el manejo de la enfermedad (Marín y Romero, 1992; Orozco-Santos, 1988; Orozco-Santos *et al.* 2006a). Se han sugerido numerosas prácticas de cultivo dentro de un programa de manejo integrado de la enfermedad, como es el caso de la remoción de hojas afectadas o porciones de éstas; la aplicación de urea y desecantes para acelerar su descomposición, así como la eliminación rápida de plantas cosechadas. Asimismo, otros componentes del manejo agronómico del cultivo ayudan a reducir las condiciones favorables (humedad) para el desarrollo de sigatoka negra e incrementar el vigor de las plantas: manejo de la densidad de plantación, deshierbe, sistemas de drenaje, métodos de riego, control de malezas, fertilización química, fertilización biológica (micorrizas y bacterias del género *Azospirillum*), control de plagas y nematodos (Marín y Romero, 1992; Orozco-Santos, 1988; Marín *et al.* 2003; Orozco-Santos y Orozco-Romero, 2006b). Una práctica alternativa es el "minicompuesto", que consiste en colocar la hojarasca en pequeños montones para su rápida degradación, lo cual permite reducir el inóculo del hongo e incorporar nutrientes al suelo (Orozco-Romero *et al.* 2004). Además, es

importante realizar una supervisión periódica de la enfermedad para conocer el comportamiento de la enfermedad (incidencia, severidad y/o estado evolutivo) que sirva para la toma de decisiones de aplicación de fungicidas (Marín y Romero, 1992; Orozco-Santos, 1988; Orozco-Santos y Orozco-Romero, 2006a).

PRÁCTICAS DE CULTIVO

Eliminación total o parcial de hojas afectadas. Esta es la práctica más importante para reducir o eliminar la principal fuente de inóculo del hongo causante de la sigatoka negra en tejido foliar afectado (Marín y Romero, 1992; Orozco-Santos *et al.* 2002; Marín *et al.* 2003) y en sus diferentes modalidades se conoce como deshoje (a) o deshojarasque, poda, despunte o cirugía. El deshoje se considera como una poda de sanidad. Las hojas representan la única fuente de inóculo de la enfermedad, por lo que el manejo de éstas es importante para disminuir la esporulación del patógeno a través del tiempo. El propósito de esta práctica es eliminar de manera total o parcial el tejido afectado de las plantas y junto con éste los propágulos del hongo. Las hojas enfermas dejadas en la planta presentan el mayor período de producción y descarga de ascosporas de *M. fijiensis*, las cuales pueden sobrevivir y ser liberadas por más de 20 semanas (Ramírez-S., 1989; Gauhl, 1990). En cambio, en la hojarasca depositada en el suelo el patógeno puede sobrevivir de 3 a 6 semanas (Guzmán y Romero, 1995; Villalta y Guzmán, 2005). En el suelo, las hojas se descomponen después de 10 semanas, lo cual está relacionado con la menor sobrevivencia de las ascosporas y la liberación de inóculo (Gauhl, 1990). Los picos más elevados de esporulación ocurren en los primeros quince días y el tejido foliar de banano con lesiones de sigatoka negra continua contribuyendo a la producción de inóculo interno hasta después de 30 días de haberse eliminado (Villalta y Guzmán, 2005).

La descarga de ascosporas del tejido foliar enfermo está estrechamente relacionada con factores ambientales, principalmente la precipitación. En regiones con climas húmedos, en donde la lluvia está distribuida durante todo el año, la liberación de inóculo es prácticamente en todos los meses (Gauhl, 1990; Marín *et al.* 2003; Guzmán, 2002). En cambio, en regiones con clima de trópico seco, la mayor descarga de ascosporas ocurre durante la época de lluvias y durante la temporada seca la liberación de inóculo es baja o prácticamente nula (Orozco-Santos *et al.* 2002). Este comportamiento de la enfermedad, hace necesario que el manejo del tejido foliar afectado durante los períodos lluviosos debe ser sumamente estricto. El deshoje y acomodo de las hojas en líneas o montones reduce significativamente el área foliar expuesta a la descarga de ascosporas, ya que disminuye hasta en un 80% el potencial de producción de inóculo (Orozco-Santos *et al.* 2002). Existen reportes contradictorios sobre la importancia de la superficie foliar (haz o envés) en la producción y liberación de inóculo. De acuerdo a Gauhl (1990), no existen diferencias en el número de ascosporas descargadas de lesiones formadas en el haz o envés de las hojas. Merchán y Donato (1994) reportaron una mayor producción de ascosporas en el envés de las hojas de plátano Dominico Hartón (*Musa* AAB). Contrariamente, Villalta y Guzmán, (2005) encontraron que en algunos casos la esporulación del hongo fue mayor por el haz de la hoja en banano, lo cual se puede atribuir a la mayor cantidad de pseudotecios maduros por área en esta superficie. Independientemente del lado de la hoja, lo más importante es la eliminación del tejido afectado de la planta y su incorporación al suelo (sin importar su acomodo con haz o envés hacia abajo) con la finalidad de acelerar su proceso de degradación. El corte total o parcial de las hojas depende del grado de severidad en las mismas. Si la infección es parcial y no rebasa el 30-40% del área foliar enferma se sugiere "rasurar" (eliminar) o hacer cirugía del tejido afectado. En cambio si el grado de infección es mayor, se debe eliminar toda la hoja. Además, se sugiere acomodar las hojas cortadas en el centro de las hileras de plantas, o bien en montones. En ocasiones, los hijos pueden mostrar infecciones fuertes de sigatoka negra, por lo que se recomienda también cortar estas hojas (Marín y Romero, 1992; Orozco-Santos, 1998). La frecuencia del deshoje puede ser de una a cuatro semanas, dependiendo de la zona productora, cultivar o grupo genómico, clima y presión de la enfermedad.

Bajo condiciones de trópico seco en México, es factible eficientar el control de sigatoka negra mediante la reducción del número de aplicaciones de fungicidas. Por la baja liberación de inóculo durante la época seca se pueden incrementar los intervalos de aplicación de fungicidas o inclusive hasta tomar decisiones de no control. El deshoje no es muy estricto en huertos con buen drenaje y suficiente aireación, ya que las condiciones de clima no favorecen la descarga de ascosporas. En cambio, en la época de lluvias se deben de tomar estrictas medidas de eliminación de inóculo e integrarlas en un programa de aplicación de fungicidas (Orozco-Santos *et al.* 2002). En Colombia, Merchán y Chavarriaga (1994) recomiendan que el deshoje fitosanitario en el cultivo de plátano Hartón debe realizarse con una periodicidad de cuatro semanas durante la época seca y cada dos

semanas en la época de lluvias. En este cultivar se ha demostrado que únicamente con la práctica de deshoje, la sigatoka negra se puede mantener en niveles bajos de infección. Bajo estas condiciones, con la práctica de deshoje es factible producir fruta de calidad para el mercado interno. Si se desea mejorar la calidad se deben emplear fungicidas.

En los últimos años se ha venido evaluando e implementando la práctica de “poda temprana”, la cual consiste en la eliminación semanal de la punta de una de las primeras cinco hojas, en un 16% de su longitud, (aproximadamente 20 cm) (Chica *et al.* 2004). Esta práctica se aplica sólo en época de lluvias y tiene como objetivo evitar la formación de tejido foliar infectado y/o necrosado con presencia de propágulos del patógeno. En zonas con una presión fuerte de la enfermedad, es una práctica adicional factible de integrarse en los programas de manejo.

Tratamientos a la hojarasca. Considerando la importancia del tejido foliar infectado como fuente de inóculo de *M. fijiensis*, es importante la evaluación de diferentes compuestos aplicados a la hojarasca con la finalidad de disminuir la esporulación del hongo y/o acelerar su proceso de degradación. En Costa Rica, se ha probado el efecto antiesporulante de diferentes compuestos como la urea, el fungicida sistémico propiconazole, el herbicida glifosato, aceite agrícola, lodo, ceras, el fungicida protectante clorotalonil y mezclas de éstos. El uso de urea al 5% y la mezcla de urea con glifosato y clorotalonil redujeron la esporulación del hongo hasta en un 80% con respecto al testigo. Sin embargo, se observó que al someter este mismo tejido foliar a incubación y luego a descargar por segunda vez el efecto inhibitorio sobre la esporulación se redujo a un 30-40% (Guzmán y Romero, 1995). En otros reportes se consigna que la aplicación de bacterias, urea y melaza no tuvieron un efecto importante sobre la velocidad de descomposición de las hojas de banano. A las 28 semanas después de colocado el tejido foliar sobre el suelo y de haber recibido tres aplicaciones de los tratamientos en las primeras tres semanas no hubo diferencia significativa. Asimismo, la aplicación de estos tratamientos no tuvo un efecto importante en la descarga de ascosporas durante las primeras 3 a 4 semanas (Guzmán *et al.* 2005a). Sin embargo, en un estudio reciente se demostró que la aplicación semanal de urea al 10% es una alternativa práctica para reducir las posibilidades de multiplicación del patógeno, sobre todo en condiciones de alta presión de inóculo ((Guzmán *et al.* 2005a; Villalta y Guzmán, 2005). En huertos de banano y plátano, con frecuencia se realizan aplicaciones de fungicidas y aceite agrícola para el control de sigatoka negra, así como aplicaciones de herbicidas para controlar malezas. Estos productos poseen un reducido efecto sobre la esporulación del hongo. El fungicida sistémico propiconazole y el protectante clorotalonil no parecen tener un abatimiento importante en la esporulación del hongo en las hojas depositadas en el suelo después de la deshoja sanitaria (Ramírez-S., 1989; Orozco-Santos *et al.* 2002; Villalta y Guzmán, 2005). Asimismo, la aplicación del herbicida desecante paraquat o aceite agrícola no tuvo efectos significativos sobre el período de producción y la descarga de ascosporas en las hojas (Ramírez-S., 1989). Del gran número de compuestos evaluados sobre la hojarasca en el suelo, el tratamiento que parece más promisorio es la aplicación semanal de urea al 10% (Villalta y Guzmán, 2005).

Minicomposteo. Comúnmente los desechos de las plantas (hojas dobladas, tejido eliminado por el saneo y residuos de cosecha) se esparcen en toda la plantación, lo cual presenta dos inconvenientes: 1) si son hojas con sigatoka negra se tiene un área de esporulación distribuida en casi el total de la superficie de la plantación: éstas al humedecerse con el agua de riego y lluvia se provoca un ambiente favorable para estimular la maduración de los pseudotecios y ocurra una alta esporulación y 2) cuando se deja la hojarasca esparcida en toda la plantación su degradación es muy rápida, lo que conduce a una generación de procesos anaeróbicos por la ausencia de oxígeno, provocando el crecimiento de microorganismos que impermeabilizan y compactan el suelo, el crecimiento de la microflora es lento y solo reciclan los elementos vitales presentes, sin influenciar los minerales insolubles. Con este manejo de hojarasca se incorpora una reducida cantidad de materia orgánica. Una alternativa viable es el minicomposteo, el cual consiste en hacer montones con todos los desechos de las plantas de banano dentro de la plantación. La hojarasca, porciones de hojas que son cortadas y las plantas eliminadas después de la cosecha son apiladas en montones para provocar una rápida degradación y que sirvan como aporte de nutrientes y materia orgánica. Todos los tejidos (hojas y pseudotallo) deben ser cortados para lograr una eficiente descomposición. Los montones de desechos deben hacerse entre las calles a una distancia de 5 a 6 metros (Orozco-Santos y Orozco-Romero, 2006b).

Drenaje. Los sistemas de drenaje permiten la rápida eliminación de los excesos de agua dentro del huerto, lo cual además de mejorar el crecimiento del cultivo, reduce las condiciones de alta humedad

relativa favorables para el desarrollo del patógeno. Las plantaciones con drenaje deficiente afectan el ritmo de emisión foliar de las plantas y favorecen el desarrollo de sigatoka negra (Gauhl, 1990)

Manejo del agua y métodos de riego. El riego es una práctica importante en el manejo de las plantaciones de banano y plátano bajo condiciones de trópico seco, ya que gracias a él se abastece al cultivo del agua necesaria durante la época seca. Con el suministro adecuado de humedad, se desarrollan plantas vigorosas y mantiene un ritmo de emisión foliar normal en los periodos poco favorables para la enfermedad (Orozco-Romero *et al.* 2004). Los métodos de riego más comunes son: inundación por gravedad o rodado, aspersión y goteo. El riego por inundación consiste en suministrar láminas de agua de 15 a 20 cm cada tres a cuatro semanas en toda la plantación. El riego por aspersión presenta diferentes modalidades: aspersión aérea (encima del follaje de las plantas), subfoliar (debajo del follaje) y microaspersores. Finalmente, el riego por goteo consiste en la distribución ordenada de mangueras o "cintillas" por toda la plantación, las cuales tienen goteros cada 30 a 50 cm. De estos métodos, los que tienen mayor influencia en el desarrollo de la enfermedad son los riegos por aspersión aérea. Este tipo de riego tiene el mismo efecto que una lluvia al humedecer el follaje y proporcionarle las condiciones de agua libre que el hongo requiere para su germinación y penetración. Además, humedece el tejido foliar afectado que favorece la maduración de los pseudotecios, descarga de ascosporas y ayuda a la diseminación del patógeno. Todos los sistemas de riego subfoliar registran el mayor daño de la enfermedad y el menor número de hojas funcionales al momento de la floración y cosecha. Los métodos de riego por goteo e inundación presentan menor severidad de sigatoka negra y mayor proporción de follaje sano. El sistema que ofrece mayores ventajas es el riego por goteo, ya que utiliza bajos volúmenes de agua, reduce notablemente la infección de la enfermedad y las malezas se desarrollan únicamente en el área humedecida. Contrariamente, el riego por inundación gasta altas cantidades de agua, provoca estrés en las plantas cuando los intervalos de aplicación son mayores de tres semanas y favorece la proliferación de malezas en toda la plantación. El riego subfoliar humedece las hojas inferiores de la planta y la hojarasca depositada en el suelo, proporcionando condiciones favorables para la germinación-infección y esporulación. Además, gasta volúmenes intermedios de agua y estimula la proliferación de malezas (Orozco-Santos y Orozco-Romero, 2006b). Estudios previos, han demostrado que la humedad sobre las hojas favorece el desarrollo de la enfermedad (Jacome y Schuh, 1992; Gauhl, 1990).

Nutrición y fertilidad del suelo. El crecimiento de la planta de bananos y plátanos depende de la calidad del suelo. En suelos pobres, la emisión foliar se retrasa y se obtienen plantas más raquíticas. El desarrollo de la sigatoka negra está estrechamente relacionado con el crecimiento de la planta hospedera. Entre más pobre es el crecimiento, la influencia de la enfermedad es más severa. Para lograr un control efectivo de la enfermedad, se deben optimizar todas las condiciones de crecimiento de las plantas (Gauhl, 1990). Asimismo, se ha encontrado que la fertilidad del suelo tiene un efecto directo sobre la respuesta de las plantas de plátano a la incidencia de sigatoka negra. Las plantaciones establecidas en suelos fértiles registran menor daño que aquellas plantadas en suelos pobres (Mobambo *et al.* 1994a; Mobambo *et al.* 1994b).

El manejo óptimo de la fertilización es necesario para proporcionar los balances de los elementos necesarios y mantener los niveles de productividad de las plantas de banano. La aportación adecuada de calcio, magnesio y potasio, así como una relación adecuada de nitrógeno-potasio permite obtener plantas vigorosas y no favorecer el desarrollo de la enfermedad (Romero, 1998). Un manejo nutricional que satisfaga los requerimientos del cultivo reduce los factores que lo predisponen a la sigatoka negra y contrariamente una nutrición deficiente ocasiona una mayor susceptibilidad a la enfermedad (Gómez y Castaño, 2001). Las plantas de banano presentan una mejor respuesta inmunológica a la incidencia y severidad de sigatoka negra cuando las cantidades de nitrógeno son cercanas a los 300 kg/ha/año (Méndez, 1998). En Uganda, los bananos fueron menos susceptibles a sigatoka negra con el incremento de la proporción de potasio, calcio + magnesio, así como por el contenido de materia orgánica en el suelo (Holderness *et al.* 1999). En México, las plantas de banano que presentaron menor daño de sigatoka negra fueron aplicados con 200 a 300 kilogramos de nitrógeno por hectárea por año y 75 de fósforo y 150 kilogramos de potasio; siempre y cuando las plantas tuvieran un buen sistema radicular (Orozco-Romero *et al.* 2004).

El uso de biofertilizantes en el cultivo del banano produce plantas con mayor desarrollo y emisión de hojas, lo que ayuda a una mayor resistencia de las plantas al daño de sigatoka negra. En experimentos realizados en México, las plantas de banano tratadas con bacterias del género *Azospirillum* y hongos micorrízicos presentaron una mayor resistencia a la sigatoka negra en

comparación con plantas con fertilización química tradicional. Por otro lado, cuando se utilizaron los biofertilizantes se redujo el uso de fertilizantes sintéticos por hectárea, de tal manera que con dos tratamientos de micorrizas y *Azospirillum* y con solo 100 kilogramos de nitrógeno, 40 de fósforo y 100 de potasio se obtuvieron 70 toneladas por hectárea por año. Un rendimiento similar se obtuvo con el uso de los fertilizantes químicos sin biofertilizantes (Orozco-Romero *et al.* 2004).

Sistema de producción perenne, anual o bianual. En América Latina, el banano se siembra principalmente como un cultivo perenne, en donde existen plantas de todas las edades y diferentes etapas de desarrollo fenológico en todo momento. Esta condición, ocasiona que exista tejido foliar susceptible a *M. fijiensis* de manera permanente y durante todo el tiempo. En contraste, las siembras anuales o en ciclos de dos a cuatro años con lotes de plantas de una misma edad tienen la ventaja de romper el ciclo de la enfermedad al final de la cosecha, lo cual facilita el manejo de los niveles de inóculo y el planteamiento de las estrategias de control. La implementación de cualquiera de los sistemas conlleva a un análisis de beneficios productivos-económicos a corto y mediano plazo, así como las ventajas o desventajas en el manejo de la sigatoka negra (Romero, 1998).

Densidad de plantación. Las altas densidades de siembra en algunos clones de banano y plátano es una práctica que es factible utilizarse para incrementar su producción por unidad de superficie. En Colombia, el uso de 3,000 plantas/ha de plátano (*Musa AAB*) incrementó en un 300% el rendimiento de fruta en comparación al sistema tradicional de 1,000 plantas/ha. Asimismo, un beneficio adicional de este sistema de altas densidades de población es la menor incidencia de sigatoka negra (Belalcázar *et al.* 2003). Sin embargo, en Cuba se reporta que el desarrollo de la enfermedad es más intenso con 2,000 plantas de banano/ha en comparación a 1,850 plantas/ha, registrándose diferencias de hasta dos hojas más sanas en las plantaciones con densidades bajas (Pérez, 1998). Estos contrastes pueden atribuirse al tipo de clon y a diferencias climáticas en las zonas de estudio, o bien a diferencias del microclima presente dentro de cada densidad de plantación: aereación, humedad relativa, agua libre sobre las hojas y radiación solar.

Control de malezas. Un buen control de malezas dentro de las plantaciones permite una aereación adecuada y evita condiciones de alta humedad relativa que favorezcan el desarrollo del hongo. Asimismo, las malezas son nocivas al cultivo del banano, ya que compiten por agua, nutrientes, espacio y algunas son hospederas de plagas y enfermedades (Marín y Romero, 1992; Orozco-Santos, 1998).

Otras prácticas. Otras labores de cultivo que deben ser implementadas dentro de un programa de manejo integrado de sigatoka negra son: el deshije se utiliza para mantener una población adecuada de plantas y de esta manera evitar el exceso de área foliar con el propósito de tener mejor cobertura y distribución de los fungicidas aplicados, así como una buena ventilación dentro de la plantación (Marín y Romero, 1992; Orozco-Santos, 1998). El combate de nematodos y el picudo del cormo es importante para mantener una buena sanidad en la parte subterránea de las plantas (cormo y raíces). Los bananos son más susceptibles a la sigatoka negra cuando se incrementa la proporción de raíces muertas (menor número de raíces funcionales) por daños de nematodos y área dañada del cormo por picudo (Holderness *et al.* 1999). Estas labores, además de mejorar las estrategias de manejo de sigatoka negra, también optimizan las condiciones del cultivo del plátano.

CONTROL QUÍMICO

El control químico es una más de las estrategias empleadas en el manejo de enfermedades de las plantas. El uso de fungicidas debe ser un componente de un sistema integrado que incluye métodos culturales y biológicos para el control de enfermedades (Windham y Windham, 2004). El manejo de sigatoka negra en plantaciones comerciales de banano en el mundo es altamente dependiente del uso de fungicidas, los cuales son apoyados con prácticas de cultivo con el fin de proporcionar los nutrimentos y riegos necesarios para tener árboles vigorosos. Asimismo, otras prácticas están dirigidas a reducir las condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad y disminuir las fuentes de inóculo del hongo causante de la sigatoka negra. Un fungicida es un compuesto químico que mata o inhibe el crecimiento de hongos (Windham y Windham, 2004); incluye también los productos que inducen resistencia en las plantas para reducir los daños de las enfermedades. Existe una serie de grupos químicos de fungicidas que son ampliamente utilizados para el combate de la sigatoka negra: inhibidores de la demetilación (DMIs), aminas, inhibidores Qo (QoI = estrobilurinas) y

benzimidazoles. Recientemente, se han incorporado dos nuevas moléculas del grupo de las anilino-pyrimidinas y aminas (Marín y Romero, 1992; Orozco-Santos, 1998; Marín *et al.*, 2003; FRAC, 2006). Asimismo, existen fungicidas protectantes como el mancozeb y clorotalonil que también se usan en los programas de control de la enfermedad (Orozco-Santos, 1998; Orozco-Santos *et al.*, 2001; Ramírez y Rodríguez, 1996). Por otra parte, se ha lanzado al mercado una nueva molécula conocida como acibenzolar-S-methyl, la cual activa las defensas naturales de la planta expresando el fenómeno conocido como resistencia sistémica activada (Madrigal *et al.*, 1998).

VALIDACIÓN DE UN PROGRAMA DE MANEJO INTEGRADO DE SIGATOKA NEGRA EN EL TRÓPICO SECO DE MÉXICO

Características de la region bananera del trópico seco de México

La región bananera del trópico seco de México comprende los estados de Colima, Michoacán, Jalisco y Nayarit ubicados en la costa del océano Pacífico en el occidente de la república mexicana. La superficie cultivada de bananos y plátanos es alrededor de 16,000 hectáreas, siendo los bananos Cavendish (AAA: Gran Enano y Valery) y Manzano (AAB) los clones más importantes. La región posee un clima cálido seco con una precipitación de 700 a 1,100 mm anuales distribuidos en los meses de Julio a Octubre (4 a 5 meses) y el resto del año (7 a 8 meses) es seco. La temperatura media anual es de 26 a 28 °C y con una altitud de 10 a 60 msnm en todos los estados productores (Colima, Jalisco y Michoacán), con excepción del estado de Nayarit, en donde se cultivan plátanos desde 10 hasta 500 msnm. Alrededor del 30% de la superficie bananera de Colima, Jalisco y Michoacán se encuentra asociada con palma de coco (*Cocos nucifera* L.). Casi toda la producción de bananos es destinada al mercado nacional (Orozco-Santos, 1998).

Comportamiento de sigatoka negra en el trópico seco de México

Liberación de inóculo de *M. fijiensis* durante el año. La liberación de inóculo es la cantidad de propágulos que son expulsados por las estructuras reproductivas en función de diversos factores como el tipo de patógeno, su relación con el clima (lluvia, rocío, temperatura, humedad relativa, viento, etc.) y el hospedero. En el caso de la sigatoka negra, la mayor descarga de ascosporas del hongo *M. fijiensis* en una plantación de banano Gran Enano sin control químico se relaciona estrechamente con la época de lluvias, la cual ocurre principalmente en los meses de verano (Julio a Octubre) y se extiende hasta Noviembre por las condiciones de formación de rocío y alta severidad de la enfermedad. La liberación de inóculo resulta más elevada en los meses de Agosto a Noviembre, registrando entre 635 a 1,016 ascosporas descargadas por lesión en un período de 30 minutos. Contrariamente, durante la época seca (Enero a Junio) y el inicio de lluvias (Julio) la liberación de inóculo es relativamente baja. En este período, la descarga registrada fue de 12 a 57 ascosporas por lesión (Orozco-Santos *et al.* 2002).

Período de incubación del patógeno causante de la sigatoka negra. El período de incubación se define como el tiempo que transcurre entre la infección del patógeno y la aparición de los primeros síntomas de la enfermedad. El período de incubación del hongo causante de la sigatoka negra está relacionado estrechamente con la presencia o ausencia de lluvias y la formación de rocío sobre las hojas (Cuadro 1). Durante dos años de estudio, se determinó que las hojas emergidas en los meses de Junio a Noviembre presentaron los períodos más cortos de incubación, registrando de 24 a 36 días para la aparición de síntomas en estado de pizca (grado 2, escala de Fouré) y 33 a 64 días para la presencia de manchas (grado 4, escala de Fouré) en comparación al follaje emergido de Diciembre a Mayo, en donde los síntomas de pizcas aparecieron de 48 a 87 días y las manchas se presentaron de los 92 a 141 días. En ambos años, la época de lluvias se registró de Junio a Octubre con precipitaciones mensuales de 77 a 437 mm. En cambio, la época seca fue de Noviembre a Mayo con precipitación escasa o nula (Orozco-Santos *et al.* 2002).

Cuadro 1. Período de incubación (tiempo de infección a síntomas) en días y estado de evolución de la sigatoka negra y su relación con la precipitación en plantas de banano Cavendish Gran Enano sin control químico en la zona costera del estado de Colima, México.

Epoca de emergencia (Mes)	Período de incubación (días)		Estado de evolución ^z	Precipitación (mm)
	Pizca	Mancha		
Junio (Año 1)	31 a	58 b	822	245
Julio	27 a	51 ab	2,226	255
Agosto	24 a	46 a	2,668	437
Septiembre	24 a	43 a	2,433	180
Octubre	36 ab	64 b	1,782	89
Noviembre	28 a	62 b	1,624	0
Diciembre	48 b	92 c	1,022	0
Enero (Año 2)	62 c	113 d	837	0
Febrero	68 c	115 d	621	0
Marzo	87 d	141 e	218	0
Abril	80 d	107 cd	140	0
Mayo	54 c	84 c	70	0
Junio	34 a	51 ab	609	101
Julio	31 a	40 a	1,028	157
Agosto	35 a	56 b	1,594	77
Septiembre	24 a	33 a	1,602	145
Octubre	28 a	43 a	2,023	159
Noviembre	38 a	58 b	2,557	4

^z = Datos promedio mensuales de la evaluación semanal del estado evolutivo de la enfermedad.

Severidad de sigatoka negra (estado de evolución). En ambos años de estudio, el comportamiento de la sigatoka negra estuvo relacionado con la época de lluvias (Cuadro 1). A partir del inicio de lluvias (mes de Junio), el estado evolutivo de la enfermedad se incrementó significativamente (hasta 609 y 822 unidades) y sus mayores valores fueron alcanzados con el establecimiento del período lluvioso (Julio a Octubre) y formación de rocío sobre las hojas (Noviembre y Diciembre), registrándose de 1,022 a 2,668 unidades. Durante la época seca (Enero a Mayo) se registró una baja severidad de sigatoka negra basado en el estado de evolución de la enfermedad. El grado de infección mostrado fue de 70 a 837 unidades. Estos resultados demuestran la estrecha relación que existe entre la severidad de sigatoka negra y la precipitación (Orozco-Santos, 1996; Orozco-Santos *et al.* 2002).

Longevidad de hojas expuestas a la infección natural por sigatoka negra. El tiempo de vida útil (longevidad) de las hojas de banano Gran Enano está relacionado con la época de emergencia, presencia de lluvias y severidad de sigatoka negra (Cuadro 2). El follaje emergido en los meses de Junio a Septiembre registró la menor longevidad de hojas. El tiempo de emergencia a la destrucción total de la hoja por sigatoka negra fue de 82 a 112 días. Contrariamente, las hojas emergidas en Octubre, Noviembre y Mayo tuvieron un período de vida de 90 a 148 días, mientras que el follaje emitido de Diciembre a Abril la longevidad fue de 171 a 200 días. La práctica del deshoje (eliminación total de las hojas) en los huertos de banano incluye hojas muertas, dobladas y aquellas que tengan entre un 30 a 50% de área foliar destruida. En este estudio, fue notorio que las hojas emergidas de Junio a Septiembre alcanzaban la mitad de tejido dañado de los 56 a 94 días, mientras que el follaje originado en los meses de Octubre a Mayo, las hojas presentaron un 50% de área foliar destruida de los 116 a 178 días (Orozco-Santos *et al.* 2002).

Cuadro 2. Número de días transcurridos a la destrucción por sigatoka negra del follaje de banano Cavendish Gran Enano emergido en diferentes meses del año y su relación con la precipitación en la zona costera del estado de Colima, México.

Emisión foliar (Mes)	Área foliar destruída (%)			Precipitación (mm)
	5	50	100	
Junio (Año 1)	60 ^z	80 ^z	99 ^z	245
Julio	65	86	98	255
Agosto	46	87	82	437
Septiembre	40	56	90	180
Octubre	80	105	120	89
Noviembre	80	115	148	0
Diciembre	115	149	188	0
Enero (Año 2)	122	140	171	0
Febrero	161	173	200	0
Marzo	163	178	197	0
Abril	131	150	176	0
Mayo	96	116	135	0
Junio	53	79	100	101
Julio	54	78	93	157
Agosto	61	94	112	77
Septiembre	43	66	91	145
Octubre	77	107	125	159
Noviembre	82	112	152	4

^z = Número de días transcurridos para alcanzar el porcentaje de área foliar destruída.

Ejemplo de disminución de uso de agroquímicos en el control de la sigatoka negra basado en el manejo de las prácticas culturales y en el conocimiento de la enfermedad.

La región del pacífico centro de México registra una precipitación pluvial de 700 a 1,100 mm anuales distribuidos en cuatro a cinco meses y de siete a ocho meses de época seca, lo cual es característico del trópico seco. Con este comportamiento de clima, se antoja que solamente durante los meses lluviosos se deberían tener problemas con la sigatoka negra; sin embargo, debido a las prácticas de cultivo tradicionales que se realizan en las plantaciones de banano, se presentan problemas de la enfermedad durante gran parte del año. Las prácticas que mayor influencia tienen en la incidencia de sigatoka negra es el tipo de riego (método y manejo del agua), saneo y manejo de hojarasca y residuos de cosecha, drenaje, fertilización y deshije. El INIFAP ha generado tecnologías que permiten utilizar de manera eficiente las prácticas de cultivo en banano y de esta manera es factible reducir los daños ocasionados por la sigatoka negra. Esta tecnología se está aplicando en aproximadamente 400 hectáreas de banano Gran Enano, lográndose reducir hasta en un 50% el número de aplicaciones contra sigatoka negra y en un 37% los costos de fertilización. A continuación se citan las prácticas recomendadas al grupo de productores de banano Gran Enano del ejido El Colomo y La Arena en el municipio de Manzanillo, Colima, México.

Manejo del agua de riego. Se recomienda el uso de un sistema de riego por goteo con el propósito de reducir el gasto de agua por unidad de superficie, humedecer únicamente el área de suelo objetivo y evitar condiciones favorables para el establecimiento y desarrollo de sigatoka negra. En este sistema se hacen riegos cada tercer día con una duración de 90 a 120 minutos por cada riego. Por otra parte, a los productores que tienen el sistema tradicional de riego rodado o inundación se hicieron modificaciones de riego mediante surcos, proporcionando una lámina y periodicidad adecuada dependiendo del tipo de suelo de la plantación. En el riego rodado, la periodicidad es de cada 8 días con láminas de cuatro centímetros. En ambos sistemas de riego, se reducen las condiciones favorables para el establecimiento de la enfermedad, ya que en la época seca no se forma agua libre sobre las hojas y la humedad relativa dentro de la plantación es menor al 85%.

Saneamiento y manejo de los residuos de cosecha. El manejo de la hojarasca y residuos de cosecha se hace mediante un sistema de minicomposteo dentro de la plantación, en el cual las hojas eliminadas por el saneo, así como los tallos y residuos de las plantas cosechadas se colocan en montones. Cada minicomposteo se hace aproximadamente cada cinco metros, lo que ayuda a reducir

el área de esporulación de las hojas dañadas por sigatoka negra. Además, se mejora la descomposición e incorporación de la materia orgánica, así mismo se incrementa la población de microorganismos benéficos en la rizosfera de las plantas.

Drenaje. En los sistemas de riego por rodado y cuando el tipo de suelo lo justifique se recomienda el diseño y establecimiento de una red de drenes para eliminar los excesos de humedad dentro de la plantación y reducir las condiciones favorables de alta humedad relativa favorables para el hongo causante de la sigatoka negra.

Fertilización. En todas las parcelas involucradas en el programa de validación de tecnología se llevaron a cabo muestreos y análisis físico-químico de suelos y en base a los resultados se hizo un diagnóstico de su estado nutricional y se proporcionó una recomendación para cada una de las plantaciones. La dosis que se recomendó en la mayoría de los huertos, la cantidad de nitrógeno no sobrepasó los 350 kilogramos, de fósforo fue alrededor de 100 kilogramos y potasio de 300 kilogramos por hectárea por año. La fertilización fue suministrada a través del sistema de riego por goteo o presurizado. Asimismo, se han hecho aplicaciones de biofertilizantes a base de micorrizas y *Azospirillum*.

Deshije. La práctica del deshije es una actividad permanente que se realiza cada dos meses, la cual permite mantener una densidad de población de 2000 a 2200 plantas por hectárea.

Control de Malezas. El control de malezas se realiza mediante la aplicación continua de herbicidas. Su objetivo es mantener limpia la plantación con una buena aereación u evitar el incremento de la humedad relativa que favorezca el establecimiento de la enfermedad.

Control de sigatoka negra. El manejo de sigatoka negra se ha fundamentado en el conocimiento actual de la enfermedad bajo las condiciones de la zona bananera en el trópico seco de México. La enfermedad presenta un comportamiento cíclico: una fase epidémica de alta severidad relacionada con la época de lluvias y otra fase de baja prevalencia asociada a la estación seca. El programa de aplicación de fungicidas se basa en la evaluación semanal de la incidencia y severidad de sigatoka negra mediante la escala de Stover modificada por Gahul (Gauhl, 1990) e incluyendo información de los estadios descritos por Fouré (Fouré, 1985). La aplicación de fungicidas está dirigida principalmente a la época de lluvias, utilizando un programa de rotación de fungicidas (sistémicos y protectantes) basado en su grupo químico y modo de acción de acuerdo a las estrategias recomendadas por el Comité de Acción de Resistencia a Fungicidas (FRAC, 2006). En el Cuadro 3 se presenta el programa piloto de aplicación de fungicidas contra sigatoka negra utilizado en la zona bananera del Colomo y la Arena en el municipio de Manzanillo, Colima, México, el cual tiene sus variaciones en el tipo de fungicida e intervalo de aplicación de acuerdo a los resultados de incidencia y severidad obtenidos de los muestreos de la enfermedad. Las aplicaciones de fungicidas se realizan con equipo aéreo, utilizando el mismo ingrediente activo para toda el área bananera incluida en el programa de validación de tecnología.

Cuadro 3. Programa general de aplicaciones aéreas de fungicidas para el control de Sigatoka negra en banano Gran Enano en el área del Colomo y la Arena en el municipio de Manzanillo, Colima, México.

Epoca del año	Fungicidas recomendados	Intervalo de aplicación	Aplicaciones (No)
Lluvias (Junio a Octubre)	Amina DMIs DMIs Benzimidazol Amina Protectante ^z Estrobilurina DMIs DMIs Amina	Cada 14 a 18 días	10
Formación de rocío (Noviembre a Enero)	Benzimidazol Amina Protectante ^z Estrobilurina DMIs	Cada 16 a 20 días	5
Época seca (Febrero a Junio)	Protectante	30 a 45 días	3
		TOTAL	18

^z = El fungicida protectante durante la época de lluvias y rocío se aplica después de 7 a 10 días del fungicida sistémico.

A continuación se cita un ejemplo de dos parcelas de banano Gran Enano con un manejo tradicional y otras dos con el manejo basado en el paquete tecnológico del INIFAP (Cuadro 4). Las parcelas con manejo tradicional cuentan con una superficie de 10 y 15 hectáreas, en las cuales se hicieron de 32 a 35 aplicaciones de fungicidas para el control de sigatoka negra con un costo de 705 a 768 US \$/ha. En el manejo tradicional, el programa de control de la enfermedad está basado en la aplicación sistemática de fungicidas protectantes (Mancozeb y Clorotalonil) y ocasionalmente se utilizan sistémicos (4 a 6 aplicaciones). Las parcelas con tecnología INIFAP poseen una superficie de 14 y 40 hectáreas y requirieron un total de 16 y 17 aplicaciones de fungicidas contra la enfermedad, lo que representó un costo de 451 a 479 dolares por hectárea por año. En las parcelas con tecnología INIFAP, el costo de control de sigatoka negra se reduce en promedio hasta un 37% con relación a las parcelas con manejo tradicional. Adicionalmente, se ha observado que en las parcelas con tecnología INIFAP las prácticas citadas han reducido hasta en un 60% el total de los costos de producción del cultivo de banano Gran Enano, no solo por el concepto de los fungicidas aplicados contra sigatoka negra, si no también en las labores de riego y fertilización.

Cuadro 4. Número de aplicaciones y costo para el control de la sigatoka negra en parcelas con manejo tradicional y con prácticas de cultivo adecuadas (tecnología INIFAP) en la costa del estado de Colima, México.

Tipo de Parcela	Superficie (hectareas)	Aplicaciones de fungicidas (No)	Costo/ha (US \$) ^z
Practicas tradicionales	15	35	768
Practicas tradicionales	10	32	705
Tecnología INIFAP	40	16	451
Tecnología INIFAP	14	17	479

^z = El costo incluye el fungicida y la aplicación aérea.

CONCLUSIONES

La sigatoka negra se ha convertido en el principal problema fitosanitario en todas las regiones productoras de banano en México, incluyendo aquellas con clima tropical húmedo y trópico seco (Orozco-Santos *et al.* 2001). La enfermedad se ha adaptado a las diversas condiciones ambientales y con el tiempo el patógeno se ha vuelto más agresivo, lo cual dificulta su manejo e incrementa los costos de producción. En las regiones de trópico seco, su incidencia y severidad es menor con relación a las regiones tropicales húmedas por las diferencias notables en la cantidad y distribución de las lluvias. En el Occidente de México, la enfermedad presenta un comportamiento cíclico: una fase epidémica de alta severidad relacionada con la época de lluvias y otra fase de baja prevalencia asociada a la estación seca (Orozco-Santos, 1996; Orozco-Santos, 1998). Un patógeno como el de la sigatoka negra, requiere medidas estrictas de combate, lo cual solo se puede lograr mediante un programa de manejo integrado que contemple el uso de los diferentes métodos de control (cultural y químico) (Orozco-Santos y Orozco-Romero, 2006b; Orozco-Santos y Orozco-Romero, 2006c) apoyados con un sistema de monitoreo de la enfermedad, variables climáticas, variables fenológicas del cultivo y conocimiento del patógeno/enfermedad (Orozco-Santos, 1998; Marin *et al.* 2003). El control de sigatoka negra depende principalmente de la aplicación continua de fungicidas de acción sistémica y protectantes, lo cual trae como consecuencia problemas de contaminación ambiental (Henriques *et al.* 1997; Lacher *et al.* 1997), resistencia a fungicidas (Amil *et al.* 2002; Knight *et al.* 2002; Guzmán *et al.* 2004), posibles anomalías en la salud humana e incremento de los costos de cultivo. Los bananos Cavendish son los clones más importantes que se explotan en el continente Americano, los cuales son altamente susceptible a la enfermedad. Esto hace necesario implementar estrategias de manejo integrado que coadyuven a reducir el uso de los fungicidas utilizados para el combate de sigatoka negra. La explotación comercial de bananos en regiones con clima tropical seco es un buen escenario para lograr este objetivo, ya que la integración de los componentes del patosistema de sigatoka negra permiten realizar un manejo sustentable de la enfermedad basado en indicadores técnicos que ayudan a la toma de decisiones. Por un lado, existen condiciones favorables para el desarrollo del cultivo del banano, siempre y cuando existan sistemas de riego que le proporcionen la humedad suficiente para su crecimiento óptimo. Contrariamente, las condiciones para la sigatoka negra son desfavorables durante la mayor parte del año y solo es necesario implementar medidas estrictas de combate durante la época de lluvias y formación de rocío sobre las hojas. Los resultados de este programa de validación de tecnología INIFAP, hacen evidente la factibilidad de hacer un manejo más eficiente de la enfermedad al reducir el número de aplicaciones de fungicidas en un 50% y los costos de control hasta un 37%. El manejo del cultivo de banano con tecnología INIFAP hace más competitivo a los productores que han adoptado este sistema en comparación al manejo tradicional.

BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios, G. 1997. Plant Pathology. 4th ed. Academic Press. San Diego, CA, USA. 635 p.
2. Amil, A., Cook, A., Stanger, C., Knight, S., Wirz, M., and Saw, M. 2002. Las dinámicas de la sensibilidad de *Mycosphaerella fijiensis* a estrobilurinas (Qol's) en Costa Rica. Memorias de la XV Reunión ACORBAT 2002. Cartagena de Indias, Colombia. p. 158-162.
3. Belalcázar, C.S., Rosales, F.E. y Espinosa, M.J. 2003. Altas densidades de siembra en plátano, una alternativa rentable y sostenible de producción. In: Taller Manejo convencional y alternativo de la sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas. Rivas, G. (editor). MUSALAC, INIBAP, FUNDAGRO. Guayaquil, Ecuador. p. 29.
4. Carlier, J., Fouré, E., Gauhl, F., Jones, D.R., Lepoivre, P., Mourichon, X., Pasberg-Gauhl, C., and Romero, R.A. 2000. Black leaf streak. p. 37-79. In: Diseases of Banana, Abacá and Enset. Jones, D.R. (editor). CAB International, Wallingford, UK.
5. Carlier, J., Lebrun, M.H., Zapater, M.-F., Dubois, C., and Mourichon, X. 1996. Genetic structure of the global population of banana black leaf streak fungus, *Mycosphaerella fijiensis*. Molecular Ecology 5:499-510.
6. Chica, R., Herrera, M., Jiménez, I., Lizcano, S., Montoya, J.A., Patiño, L.F., Rodríguez, P.A., y Ruiz, L.H. 2004. Impacto y manejo de la sigatoka negra en el cultivo de banano de exportación en Colombia. Publicación especial de la XVI Reunión ACORBAT 2004. Oaxaca, México. p. 53-62.
7. Chin, K., and Arroyo, T. 1996. Sensitivity of *Mycosphaerella fijiensis* to demethylation-inhibitors in Central America. XII Meeting ACORBAT. Santo Domingo, Republica Dominicana (Abstract). p. 74.
8. Clay, K., and Kover, P. 1996. Evolution and stasis in plant pathogen associations. Ecology 77:997-1003.
9. Crous, P.W., Groenewald, J.Z., Aptroot, A., Braun, U., Mourichon, X., and Carlier, J. 2003. Integrating morphological and molecular data sets on *Mycosphaerella* with specific reference to species occurring on *Musa*. p. 43-57. In: Proceedings of the Workshop on *Mycosphaerella* leaf spot diseases held in San José Costa Rica on 20-23 May 2002. Jacome, L., Lepoivre, P., Marin, D., Ortiz, R., Romero, R. and Escalant, J.V. (editors). 317 p. The International Network for the Improvement of Banana and Plantain. Montpellier, France.
10. Fouré, E. 1985. Black leaf streak disease of bananas and plantains (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), study of the symptoms and stages of the diseases in Gabon. IRFA, Paris, France.
11. Fouré, E., Mourichon, X., and Jones, D.R. 2000. Evaluating germplasm for reaction to black leaf streak. p. 62-67. In: Diseases of Banana, Abacá and Enset. Jones, D.R. (editor). CAB International, Wallingford, UK.
12. FRAC, 2006. Fungicide Resistance Action Comittee. <http://www.frac.info>. Consulta el 19 de Junio del 2006.
13. Fullerton, R.A. and Stover, R.H. (Eds.). 1990. Sigatoka leaf spot diseases of bananas: Proceedings of an international workshop. INIBAP. San José, Costa Rica. 374 p.
14. Gauhl, F. 1990. Epidemiología y ecología de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en plátano (*Musa* sp) en Costa Rica. UPEB. Panamá, Panamá. 126 p.
15. Gómez, B.L.A. y Castaño, Z.J. 2001. Manejo integrado de las sigatokas negra y amarilla en la cultivariedad de plátano África. INFOMUSA 10(2):3-7.
16. Guzmán, M. y Romero, R. 1995. Determinación del efecto anti-esporulante de diferentes compuestos sobre *Mycosphaerella fijiensis*. p. 46. In: Informe anual 1994. Departamento de Investigación y Diversificación Agrícola CORBANA (Corporación Bananera Nacional, CR). San José, Costa Rica.
17. Guzmán, M. 2002. Situación de la sigatoka negra en Costa Rica y opciones para el manejo de la enfermedad. Memorias de la XV Reunión ACORBAT 2002. Cartagena de Indias, Colombia. p. 184-192.
18. Guzmán, M. 2003. Situación de la sigatoka negra en banano y plátano en el trópico americano. In: Taller Manejo convencional y alternativo de la sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de musáceas. Rivas, G. (editor). MUSALAC, INIBAP, FUNDAGRO. Guayaquil, Ecuador. p. 11,12.
19. Guzmán, M., Knight, S., Sierotzki, H., Franceschi, G., y Alon, I. 2004. Sensibilidad a fungicidas en poblaciones de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. Análisis global. Memorias de la XVI Reunión ACORBAT 2004. Oaxaca, Oaxaca, México. p. 251-255.
20. Guzmán, M., Calvo, C.M., Obando, R., y Vargas, R. 2005a. Evaluación preliminar del efecto de la aplicación de bacterias, melaza y urea sobre la degradación de hojas de banano y la esporulación de sigatoka negra en hojas a nivel de suelo. p. 54-56. In: Informe anual 2004. Dirección de Investigaciones Agrícolas CORBANA (Corporación Bananera Nacional, CR). San José, Costa Rica.
21. Guzmán, M., Murillo, G., Villalta, R. y Martínez, I. 2005b. Capacidad de esporulación de *Mycosphaerella fijiensis* en tejido foliar de banano depositado en el suelo y efecto antiesporulante de la urea. p. 61-63. In: Informe anual 2004. Dirección de Investigaciones Agrícolas CORBANA (Corporación Bananera Nacional, CR). San José, Costa Rica.
22. Henderson, J., Pattemore, J.A., Porchum, S.C., Hayden, H.L., Van Brunschot, S., Grice, K.R.E., Peterson, R.A., Thomas-Hall, S.R., and Aitken, E.A.B. 2006. Black sigatoka disease: new technologies to strengthen eradication strategies in Australia. Australasian Plant Pathology 35:181-193.
23. Holderness, M., Bridge, J., and Gold, C.S. 1999. Pest management in organic systems. In: Organic banana 2000: Towards an organic banana initiative in the Caribbean. Holderness, M., Sharrock, S., Frison, E., and Kairo, M. (editors). INIBAP, CEDAF, CAB International, CTA. Santo Domingo, Dominican Republic. p. 133-141.
24. Henriques, W., Jeffers, R.D., Leacher, T.E. Jr., and Kendall, R.J. 1997. Agrochemical use on banana plantations in Latin America: perspectives on ecological risk. Environmental Toxicology and Chemistry 16(1):91-99.
25. Hollier, C.A. 2004. Integrated pest management. Pages 337-344. In: Plant Pathology. Concepts, and laboratory exercises. Trigiano, R.N., Windham, M.T., and Windham, A.S. (Eds.). CRC Press. Boca Raton, Florida, USA. 413 p.

26. Jacome, L.H. and Schun, W. 1992. Effects of leaf wetness duration and temperatura on development of black sigatoka disease on banana infected by *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. *Phytopathology* 82:515-520.
27. Jacome, L.H., Schun, W. and Stevenson, R.E. 1991. Effects of temperature and relative humidity on germination and germ tube development of *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis*. *Phytopathology* 81:1480-1485.
28. Jones, D.R. 2000. Sigatoka. p. 79-92. *In: Diseases of Banana, Abacá and Enset*. Jones, D.R. (editor). CAB International, Wallingford, UK.
29. Knight, S., Wirz, M., Amil, A. y Cook, A. 2002. Resistencia a fungicidas en *Mycosphaerella fijiensis* Morelet: estado actual y perspectivas. *Memorias de la XV Reunión ACORBAT 2002*. Cartagena de Indias, Colombia. p. 163-166.
30. Lacher, T.E. Jr., Mortensen, S.R., Johnson, K.A., and Kendall, R.J. 1997. Environmental aspects of pesticide use on banana plantations. *Pesticide Outlook*, December:24-28.
31. Madrigal, A. 1988. CGA Z45704, a new plant activator to improve natural resistance of banana against black sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*). *Proceeding XIII Meeting ACORBAT Ecuador 98*. Guayaquil, Ecuador. p. 266-274.
32. Manzo-Sánchez, G., Guzmán-González, S., Rodríguez-García, M., James, A. y Orozco-Santos, M. 2005. Biología de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet y su interacción con *Musa* spp. *Revista Mexicana de Fitopatología* 23:122-131.
33. Marín, V.D. y Romero, C.R. 1992. El combate de la sigatoka negra en banano. *Corporación Bananera Nacional. Costa Rica. Boletín No. 4*. 22 p.
34. Marín, D.H., Romero, A.R., Guzmán, M. and Sutton, T.B. 2003. Black sigatoka: an increasing threat to banana cultivation. *Plant Disease* 87: 208-222.
35. Mendez, B. H.A. 1998. Efecto de seis niveles de nitrógeno, seis de potasio y sus interacciones sobre la incidencia y severidad de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en el cultivo de banano, clon 'Gran Enano'. Tesis Ing. Agrónomo. Instituto Tecnológico de Costa Rica, San Carlos. 74 p.
36. Merchán, V.M. y Donato, M.C. 1994. Producción de ascosporas de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet y *M. musicola* Leach en hojas de plátano (*Musa* AAB). *Memorias de la XI Reunión ACORBAT 1994*. San José, Costa Rica. p. 301-309.
37. Merchán, V.M. y Chavarriaga, W.M. 1994. Alternativas de manejo de sigatoka negra en plátano Hartón (*Musa* AAB). *Memorias de la XI Reunión ACORBAT 1994*. p. 325-335.
38. Meredith, D., and Lawrence, J. 1969. Black leaf streak disease of bananas (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet): symptoms of the disease in Hawaii and notes on the conidial state of the causal fungus. *Transaction British Mycological Society* 52:459-476.
39. Meredith, D., Lawrence, J., and Firman, I.D. 1973. Ascospore release and dispersal in black leaf streak disease of bananas (*Mycosphaerella fijiensis*). *Transaction British Mycological Society* 60:547-554.
40. Mobambo, K.N., Zuofa, K., Gauhl, F., Adeniji, M.O., and Pasberg-Gauhl, C. 1994a. Effect of soil fertility on host response to black leaf streak of plantain (*Musa* spp., AAB group) under traditional systems in southeastern Nigeria. *International Journal of Pest Management* 40:75-80.
41. Mobambo, K.N., Zuofa, K., Gauhl, F., and Adeniji, M.O. 1994b. Influence of crop management and soil on plantain (*Musa* spp., AAB group) response to black sigatoka infection in southeastern Nigeria. *Tropicultura* 12:43-47.
42. Moorman, G. 2004. Cultural control of plant diseases. Pages 313-318. *In: Plant Pathology. Concepts, and laboratory exercises*. Trigiano, R.N., Windham, M.T., and Windham, A.S. (Eds.). CRC Press. Boca Raton, Florida, USA. 413 p.
43. Mulder, J.L., and Stover, R.H. 1976. *Mycosphaerella* species causing banana leaf spot. *Transactions of the British Mycological Society* 67:77-82.
44. Orozco-Romero, J., Orozco-Santos, M. y Pérez-Zamora, O. 2004. Diagnóstico y recomendación nutricional y de riego para banano en el trópico seco de México. *Publicación especial de la XVI Reunión ACORBAT 2004*. Oaxaca, México. p. 137-142.
45. Orozco-Santos, M. 1996. Comportamiento de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) del plátano en la costa de Colima, México. *XXIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Fitopatología*. Guadalajara, Jalisco, México. Resumen No. 54.
46. Orozco-Santos, M. 1998. Manejo integrado de la sigatoka negra del plátano. SAGAR, INIFAP, CIPAC. Campo Experimental Tecmán. Tecmán, Colima, México. Folleto técnico No. 1. 95 p.
47. Orozco-Santos, M., Farías-Larios, J., Manzo-Sánchez, G., and Guzmán, González, S. 2001. Black sigatoka disease (*Mycosphaerella fijiensis*) in Mexico. *INFOMUSA* 10(1):33-37.
48. Orozco-Santos, M., Farías-Larios, J., Manzo-Sánchez, G., y Guzmán-González, S. 2002. Manejo integrado de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) del banano en el trópico seco de México. *Memorias de la XV Reunión ACORBAT 2002*. Cartagena de Indias, Colombia. p. 119-124.
49. Orozco-Santos, M. y Orozco-Romero, J. 2006a. Sistemas de muestreo de sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) del banano. *In: Anais del I Simpósio de manejo adequado da sigatoka negra na cultura da banana*. Da Silva Moraes, W., Orozco-Santos, M. y Orozco-Romero, J. (Editores). Pariqueira-Açu, SP, Brasil. p. 56-82.
50. Orozco-Santos, M. y Orozco-Romero, J. 2006b. Control cultural de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano. *In: Anais del I Simpósio de manejo adequado da sigatoka negra na cultura da banana*. Da Silva Moraes, W., Orozco-Santos, M. y Orozco-Romero, J. (Editores). Pariqueira-Açu, SP, Brasil. p. 92-116.
51. Orozco-Santos, M. y Orozco-Romero, J. 2006c. Generalidades del control químico de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano. *In: Anais del I Simpósio de manejo adequado da sigatoka negra*

- na cultura da banana. Da Silva Moraes, W., Orozco-Santos, M. y Orozco-Romero, J. (Editores). Paríquera-Açu, SP, Brasil. p. 125-154.
52. Orozco-Santos, M., Orozco-Romero, J., Velázquez-Monreal, J. y Robles-González, M. 2006a. Prácticas culturales para el manejo de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano (*Musa AAA*). In: Resúmenes del Congreso Internacional sobre Manejo de la sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. CORBANA, INIBAP, MUSALAC. San José, Costa Rica. p. 56.
 53. Orozco-Santos, M. y Orozco-Romero, J., Pérez-Zamora, O., Robles-González, M. y Medina-Urrutia, V.M. 2006b. Manejo integrado de la sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en el cultivo de banano. In: Memoria científica del Curso-Taller: Manejo amigable del cultivo del banano. Orozco-Santos, M., Medina-Urrutia, V., Orozco-Romero, J., Robles-González, M. y Velázquez-Monreal, J. (Editores). XXXIII Congreso Nacional de Fitopatología. Manzanillo, Colima, México. p. 37-58.
 54. Pérez, V.L. 1998. Control de la sigatoka negra en cuba: un enfoque de manejo integrado de la enfermedad. *INFOMUSA* 7(1):26-30.
 55. Pérez, M., y Pérez, V.L. 2004. Variability of *Mycosphaerella fijiensis* populations in Cuba: Durability of the partial resistance of FHIA hybrids to black sigatoka. In: Publicación especial de la XVI Reunión ACORBAT 2004. Oaxaca, México. p. 219.
 56. Ramírez-S., G. 1989. Sobrevivencia de *Mycosphaerella fijiensis* var. *Difformis* en hojas de plátano bajo diferentes tratamientos. Memorias del XVI Congreso Nacional de Fitopatología. Montecillo, México. p. 72.
 57. Rivas, G.G., Zapater, M.-F., Abadie, C., and Carlier, J. 2004. Founder effects and stochastic dispersal at the continental scale of the fungal pathogen of bananas *Mycosphaerella fijiensis*. *Molecular Ecology* 13:471-482.
 58. Romero, R.A. 1998. El control de la sigatoka en producción de banano orgánico. In: Memorias del taller internacional: Producción de banano orgánico y/o ambientalmente amigable. Rosales, F.E., Tripon, S.C., y Cerna, J. (editores). INIBAP, CIID, EARTH. Guácimo, Costa Rica. p. 173-179.
 59. Romero, R.A. y Guzmán, M. 2006. Efectos de la enfermedad de la sigatoka negra en la producción y la calidad. In: Resúmenes del Congreso Internacional sobre Manejo de la sigatoka negra en banano y plátano en América Latina y el Caribe. CORBANA, INIBAP, MUSALAC. San José, Costa Rica. p. 18.
 60. Stover, R.H. 1980. Sigatoka leaf spot of bananas and plantains. *Plant Disease* 64:750-755.
 61. Stover, R.H. and Dickson, J.D. 1976. Banana leaf spot caused by *Mycosphaerella musicola* and *M. fijiensis* var. *difformis*: a comparison of the first Central American epidemics. *FAO Plant Protection Bulletin* 24:36-42.
 62. Villata, R. y Guzmán, M. 2005. Capacidad de esporulación de *Mycosphaerella fijiensis* en tejido foliar de banano depositado en el suelo y efecto antiesporulante de la urea. In: 1er Congreso Científico Técnico Bananero Nacional. Pococí, Limón, Costa Rica. Resumen. p. 14.
 63. Windham, A.S., and Windham, M.T. 2004. Chemical control of plant diseases. Pages 319-325. In: *Plant Pathology. Concepts, and laboratory exercises*. Trigiano, R.N., Windham, M.T., and Windham, A.S. (Eds.). CRC Press. Boca Raton, Florida, USA. 413 p.

MANEJO DA SIGATOKA-NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) NA AMAZÔNIA BRASILEIRA

MANAGEMENT OF BLACK SIGATOKA (*Mycosphaerella fijiensis*) IN THE BRAZILIAN AMAZONIA

Luadir Gasparotto & José Clério Rezende Pereira

Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa postal 319, 69011-970 – Manaus, AM, Brasil; gasparot@cpaa.embrapa.br

RESUMO

A sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis*) causa 100% de perdas na produção das cultivares suscetíveis. Encontra-se estabelecida em toda Região Norte, exceto no Estado de Tocantins. Vários trabalhos de pesquisa foram desenvolvidos, porém devido as características dos produtores e da região apenas a utilização de cultivares resistentes tem-se mostrado técnica, econômica e socioambientalmente correta. Para a adoção dessas novas cultivares foram ministrados cursos, instaladas unidades demonstrativas, realizados dias de campo, distribuídos folderes e comunicados técnicos para produtores e técnicos da extensão e distribuídas frutas aos consumidores para degustação. No documento estão descritas as principais características das cultivares recomendadas.

Palavras-chave: banana, *Musa* spp., doenças, controle

SUMMARY

Black sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) may cause until 100% of losses in the banana production. This disease is widespread in the North region of Brasil in exception the state of Tocantins. Many investigations were carried on however because of the traditional methods of the cultivation of banana in the region only the technology of resistant cultivars (RC) were adopted. The RC technology is technical, economical and environmental appropriate for this region. For divulgation and adoption of this technology by the farmers, it was conducted course, training and field trials, folder and technical reports. It was also offered fresh fruit for degustations. In this document are described the principal characteristics of the recommend cultivars.

Keywords: banana, *Musa* spp., disease, control.

RESUMEN

La sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) ocasiona pérdidas de 100% en la producción de los cultivares susceptibles. Actualmente se encuentra diseminada por toda región Norte de Brasil, a excepción del estado de Tocantins. Desde que se hizo la constatación de la enfermedad, han sido desarrolladas investigaciones para su control. Todavía, debido a las características de los productores y de la región, el empleo de cultivares resistentes en las plantaciones ha sido la medida de control técnica y económicamente más viable, así como, socio-ambientalmente la más correcta. Para la validación y difusión de los cultivares resistentes, se han establecidas parcelas demostrativas en nivel de finca, se han producido materiales técnico-pedagógicos (comunicados técnicos, folderes y cartillas) y se han realizado capacitación a técnicos extensionistas y productores. Además de eso, se ha hecho degustación de los frutos de los cultivares a los consumidores. En el documento, están descritas las principales características de los cultivares que han sido recomendados.

INTRODUÇÃO

A cultura da banana ocupa o segundo lugar em volume de frutas produzidas no Brasil e a terceira posição em área colhida. Entre as frutas mais consumidas no País, a banana é superada apenas pela laranja. Consumida pelas mais diversas camadas da população, a banana se faz presente na mesa dos brasileiros como um alimento, não apenas como sobremesa, com um consumo per capita em torno de 25 kg/ano.

A produção brasileira de banana está distribuída por todo o território nacional, sendo a Região Nordeste a maior produtora (34%), seguidas das Regiões Norte (26%), Sudeste (24%), Sul (10%) e

Centro-Oeste (6%). Na Região Norte, o Pará e o Amazonas concentram 88% da produção. A bananicultura é uma das atividades de maior relevância para o agronegócio da Região Norte do Brasil, principalmente, para o Estado do Amazonas, onde o consumo per capita gira em torno de 60 kg/ano. A banana é, portanto, uma das principais bases alimentares para a população amazonense.

São vários os problemas que afetam a bananicultura dessa região, que se caracteriza pelo baixo nível de tecnificação empregado nos cultivos, resultando em baixa produtividade e qualidade dos frutos. Além disso, os problemas fitossanitários relacionados às doenças, como a sigatoka-negra, contribuem com grandes perdas na produção.

A sigatoka-negra, causada pelo fungo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet (fase anamórfica: *Paracercospora fijiensis* (Morelet) Deighton), é a doença mais grave da bananeira (*Musa spp.*). Foi constatada no Brasil em 1998 (Pereira et al., 1998) e se encontra estabelecida em todos estados da Regiões Norte e Sul, exceto Tocantins, e nos Estados de Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Minas gerais.

Os sintomas iniciais são pequenas pontuações claras ou áreas despigmentadas na face abaxial, que progridem formando estrias marrom-claras, que podem atingir 2 a 3 mm de comprimento. Com o progresso, as estrias expandem radial e longitudinalmente e, ainda com coloração marrom-clara, podem ser visualizadas na face adaxial, podendo atingir até 3 cm de comprimento. Nos estádios finais da doença, as lesões apresentam-se com o centro deprimido e de cor branco-palha. As lesões apresentam um halo interno proeminente marrom-escuro, circundado por um pequeno halo amarelo. No centro das lesões, eventualmente, podem-se visualizar pontuações escuras representadas pelas frutificações do patógeno. As lesões coalescem e causam o secamento de todo o limbo foliar.

Devido a bananeira não emitir folhas após o florescimento e, portanto, não haver compensação, a doença torna-se extremamente severa após a emissão do cacho, com reflexos na produtividade da planta. Cerca de 40 dias após o florescimento, as plantas encontram-se com as folhas totalmente destruídas; os frutos ficam pequenos, desuniformes e com maturação precoce, cujas perdas nas cultivares suscetíveis podem atingir 100% da produção.

MANEJO

Para o controle químico da doença, os fungicidas sistêmicos devem ser aplicados a intervalos de 14 dias e os protetores a cada sete dias. No Amazonas, onde as condições climáticas são altamente favoráveis à sigatoka-negra, são necessárias até 52 pulverizações/ano, quando se utilizam fungicidas protetores, e/ou 26 pulverizações com sistêmicos.

Apesar de existirem vários fungicidas eficientes para o controle da sigatoka-negra, para o Estado do Amazonas não se recomenda a adoção do controle químico. Essa decisão está embasada nos seguintes pontos: no Amazonas, as cultivares resistentes atendem plenamente os consumidores; os plantios são constituídos por pequenas áreas; a maioria dos produtores não tem tradição no uso de defensivos e, além disso, o Amazonas é rico em mananciais e conta com exuberante biodiversidade que poderão ser afetados pelo uso indiscriminado de defensivos agrícolas.

Dessa forma, a utilização de cultivares resistentes constitui-se na estratégia de controle mais econômica e socioambiental correta, pois é de fácil aplicação, não depende de ações complementares por parte dos bananicultores e é estável do ponto de vista de preservação do meio ambiente.

Para viabilizar a substituição das cultivares suscetíveis pelas resistentes à sigatoka-negra, foram ministrados cursos, instaladas unidades demonstrativas, realizados dias de campo e distribuídos folderes e comunicados técnicos para os produtores e técnicos da extensão rural e distribuídas frutas das diferentes cultivares para degustação dos consumidores em diferentes locais, como supermercados, feiras, exposições agropecuárias e escolas. Além disso, o ministério da Agricultura, através das DFAs, e os governos dos Estados e prefeitos de alguns municípios distribuíram gratuitamente mudas das cultivares resistentes aos bananicultores da Região Amazônica.

As cultivares produtivas e resistentes à sigatoka-negra são: Caipira, Thap Mao, Pacovan Ken, BRS Prata Caprichosa, BRS Prata Garantida, Preciosa, BRS Japira, BRS Vitória, Prata Zulu, FHIA 01, FHIA 02, FHIA 18, FHIA 20, FHIA 21, Pelipita, Figo Cinza e Ouro (Gasparotto et al., 2006). As reações dessas cultivares às principais doenças são apresentadas no Tabela 1.

Caipira: É uma planta rústica, com pseudocaule verde-amarelo-pálido, com manchas escuras próximas à roseta foliar. As folhas são eretas e estreitas, com margens dos pecíolos avermelhadas.

Apresenta porte médio a alto, ciclo vegetativo de 383 dias e perfilhamento abundante. A ráquis masculina é desprovida de brácteas. O cacho é cilíndrico, podendo atingir até 40 kg, com mais de 10 pencas e até 360 frutos. É uma cultivar bastante conhecida internacionalmente pelas suas características de resistência aos principais problemas fitossanitários da cultura. É resistente à sigatoka-negra, sigatoka-amarela (*Mycosphaerella musicola* Mulder & Stover), mal-do-panamá (*Fusarium oxysporum* fsp. *cubense* (E. F. Smith) Sn. & Hansen) e à broca do rizoma (*Cosmopolites sordidus* Germ. (Coleoptera: Curculionidae)) e suscetível ao moko (*Ralstonia solanacearum* (Smith) Yabuuchi et al., raça 2) e ao nematóide cavernícola (*Radopholus similis* Cobb).

Thap Maeo: O pseudocaule é menos manchado, mais vigoroso e cachos maiores que a cultivar Mysore. Apresenta porte alto, ciclo vegetativo de 394 dias e perfilhamento bom. O cacho pode atingir 30 a 35 kg, com mais de 10 pencas e até 250 frutos. A resistência à sigatoka-negra é alta e estável, caracterizada pela baixa taxa de expansão de lesões, cuja coalescência das lesões ocorre somente nas folhas mais velhas, a partir da folha número 12. No florescimento tem 11 a 14 folhas viáveis e severidade na folha número 10 em torno de 10% do limbo lesionado. Além de resistente à sigatoka-negra, é resistente à sigatoka-amarela e ao mal-do-panamá, moderadamente resistente à broca do rizoma e ao nematóide cavernícola e suscetível ao moko.

Pacovan Ken: Denominada Prata Ken no Amazonas. Possui porte alto, ciclo vegetativo de 421 dias e perfilhamento bom. Os cachos podem atingir 30 kg com 7 a 10 pencas. Produz frutos, cujo formato, sabor e despencamento assemelham-se aos da cultivar Pacovan. No florescimento possui 11 a 13 folhas viáveis. É resistente à sigatoka-negra, sigatoka-amarela e ao mal-do-panamá e suscetível ao moko e ao nematóide cavernícola.

BRS Prata Caprichosa: Como as demais cultivares do subgrupo Prata, apresenta porte alto e rusticidade semelhante à cultivar Prata Comum. Os frutos, de elevada qualidade, pesam em média 168 g e quando maduros a casca tem coloração amarelo-intensa, polpa de coloração creme, com sabor e textura idênticos à cultivar Prata Comum. Possui resistência alta e estável para sigatoka-negra, caracterizada pelo reduzido número de lesões no limbo foliar e reduzida taxa de expansão das lesões; cuja coalescência de lesões ocorra somente nas folhas mais velhas, a partir das folhas 14 até 16. No florescimento, apresenta entre 12 e 15 folhas viáveis e severidade na folha número 10 menor que 3% do limbo foliar lesionado. É resistente, ainda, à sigatoka amarela e ao mal-do-panamá.

BRS Prata Garantida: Apresenta bom perfilhamento e porte elevado. O número e tamanho de frutos são maiores que os da cultivar Prata São Tomé. Os frutos, quando maduros, apresentam um sabor mais adocicado, ligeiramente menos ácido e também resistentes ao despencamento quando comparados aos frutos da cultivar Prata São Tomé. Possui resistência alta, estável e não previsível à sigatoka-negra, caracterizada pelo reduzido número de lesões no limbo foliar. Apresenta no florescimento 11 a 13 folhas viáveis e severidade na folha número 10 inferior a 4% do limbo lesionado. É resistente, ainda, ao mal-do-panamá e a sigatoka-amarela e suscetível ao moko.

Preciosa: Apresenta resistência alta, não estável e não previsível à sigatoka-negra, caracterizada pelo baixo número de lesões no limbo foliar. No florescimento apresenta 12 a 14 folhas viáveis. Produz frutos semelhantes aos da cultivar Pacovan. Além disso, é resistente à sigatoka-amarela.

BRS Japira: Produz frutos semelhantes aos da cultivar Pacovan em termos de textura, sabor e resistência ao despencamento. Apresenta resistência alta e estável à sigatoka-negra, caracterizada pelo baixo número de lesões no limbo foliar e reduzida taxa de expansão das leões. No florescimento apresenta pelo menos 13 folhas viáveis e severidade na folha número 10 inferior a 5% do limbo foliar lesionado. Além de resistente à sigatoka-negra, é resistente ao mal-do-panamá, à sigatoka-amarela e antracnose em pós-colheita.

BRS Vitória: Produz frutos semelhantes aos da cultivar Pacovan, em sabor, textura e resistência ao despencamento. Apresenta resistência alta e estável à sigatoka-negra, caracterizada pelo reduzido número de lesões no limbo foliar. No florescimento apresenta 11 a 12 folhas viáveis. É, também, resistente à sigatoka-amarela, ao mal-do-panamá e a antracnose em pós-colheita.

Prata Zulu: Possui porte alto, ciclo vegetativo de 401 dias e perfilhamento bom. O cacho pesa em torno de 20 a 25 kg com mais de 10 pencas. Produz frutos cujo formato, sabor e despencamento assemelham-se em muito aos da cultivar Pacovan. Os frutos têm pedúnculo rígido e são resistentes

ao despencamento, característica esta que permite transporte a longas distâncias; porém apresenta problemas de escurecimento da casca quando mal manuseados. Apresenta resistência alta e estável para a sigatoka-negra, caracterizada pela reduzida taxa de expansão das lesões; cuja coalescência de lesões ocorra somente nas folhas mais velhas. No florescimento possui 12 a 16 folhas viáveis e severidade na folha número 10 inferior a 3% do limbo foliar lesionado. É altamente resistente às sigatokas negra e sigatoka e suscetível ao moko, mal-do-panamá, broca do rizoma e ao nematóide cavernícola.

FHIA 01: Possui porte alto, ciclo vegetativo de 353 dias e perfilhamento bom. O cacho pesa cerca de 24 kg com 10 pencas. Os frutos são semelhantes aos das cultivares do subgrupo Prata, porém mais adocicados e com menor textura de polpa e maior predisposição ao despencamento. Apresenta resistência alta, estável e moderadamente previsível à sigatoka-negra, caracterizada pelo baixo número de lesões no limbo foliar e reduzida taxa de expansão de lesões nas folhas mais velha. No florescimento, apresenta pelo menos 13 folhas viáveis e severidade na folha número 10 menor que 5% de limbo lesionado. É resistente ao mal-do-panamá, moderadamente resistente à sigatoka-amarela e suscetível ao moko.

FHIA 02: Produz frutos semelhantes aos das cultivares do subgrupo Cavendish (Grande Naine, Nanicão). Possui resistência alta e estável para a sigatoka-negra, caracterizada pelo reduzido número de lesões no limbo foliar e reduzida taxa de expansão de lesões nas folhas mais velhas. Apresenta no florescimento 11 a 13 folhas viáveis e severidade na folha número 10 em torno de 3% do limbo lesionado. É, também, resistente ao mal-do-panamá e à sigatoka-amarela e suscetível ao moko.

FHIA 18: Possui porte médio, ciclo vegetativo de 353 dias e perfilhamento bom. Os cachos podem atingir 40 kg com mais 10 pencas. Produz frutos cujo formato e sabor assemelham-se aos das cultivares do subgrupo Prata. Apresenta resistência alta, estável e não previsível para a sigatoka-negra, caracterizada pelo reduzido número de lesões no limbo foliar e reduzida taxa de expansão das lesões. Difere da cultivar FHIA 01 por ser suscetível ao mal-do-panamá e pela retenção de restos florais e brácteas por longo tempo, semelhante à cultivar Prata Anã. É moderadamente resistente à sigatoka-amarela e suscetível ao moko.

FHIA 20: Plátano introduzido de Honduras. Apresenta resistência alta, estável e previsível para a sigatoka-negra, caracterizada pelo reduzido número de lesões no limbo foliar e baixa taxa de expansão das lesões nas folhas mais velhas. No florescimento apresenta 11 a 13 folhas viáveis e severidade na folha número 10 inferior a 10% do limbo foliar lesionado. Produz frutos semelhantes aos da cultivar Terra ou Maranhão. É resistente, ainda à sigatoka-amarela e ao mal-do-panamá e suscetível ao moko.

FHIA 21: Plátano introduzido de Honduras. Produz frutos semelhantes aos da cultivar D'Angola. Tanto os frutos da cultivar FHIA 20 quanto os da cultivar FHIA 21 prestam-se ao consumo após coação ou fritura. Apresenta resistência alta e estável à sigatoka-negra, caracterizada pelo baixo número de lesões no limbo foliar e reduzida taxa de expansão das lesões nas folhas mais velhas; não ocorrendo coalescência de lesões. Apresenta no florescimento até 14 folhas viáveis e severidade na folha número 10 inferior a 5% do limbo foliar lesionado. É também, resistente à sigatoka-amarela e ao mal-do-panamá.

Pelipita: Em outras regiões é denominada Pelipito, banana Cacau e Lilimita. Pertence ao subgrupo Figo ou Bluggae, cujos frutos devem ser consumidos, preferencialmente, após cocção, frituras ou na forma de mingaus. É uma cultivar rústica, de porte médio/alto com bom perfilhamento. Os cachos podem atingir 40 kg com até 10 pencas. Os frutos da cultivar Pelipita apresentam vantagem comparativas em relação aos da banana D'Angola; 650 % a mais de fibras e 625 % menos gordura na polpa, o que propicia maiores digestibilidade e rendimento industrial, quando empregadas na confecção de farinha e banana 'chips'. A coloração amarelo-alaranjada da polpa dos frutos verdes da cultivar Pelipita torna-os mais atraentes do ponto de vista comercial, principalmente na confecção de banana 'chips' e os diferenciam dos frutos das cultivares Figo cinza, banana Sapo e banana Coruda que apresentam polpa com coloração branco-pálido. No florescimento a severidade na folha número 10 é inferior a 4% do limbo foliar lesionado e, via de regra, apresenta entre 11 a 14 folhas viáveis. A

cultivar Pelipita possui resistência alta, estável e previsível para a sigatoka-negra e vertical completa para a sigatoka-amarela, porém é suscetível à raça 2 de *F. oxysporum* fsp. *cubense* e ao moko.

Figo Cinza: Pertencente ao subgrupo Figo ou Bluggoe, recebe outras denominações como banana Pão, banana Marmelo, Coruda entre outras. Apresenta no florescimento 11 a 12 folhas viáveis e a severidade na folha número 10 inferior 5% do limbo foliar. Além de resistente à sigatoka-negra, possui resistência vertical completa à sigatoka-amarela, porém é suscetível à raça 2 de *F. oxysporum* fsp. *cubense* e ao moko.

Ouro: Cultivar diplóide (AA) também denominada Ourinho ou Baby banana. Possui resistência moderada e estável à sigatoka-negra. No florescimento apresenta entre 8 e 10 folhas viáveis e severidade média na folha número 10 em torno de 15% do limbo foliar lesionado. É resistente ao mal-do-panamá, porém é altamente suscetível à sigatoka-amarela. Nos municípios do Amazonas onde a sigatoka-amarela foi substituída pela sigatoka-negra houve uma significativa melhoria na produtividade desta cultivar.

BIBLIOGRAFIA

1. Gasparotto, L., Pereira, J.C.R., Hanada, R.E., Montarroyos, A.V.V. (2006). Sigatoka-negra da bananeira. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. 180 p.
2. Pereira, J.C.R., Gasparotto, L., Coelho, A.F.S., Urben, A.F. (1998). Ocorrência da Sigatoka Negra no Brasil. Fitopatologia Brasileira 23(Suplemento): 295. Resumo.

Tabela 1. Reação de cultivares às principais doenças da bananeira.

Cultivar	Grupo Genômico	Sigatoka-negra	Sigatoka-amarela	Mal-do-panamá	Moko
Caipira	AAA	R*	R	R	S
Thap Maeo	AAB	R	R	R	S
Pacovan Ken	AAAB	R	R	R	S
BR Prata Caprichosa	AAAB	R	R	R	S
BRS Prata Garantida	AAAB	R	R	R	S
Preciosa	AAAB	R	R	-	S
BRS Japira	AAAB	R	R	R	S
BRS Vitória	AAAB	R	R	R	S
FHIA 01	AAAB	R	MS	R	S
FHIA 02	AAAA	R	R	R	S
FHIA 18	AAAB	R	MS	S	S
FHIA 20	AAAB	R	R	R	S
FHIA 21	AAAB	R	R	R	S
Prata Zulu	AAB	R	R	S	S
Pelipita	ABB	R	R	R ¹	S
Figo Cinza	ABB	R	R	R ¹	S
Ouro	AA	MR	S	R	S

*R=Resistente; S=Suscetível; MS=Moderadamente suscetível; MR=Moderadamente resistente.

¹Suscetível à raça 2 de *Fusarium oxysporum* fsp. *cubense*.

Fonte: Gasparotto et. al. (2006).

MANAGEMENT OF BLACK SIGATOKA IN CAMEROON

MANEJO DA SIGATOKA NEGRA NA REPÚBLICA UNIDA DOS CAMARÕES

L. de Lapeyre de Bellaire^{1,2}; J. Essoh Ngando²; C. Abadie³; J. Carlier⁴; T. Lescot¹ & E. Fouré^{1,2}

¹CIRAD, Unité de Recherche 'Systèmes de culture bananes, plantains et ananas'; ²CARBAP, Centre Africain de Recherches sur les Bananiers et Plantains, Centre de recherches de Njombé, Bureau de liaison BP 832, Douala, Cameroun ;

³CIRAD, Unité de Recherche 'Amélioration génétique d'espèces à multiplication végétative', Station de Neufchâteau, 97130, Capesterre belle eau, Guadeloupe ; ⁴CIRAD, UMR-BGPI, Campus International de Baillarguet, 34398, Montpellier, Cedex 5

SUMMARY

In Cameroon, *Mycosphaerella fijiensis* was reported for the first time in 1981 and the control against black leaf streak disease represents the highest production cost which can attend up to 10% of total production cost. In fact, the epidemiological context which exists in Cameroon is particularly favourable to the disease notably in the rainy season from April to November. Towards the end of the 80s, a forecasting system using biological descriptors was elaborated and applied with success, reducing the number of treatments to 12 – 14 per year. Since 1996, the development of fungicide resistance lead, even if the levels of resistance fluctuate, to the progressive abandon of this rational strategy at the expense of systematic control methods. Thus in 2005, about 40-50 treatments were done on most of the plantations and the control programme was based on the ratio of 80% of contact fungicides and 20% of systemic and penetrant fungicides. This evolution has lead to an important increase of the cost of disease control, but also to an increase of negative environmental effects. In those conditions, research conducted in Cameroon is aimed to:

- * Experiment fungicides having less negative environmental effects.

- * Adapt control strategies to the situation of fungicide resistance. Experiments realised in 2005 have shown that chlorothalonil enabled a very good control of the disease, even in the rainy season. New strategies where the proportion of chlorothalonil would be rationalized to a minimum are presently evaluated.

- * Evaluate the possible reversibility of fungicide resistance, in order to reintroduce a the more sustainable forecasting strategy. The hypothesis is that the fluctuations observed in the resistance frequency to systemic fungicides could result from a lower fitness of resistant strains, which could be counter- selected in the absence of the fungicide selection pressure and/or gene flow between the treated and the untreated areas.

Keywords: *Mycosphaerella fijiensis*, forecasting system, Chemical control, fungicide resistance.

INTRODUCTION

Black Sigatoka (Black Leaf Streak Disease, BLSD) is one of the main parasitic constraints in agro-industrial plantations of dessert bananas. This disease has an important impact, since all banana varieties cultivated in agro-industrial plantations belong to the Cavendish sub group which is highly susceptible to BLSD (Fouré *et al.*, 1990). On susceptible varieties of bananas and plantains, BLSD provoke the appearance of leaf necrosis, and the attack of the pathogen (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) can lead to important reduction in photosynthetic activity and yield losses which vary between 10 and 100%. However, the most important effect of the disease is indirect, for bunches harvested on highly affected plants have their green life reduced and cannot be exported (Stover, 1974). This foliar disease is present in the major banana producing countries in the world (Pasberg-Gauhl *et al.*, 2000), and the intensive cultivation of dessert banana for exportation can only be achieved through intensive chemical control.

Control of BLSD is essentially based on aerial application of fungicides to protect the young leaves from contamination. In most production countries, fungicides are applied systematically following a predetermined framework (Marin *et al.*, 2003). In some cases, forecasting systems have been established and treatments are decided as a function of the degree of evolution of the disease (Fouré, 1988; Bureau, 1990). Three types of fungicides are used: (i) contact fungicides which have only preventive effect (mancozeb or chlorothalonil); (ii) penetrating fungicides (inhibitors of ergosterol biosynthesis of group 2 and pyrimethanil) which have a low curative effect; and (iii) systemic fungicides (antimitotics - benzimidazoles -, inhibitors of ergosterol biosynthesis of group 1 – triazoles - and respiratory inhibitors – strobilurines -) which have a strong curative effect. Moreover, these fungicides particularly the systemic ones are used in oil (or in an oily emulsion) for these oils enable a

better distribution of the fungicide, limiting it from being wash away by rainwater, and particularly because they have a fungistatic effect. Finally, in the treatment strategies, fungicides are used in alternation or in mixtures (Marin *et al.*, 2003). Depending on prevailing climatic conditions which determine parasitic pressure, the susceptibility of the parasite to systemic fungicides and the control strategy used, 12 to 60 treatments per year are realized for BLSD control.

HISTORY OF BLACK SIGATOKA CONTROL IN CAMEROON

1. Development of a forecasting system

Mycosphaerella fijiensis was reported for the first time in Africa, in Gabon, in 1980 and further in Cameroon in 1981 (Fouré, 1984). Rapidly BLSD has reached all the banana commercial farms, and the control against this disease represents today the second highest production cost which can attend up to 10% of total production cost (0,55 USD/box). In fact the epidemiological context which exists in Cameroon, particularly in the Mungo division where most of the banana plantations are located, is very favourable to the disease (Fouré and Moreau, 1992), notably in the rainy season from April to November (figure 1). Towards the end of the 80s, a forecasting system using biological descriptors was established (Fouré, 1988) and enabled a good control of the disease with only 12-14 applications per year using systemic fungicides (figure 2).

Figure 1. Weekly rainfall observed in the Mounou division, over a 1 year period.

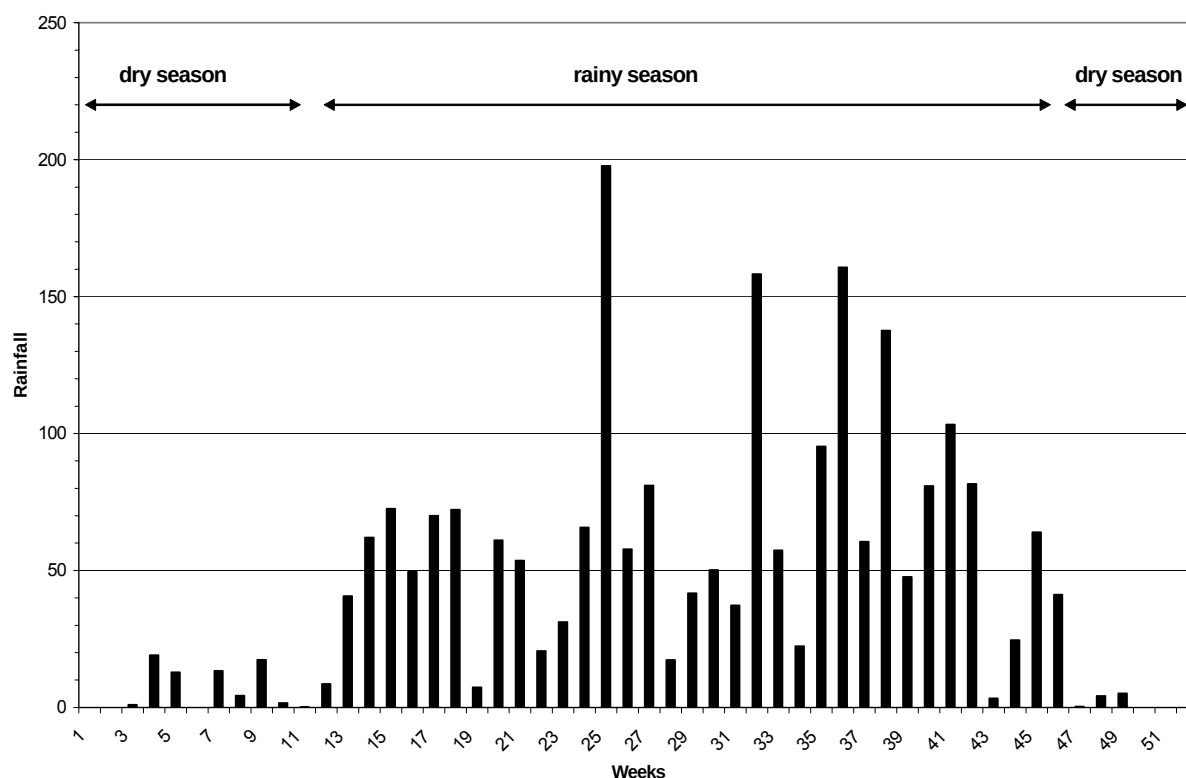
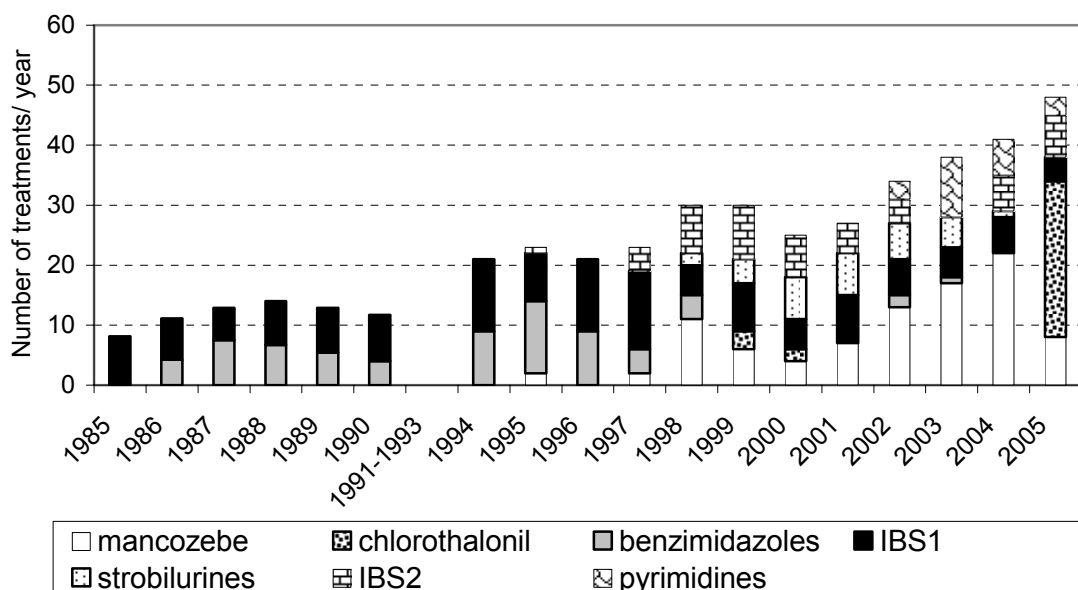


Figure 2. History of fungicide use in Cameroon, for BLSD control



This forecasting system relies on specific technical factors (i) the timing of decisions; (ii) the timing of applications; (iii) the treatment efficacy and (iv) the organization of control (de Lapeyre de Bellaire *et al.*, 2000).

1.1. Timing of decisions

The biological forecasting system (Fouré, 1988) is based on the early detection of new attacks through the calculation of a parameter called the Stage of Evolution of the Disease (SED). In this method, 10 plants are selected in a plot and are observed every week to provide continuous information about the development of the disease. The youngest leaves of the banana tree (leaf 2, 3 and 4) are inspected every week and the most advanced stage of the disease is scored for each leaf. As shown in table 1, a coefficient is attributed to each different (leaf number)/(stage of the disease) associations, and depends also on the density of infection. This coefficient is characteristic of the speed of evolution of the disease.

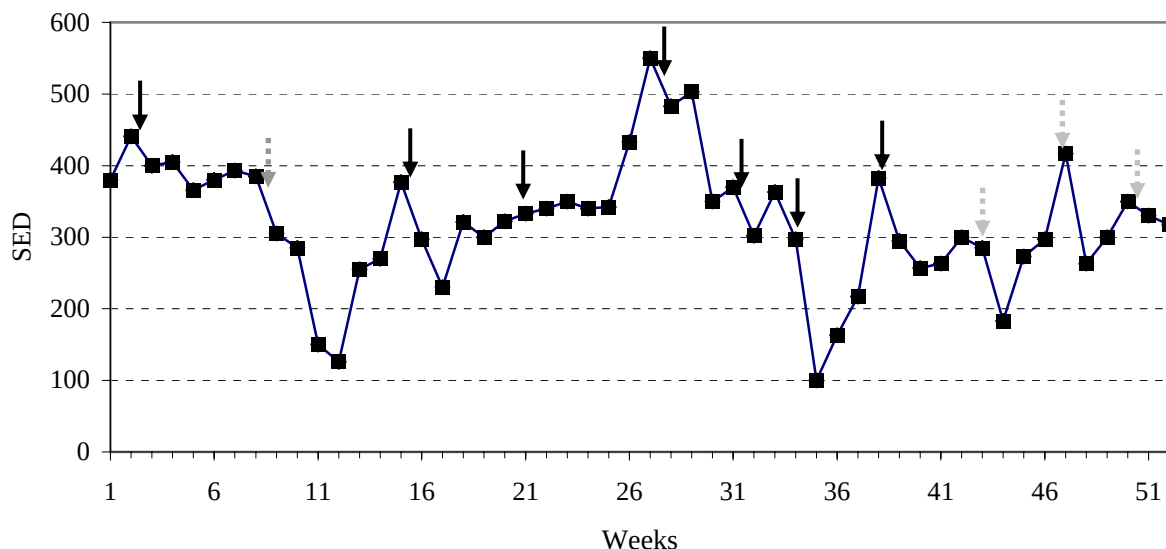
Table 1. Coefficients attributed to the different (leaf number) / (stage of the disease) association, for the calculation of the Stage of Evolution of the Disease (SED)

		Leaf II	Leaf III	Leaf IV
Stage of the disease ^x				
1	-	60	40	20
	+	100	80	60
2	-	100	80	60
	+	140	120	100
3	-	140	120	100
	+	180	160	140
4	-	180	160	140
	+	200	200	180
5	-	220	200	180
	+	260	240	220
6	-	260	240	220
	+	300	280	260

^x for each stage of the disease, the coefficient attributed depends on density of symptoms: (-) if less than 50 lesions are observed on the leaf ; (+) if more than 50 lesions are observed on the leaf

The sum of all the corresponding coefficients (SC) is calculated every week over all leaves observed on the 10 plants. A second observation is carried out on those 10 plants noting the Foliar Emission Rate (FER), which is an indicator of plant vigour (the more vigorous is the growth of the banana trees, the faster is disease development). The Stage of Evolution of the Disease is calculated as $SED = SC \times FER$. SED is an indicator of the potential of development of the disease and timing of decisions is made according to the curve of SED (figure 3).

Figure 3. Evolution of BLSD in a banana plantation of Cameroon, in 1990. In this plantation, timing of fungicide treatments has been decided according to the Stage of Evolution of the Disease (SED). Fungicide applications are represented by arrows: antimetabolites (grey, dot-line) and triazoles (black).



1.2. Timing of applications

The time between decision and execution of one application should be as short as possible. Treatments are made by airplane allowing a fast operation. However the climatic conditions required for aerial spraying are limiting, and only a small window, early on the morning and late in the afternoon, is suitable otherwise thermal inversion and air turbulence do not allow correct spray deposition. Aerial application is not possible on rainy and windy days. The logistics available for aerial sprayings are then essential to optimize spraying during this small window.

1.3. Treatment efficacy

The efficacy of treatments is depending on the quality of the foliar application and a good coverage is indispensable. Bad weather conditions on the day of application, an irregular topography or the presence of obstacles might alter its uniformity. The use of mineral oils as carrier considerably improves the quality of coverage through aerial spraying with low volumes (12-15 l/ha). The recent development of GPS for aerial spraying has also enabled a strong improvement in the quality of aerial spraying.

The efficacy of treatments relies also on a strong curative effect and systemic fungicides are thus preferred to contact or penetrant fungicides. The systemic fungicides used for BLSD control were in the beginning antimetabolites and triazoles. The strobilurins developed at the end of 90s were still not available when the forecasting system has been developed in Cameroon. Moreover, the use of systemic fungicides in pure oil strengthens their curative effect, because mineral oils have also a fungistatic effect.

Keeping the sources of inoculum at a very low level is also important to ensure good efficacy of treatments. Where extensive spotting is present, new infections will develop quickly because chemical sprays do not eliminate the disease from spotted leaves and the only solution is to remove them mechanically from the banana tree. So, continuous deleafing is done weekly in the banana farms in order to remove spotted material.

1.4. Organization of control

Since ascospores are transported by wind over long distances, the control strategy should be the same in all banana plantations to prevent any disruption. The organization is more efficient if centralized by the same technical service operating according to rational guidelines rather than if each grower implements his own strategy often with short-term objectives. Centralization of decisions and operations are then essential. In Cameroon bananas are grown only by 3 companies (Cie Fruitière, 3000 ha; CDC/Del Monte, 2000 ha; SPM, 800 ha since 1999) which helps in the centralization of BLSD control.

2. Development of fungicide resistance and evolution to a systematic strategy

From 1984 to 1991 this forecasting strategy has performed well with only 12 to 14 applications per year (figure 2). During this period 5-8 and 4-7 treatments/year were realized respectively with triazoles and benzimidazoles, the later being used mainly during the dry season. The forecasting system was managed by a same technical service under the responsibility of the CRBP (Centre de Recherche sur les Bananiers et Plantains, Cameroon, now CARBAP).

After that period, the banana companies decided to manage themselves the forecasting system. Nevertheless bad choices in the logistics for aerial spraying led to a loss of control, and the number of treatments increased in order to go back to a better control. During that period 12 treatments/year with triazoles and more than 10 treatments/year with benzimidazoles were done. This intensive use of systemic fungicides provoked an outbreak of fungicide resistance which could be detected in the monitoring programs for first time in 1996. The fungicide resistance resulted in the progressive abandon of the rational forecasting strategy at the expense of a systematic control strategy. This evolution has also been accompanied by changes in the use of fungicides. Antimitotics and triazoles have been less used, and the proportion of penetrant and contact fungicides has increased. By another hand, strobilurins have been introduced in the spray programs in 1998, but their use has led to a fast development of resistant strains and they were abandoned in 2004. Thus in 2005, about 40-50 treatments were done on most of the plantations and the control program was based on the ratio of 90% of contact fungicides and 10% of systemic and penetrant fungicides (figure 2). This evolution has led to an important increase of the cost of disease control, but also to an increase of negative environmental effects. In fact, the number of treatments has increased by 4, but at the same time, the quantity of active ingredients used/ha has also increased by 10 (systemic fungicides are ordinary used at the rate of 100 g/ha, since contact fungicides are used at rates ranging from 700 to 1500 g/ha). So, these changes resulted in an increase of an amount of active ingredients/ha by 40.

III. DEVELOPMENT OF MORE SUSTAINABLE CONTROL STRATEGIES

Strategies with so much negative environmental effects are not sustainable. In order to develop more sustainable strategies, interest has been pushed on :

- (1) experiment fungicides having less negative environmental effects;
- (2) adapt control strategies to the situation of fungicide resistance;
- (3) evaluate the possible reversibility of fungicide resistance in order to reintroduce a forecasting control strategy using systemic fungicides.

1. Evaluation of bio-fungicides

Various bio-fungicides have been experimented in order to evaluate their effect on BLSD and to identify on what kind of strategy they could be used for the control of this disease. Fungicides having a strong curative effect can be used in a forecasting strategy, since those having a low curative effect require a systematic strategy. These tests have been carried out since 2005, on the experimental station of CARBAP in Nyombe, on banana plots grown with the cultivar Grande Naine, triploid AAA of sub-group Cavendish, which is highly susceptible to BLSD.

1.1. Biocontrol agents. *Bacillus subtilis* (Serenade) has been tested in different modalities, all of them including oil at the rate of 20l/ha. All treatments with Serenade enabled a significant control of BLSD as compared with an untreated control. Serenade mixed with Dithane F488 at half rates had the same effect than Dithane F488 alone at the full rate. Serenade treatments controlled the disease as well as straight oil and mancozeb mixed in oil. Nevertheless it is not possible to determine whether the efficacy of the Serenade treatments was due to the own effect of *Bacillus subtilis* and/or to the fungistatic effect of oil, since these treatments were mixed in oil.

New experiments started in 2006 in order to evaluate the own activity of Serenade used in water and the interest of mixtures of serenade with mancozeb.

1.2. Essential oils. Timorex, essential oil of *Melaleuca alternifolia*, applied in water did not allow a good control of BLSD. Timorex applied in oil, controlled the disease as well as pyrimethanil, but it is probable that this effect was due to the fungistatic effect of oil. Moreover, Timorex used at this rate was phytotoxic, particularly when used in oil.

1.3. Miscellaneous. Alimentary additives, organic acids, and potassium carbonates have been tested in water in a systematic framework of 7 days. None of them controlled BLSD.

1.4. Leachates of decomposed banana and plantain parts. Leachates of decomposed banana and plantain material (bunch stems) have been produced in small units. In a first step, present work aims to evaluate the antifungal activity of such leachates through a biological test on artificial media amended with these leachates. This biological test is either a growth test of *Colletotrichum musae* cultures either a germination test of *Mycosphaella fijiensis* ascospores or *Colletotrichum musae* conidia. The antifungal activity of these leachates has been evaluated every week, all along the course of the production process. The stability of the antifungal activity has also been evaluated. The first results are still in progress but show a promising antifungal effect on the two pathogens of some of these leachates of decomposed banana.

In a second step, the ability of such leachates to control BLSD will be evaluated at the field level.

2. Adaptation of systematic strategies

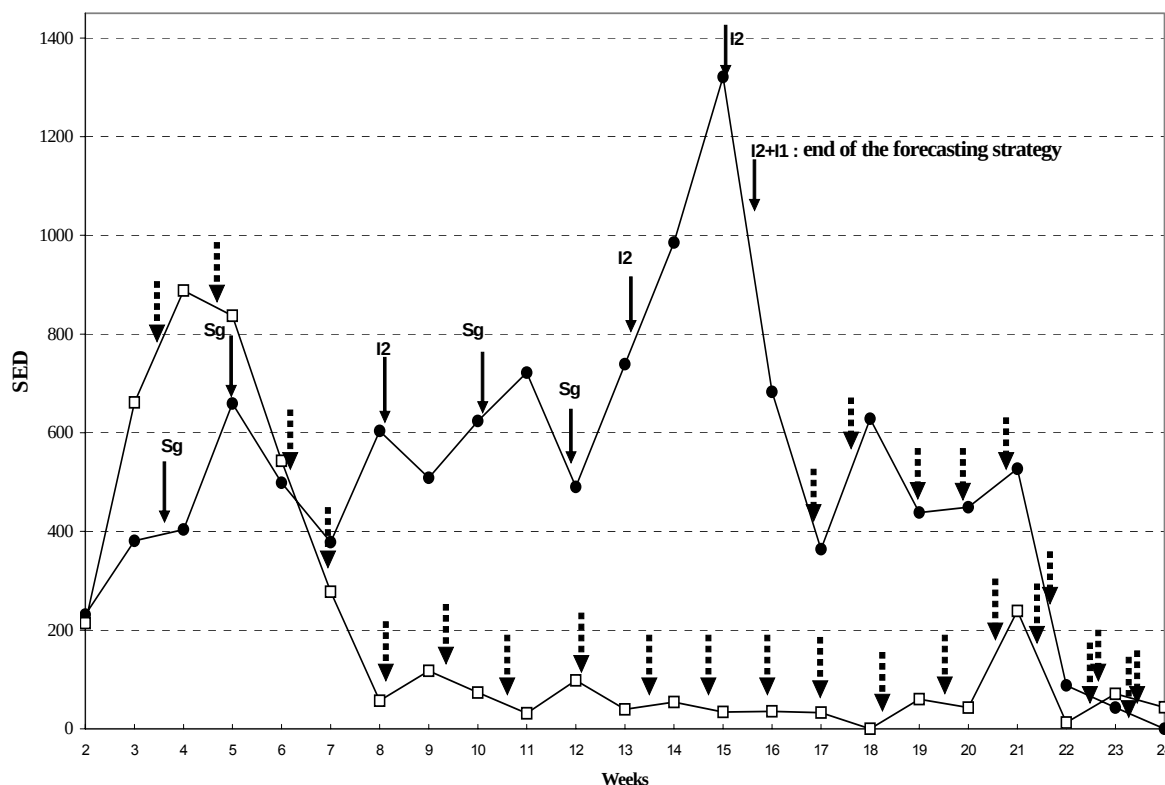
The objective of these trials was to evaluate new strategies excluding the use of systemic fungicides for BLSD control in the commercial banana plantations of Cameroon. Those strategies would then rely on contact (mancozeb, chlorothalonil) or penetrant (pyrimidins, sterol biosynthesis inhibitors of group 2) fungicides. A first experiment was carried out on a commercial banana plantation of 200 ha divided in two equal parts for aerial spraying, in order to compare two different strategies in the dry season and in the rainy season.

2.1. Dry season strategy. The objective was here to investigate the possibility to control BLSD in the dry season using a forecasting strategy with penetrant fungicides. Two strategies were then compared from January to April 2005:

- a strategy where fungicide applications were decided according to the level of the SED. The fungicides used in this strategy were either sterol biosynthesis inhibitors of group 2 (SBI2), either pyrimethanil. SBI2 were applied in straight oil (15 l/ha), and pyrimethanil was used in an emulsion of 7L oil + 8L water + emulsifier.
- a strategy where chlorothalonil (Bravo 720) was used systematically on a 7 day timetable. Bravo was applied in 20L of water/ha.

The systematic strategy with chlorothalonil induced a fast decrease of the SED (figure 4). The SED in the forecasting strategy never decreased significantly and control of the disease was ineffective by the end of the dry season. The end of this strategy was then decided, and an application of Sico + SBI2 enabled a fast decrease of the SED. A conversion of the forecasting strategy to a systematic use of chlorothalonil prolonged the decrease of the SED and enabled an improvement of the sanitary level (figure 4).

Figure 4. Evolution of the SED in the course of an experiment where a forecasting strategy with penetrants (●) has been compared with a systematic use of chlorothalonil (□), during the dry season. Fungicide application are represented by arrows: Siganex (Sg); Sterol Biosynthesis Inhibitors of group 2 (I2); Sterol Biosynthesis Inhibitors of group 1 (I1); Chlorothalonil (dot line).

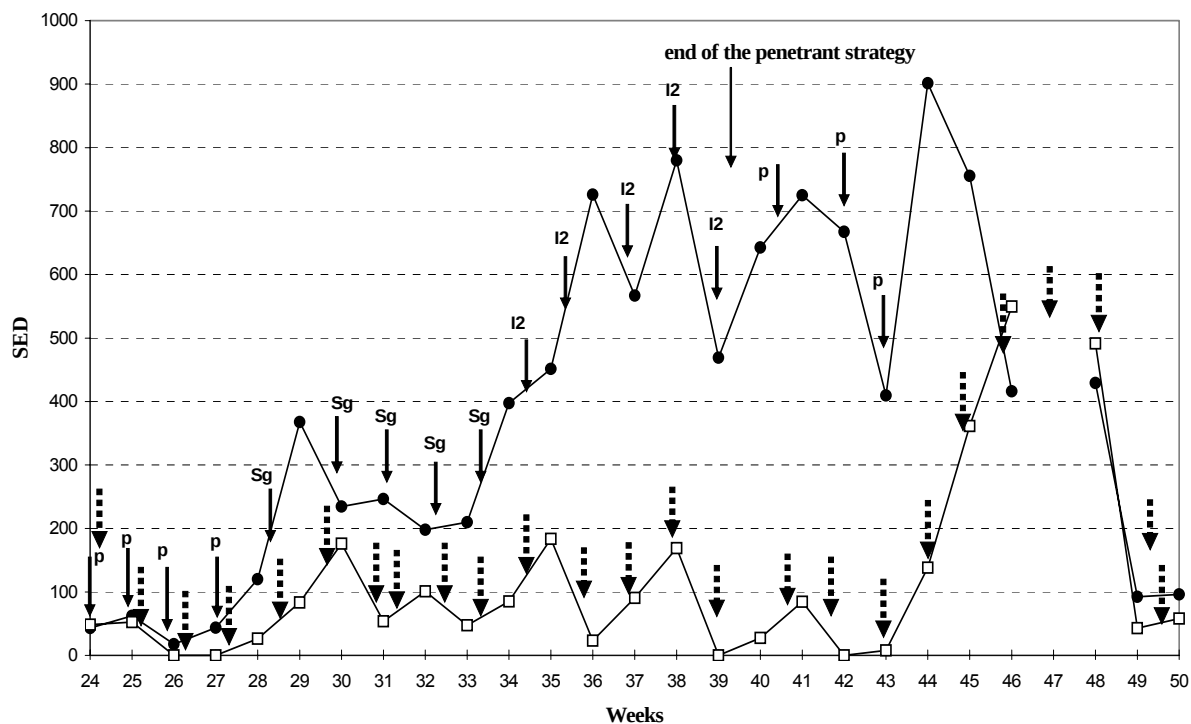


2.2. Rainy season strategies. The objective was here to evaluate the possibility to control BLSD in the rainy season using penetrant and contact fungicides in a systematic strategy. Two strategies were compared from June to December 2005:

- a strategy where penetrants were used systematically on a 10 days timetable. The fungicides used in this strategy were either sterol biosynthesis inhibitors of group 2, either pyrimethanil. SBI2 were applied in straight oil (15 l/ha), and pyrimethanil was used in an emulsion of 7L oil + 8L water + emulsifier.
- a strategy where chlorothalonil (Bravo 720) was used systematically on a 7 day timetable. Bravo was applied in 20L of water/ha.

The systematic strategy with chlorothalonil provided a better control of BLSD in the rainy season than the systematic strategy with penetrants (figure 5). It was decided to stop the penetrant strategy at the beginning of October and, after a transition period of three mancozeb applications in water, to apply a chlorothalonil strategy. Even in the rainy season, the conversion to a chlorothalonil strategy enabled a decrease of the SED and an improvement of the sanitary level.

Figure 5. Evolution of the SED in the course of an experiment where a systematic use of penetrants (●) has been compared with a systematic use of chlorothalonil (□), during the rainy season. Fungicide application are represented by arrows: Siganax (Sg); Sterol Biosynthesis Inhibitors of group 2 (I2); Penncozeb (p); Chlorothalonil (dot line). Penetrants have been applied on a 10 day timetable and chlorothalonil on a 7 days timetable



2.3. Towards a strategy of rational use of chlorothalonil. A new strategy is now experimented in order to rationalize the use of chlorothalonil in systematic strategies relying on contact fungicides. This strategy is presently evaluated over two commercial plantations. In such strategy, chlorothalonil is used until a low disease level is achieved in the plantation (low SED, no leaf spotting i.e; YLS > 12). Then, another contact fungicide (mancozeb) is applied in water until an increase of SED is observed in the plantation; a new conversion to a chlorothalonil strategy is then applied.

3. Evaluation of a possible reversion of fungicide resistance

Regular monitoring of fungicide resistance in the commercial banana plantations has been conducted since 1985 in order to evaluate the sensitivity to systemic fungicides in *M. fijiensis* populations. The methodology used was a germination test of ascospores projected on an agar medium amended or not with a specific fungicide concentration.

Leaf samples were collected in commercial banana plantations as well as in untreated plantations located in the same area (small plantain plots).

3.1. Evaluation of resistance to antimetabolites. Sensitivity to benomyl or methyl-thiophanate was evaluated at the concentration of 5 ppm. Those having a distorted germ tube or that did not germinate were considered as susceptible and those with normal germ tubes were considered as resistant. The proportion of resistant strains was then calculated.

The first resistant strains were detected in 1996 in the commercial banana plantations that is after about 10 years of usage. The frequency of resistant strains was heterogeneous in the first years and became progressively generalised (table 2). This spread of resistance to antimetabolites has been observed similarly in all commercial banana plantations. Resistant strains were never observed in untreated plantations. In the last monitoring date, there was a trend to a slight decrease of the proportion of resistant strains.

Table 2. Evolution of fungicide resistance to benomyl or methyl-thiophanate (Benlate or Callis) in a commercial banana plantation of Cameroon.

Years	% Resistant strains in the commercial plantations (Min-Max)	% Resistant strains in the untreated plantation
1993	0	0
1994	0	0
1995	0	0
1996	15 (0-60)	0
juil-97	12 (0-60)	0
déc-97	18 (0-55)	0
avr-98	36 (0-80)	0
oct-00	25 (0-51)	0
sept-02	51 (14-82)	0
avr-03	40 (0-64)	0
oct-03	44 (18-60)	0
avr-04	48	0
dec-04	20 (0-48)	0

By another hand, resistance to antimitotics has been detected in two years at high levels (>50% resistant strains) in a new farm created in 2000 where these fungicides had never been used. This farm has been created in Mbanga which is far-off the other commercial farms located in Njombe and Penja. It is then more probable that resistant strains have been introduced through the vitro-plants which were grown in nurseries located in commercial farms of Penja. Specific attention should then be paid to nurseries localization and BLSD control in the nurseries.

3.2. Evaluation of resistance to Sterol biosynthesis inhibitors of group 1. Sensitivity to propiconazole was evaluated at the concentration of 0.1 ppm, and the germ tube length of 50 ascospores was measured with a micrometer on control (Lc) and fungicide amended medium (Lf). The growth inhibition (G.I.) was calculated as: $G.I. = [1 - (Lf/Lc)] \times 100$, and the proportion of ascospores in different inhibition classes was also determined. Particularly, the percentage of ascospores falling in the classes represented in the untreated area population (high inhibition classes: $GI > 50\%$) was calculated. In the commercial banana plantations, the mean growth inhibition (GI) was always inferior to the GI measured in the untreated plantations (table 3). By the same, 100 % of the ascospores from the untreated plantation had a $GI > 50\%$, which was not the case in the commercial plantations where 10-80 % of ascospores had a $GI < 50\%$. So, after some ten years of usage, some sensitivity shifts to propiconazole were observed in the commercial banana plantations. These shifts were subjected to large variations (the mean GI varied from 30 to 70% and the % of ascospores with $GI > 50\%$ varied from 17 to 90%) as illustrated by the variation from October 97 to April 98 and from October 2000 to July 2001.

Table 3. Evolution of fungicide resistance to propiconazole (Tilt) in commercial banana plantations of Cameroon.

Date	Mean GI in the commercial plantation	Mean GI in an untreated plantation	% ascospores with $GI > 50\%$ in the commercial plantation	% ascospores with $GI > 50\%$ in an untreated plantation
10/1996	61	-	-	-
05/1997	61	-	-	-
10/1997	70	-	-	-
04/1998	54	72	56	-
01/1999	49	-	50	-
01/2000	61	73	80	-
10/2000	61	73	90	100
07/2001	30	78	17	100
01/2002	56	76	60	100
01/2003	49	74	63	100
09/2003	52	72	30	100
05/2004	54	83	52	100
01/2005	61	84	72	100

3.3. Evaluation of resistance to strobilurins

Sensitivity to azoxystrobin was evaluated at the concentration of 1 ppm, and the germ tube length of 50 ascospores was measured with a micrometer on control (Lc) and fungicide amended medium (Lf). The growth inhibition (G.I.) was calculated as: $G.I. = [1 - (Lf/Lc)] \times 100$, and the proportion of ascospores in different inhibition classes was also determined. Particularly, the percentage of ascospores falling in the classes represented in the untreated area population (high inhibition classes: $GI > 70\%$) was calculated. Azoxystrobin was introduced in spraying programs in 2001.

In the untreated plantation, the mean GI was always $> 95\%$, and the % of susceptible strains, as expressed as those having a $GI > 70\%$ was always 100 %. In the commercial banana plantations, the use of strobilurins started in 2000 and the appearance of resistant strains was very fast by mid of the year 2004 (table 4). However, after a strong increase in the frequency of resistant strains observed successively in December 2004 and June 2005, there was a trend to an important decrease in November 2005.

Table 4. Evolution of fungicide resistance to azoxystrobin (Bankit) in commercial banana plantations of Cameroon.

Date	Mean GI in the commercial plantation	Mean GI in an untreated plantation	% ascospores with $GI > 70\%$ in the commercial plantation	% ascospores with $GI > 70\%$ in an untreated plantation
08/2001	90	100	100	100
09/2003	96	98	100	100
04/2004	86	95	74	100
10/2004	34	98	2	100
06/2005	41	97	23	100
11/2005	81	96	73	100

IV. CONCLUSIONS - PROSPECTS

The bio-fungicides that have been experimented have a moderate curative effect because their efficacy would be, in the better case, comparable with that of straight oil or pyrimethanil. This moderate curative effect is not compatible with their use in a forecasting strategy. Nevertheless in a systematic strategy they could be useful in order to reduce the negative environmental effects of BLSD control where systematic strategies are applied. Further work is then needed to determine whether bio-fungicides could be used in water alone in a systematic strategy. As suggested by our results with Serenade, bio-fungicides could also probably be used mixed with contact fungicides at half rates. This perspective could be interesting in order to reduce the amount of active ingredient of fungicide per ha and per year.

The experiments on strategies illustrate the importance of a high curative effect of fungicides for the success of a forecasting control strategy (de Lapeyre de Bellaire *et al.*, 2000). A forecasting strategy with penetrants has not proved to be efficient for BLSD control, even during the dry season. It is of interest to note that a systematic strategy with chlorothalonil enabled a perfect control of the disease, even during the rainy season. Further work is in progress to establish a systematic strategy where no systemic fungicide would be applied and where chlorothalonil would be used rationally. In those strategies (i) fungicides would be applied in water alone in order to enable a rapid conversion to chlorothalonil since this fungicide is very phytotoxic in oil; (2) bio-fungicides could be very useful to reduce the environmental pressure. It is hoped that after some years these new strategies could enable to re-introduce systemic fungicides and the use of a rational control strategy based on a forecasting system.

Nevertheless, it will be possible to reintroduce the forecasting strategy only if the fungicide resistance is reversible and/or new systemic fungicides come on the market. Since fluctuations in the levels of fungicide resistance are regularly observed in the regular monitoring tests realized in the commercial banana plantations, there is some hope that a decrease in resistance levels could be observed after a free-use period. The hypothesis put forward is that the fluctuations in the frequency of fungicide resistance could result from a lower fitness of resistant strains, which could be counter-selected in the absence of fungicide treatments, and/or gene flow between the treated and the untreated zones. A better knowledge of the parameters implied in fungicide resistance dissemination inside *M. fijiensis* populations (mutation, recombination, genetic drift, gene flow, selection pressure, population size, competition, fitness) is needed.

Then, future work will focus on:

- Gene flow and dispersion of resistance between plantations. Particular attention will be paid to gene-flow between untreated and untreated plantations.
- Measuring the selection or counter – selection through the usage or non-usage of systemic fungicide.
- Evaluation of fitness of susceptible and resistant strains in artificial inoculations.

ACKNOWLEDGEMENT.

The authors wish to thank the banana producers of Cameroon for their strong implication in the work presented here. F. Tchিপé, O. Nguidjo, R. Dongmo, J. Essome and S. Kana for technical assistance.

REFERENCES

1. Bureau E. 1990. Adaptation d'un système d'avertissement à la lutte contre la cercosporiose noire (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en plantation de banane plantain au Panama. *Fruits*, 45 : 329-338.
2. de Lapeyre de Bellaire L., Mourichon X., Ganry J., 2000. Forecasting less fungicide for Sigatoka disease in Guadeloupe. *Biocontrol News and Information*, 21, (3), p. 68N-69N.
3. Fouré E. 1984. Etude de la sensibilité variétale des bananiers et des plantains à *M. fijiensis* Morelet et de quelques caractéristiques biologiques de la maladie au Gabon. *Fruits*, 39 : 365-378.
4. Fouré E. 1988. Stratégies de lutte contre la cercosporiose noire des bananiers et plantains provoquée par *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. L'avertissement biologique au Cameroun. Evaluation des possibilités d'évaluation. *Fruits*, 43 : 269-274.
5. Fouré E., Mouliom-Pefoura A., Mourichon X. 1990. Etude de la sensibilité variétale des bananiers et des plantains à *M. fijiensis* Morelet au Cameroun. Caractérisation de la résistance au champ de bananiers appartenant à divers groupes génétiques. *Fruits* : 45, 339-345.
6. Fouré E., Moreau A. 1992. Contribution à l'étude épidémiologique de la cercosporiose noire dans la zone de Mounjo au Cameroun de 1987 à 1989. *Fruits*: 47, 3-16.
7. Marin, D.H., Romero R.A., Guzman M., Sutton T.B. 2003. Black Sigatoka: an increasing threat to banana cultivation. *Plant Disease*: 87, 208-222.
8. Pasberg-Gauhl C., F. Gauhl & D.R. Jones. 2000. Black leaf streak. Distribution and economic importance. *In* Jones D.R. ed. *Diseases of Bananas, Abaca and Enset*. Wallingford. UK, CABI, p. 37-44.
9. Stover, R.H. 1974. Effect of measured levels of Sigatoka disease of bananas on fruit quality and leaf senescence. *Tropical agriculture*, 51: 531-542.

BACTERIAS LITICAS Y SUSTRATOS EN LA FILOSFERA DE BANANO Y PLÁTANO PARA EL CONTROL DE SIGATOKA NEGRA

LYTIC BACTERIA AND SUBSTRATES ON BANANA AND PLANTAIN PHYLLOSOPHERE TO BLACK SIGATOKA CONTROL

Luis Fernando Patiño Hoyos¹; Lina Maria Salazar Peláez²; Juan Carlos Collazos Villa³; Ramón Antonio Piedrahita Restrepo³ & Elkin Bustamante Rojas⁴

¹Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Carrera 48 N° 7-151 Medellín-Colombia; investigador principal en proyecto Filosfera luisferph@gmail.com; ²Bacterióloga, Inst. Col. de Medicina Tropical. Investigadora para Augura-Cenibanano en proyecto Filosfera. imsalazar@ces.edu.co; ³Auxiliar de investigación, Augura-Cenibanano, jcollazos@augura.com.co; rpiedrahita@augura.com.co; ⁴Consultor para Augura-Cenibanano en proyecto Filosfera. elkinbustamante@gmail.com

RESUMEN

El control de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), se fundamenta en fungicidas químicos, a los cuales el patógeno ha desarrollado resistencia, aumentándose los costos de control y el impacto negativo sobre el ambiente, sumado a la exigencia de los consumidores por una fruta con menor uso de plaguicidas. La biorregulación, una alternativa escasamente investigada, podría contribuir eficazmente al manejo de la enfermedad. Debido a esto, se desarrolló una estrategia basada en el estudio y manipulación de algunos de los factores bióticos y abióticos que interactúan en la filosfera de banano y plátano. La caracterización química (contenido de nutrimentos) y microbiológica parcial, reveló lo crítico de las necesidades nutricionales para la microflora de interés, lo cual fundamentó la formulación de diferentes sustratos foliares que fomentaran las poblaciones naturales de estos agentes biológicos, y verificó la presencia de poblaciones bacterianas quitinolíticas y glucanolíticas, las cuales tienen potencial de regulación de *M. fijiensis* (principalmente, bacilos gram-negativos). Los sustratos disponían de una solución mineral base, quitina coloidal [4%], harina de cebada [2,5%] y urea [1%], solos o en combinaciones. Posteriormente se evaluó el efecto de estos sustratos foliares sobre el control de la enfermedad, en plantas adultas de banano y plátano en condiciones de campo, logrando una reducción entre un 43 – 46 % en el número de ciclos de fungicidas convencionales, cuando los sustratos fueron aplicados en mezcla y rotación con los fungicidas. Los resultados de esta investigación pueden significar altos beneficios económicos, ambientales y de competitividad para la fruta exportada.

Palabras clave: Filosfera, banano, plátano, Sigatoka Negra, *Mycosphaerella fijiensis*, biorregulación, bacterias quitinolíticas, bacterias glucanolíticas, quitina coloidal, harina de cebada, urea.

SUMMARY

The Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) is the disease of greatest economical importance for banana and plantain crops. Its control has been done with synthetic fungicides. Bioregulation could be another strategy of the disease control; however, it has had little research work. This study has explored the possibility of developing a biological regulation alternative, based on the study and manipulation of some biotic and abiotic factors which interact in the infection site of *M. fijiensis*. A partial chemical and microbiological characterization was done in the phyllosphere of banana and plantain crops. The work done identified the nutritional needs of the potential antagonists of the pathogen, and brought forth the development of foliar substrates to increase their natural populations and to know its effect in the evolution of the disease. The substrates included colloidal chitin [4%], barley [2,5%] and urea [1%], individually or in a combination. Application of two foliar substrates, that had a mineral solution plus urea and barley flour or urea plus colloidal chitin known to built-up biocontrol bacteria, allowed decreasing in 43% fungicide applications, when sprayed in rotation with conventional fungicides. Results of this study could mean higher economical, environmental benefits and competitiveness of traded fruit.

Keywords: disease, treatment, substrates

INTRODUCCIÓN

La Sigatoka Negra (SN), causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, es la enfermedad de mayor impacto económico para los cultivos de banano y plátano, se ha controlado principalmente mediante la aplicación de fungicidas sintéticos, cuyo costo en Colombia varía entre 700 y 900 dólares/hectárea al año, cifra que representa el 13,8% de los costos totales de producción del banano y el 46% del valor total de los agroquímicos (Chica *et al.*, 2004). Sin embargo, la eficacia de esta medida ha disminuido debido a cambios en la incidencia y severidad de la enfermedad, incremento de las poblaciones del hongo resistentes a los fungicidas empleados y condiciones particulares en cada una de las fincas que favorecen el establecimiento y diseminación del patógeno. Situación agravada por el número reducido de moléculas químicas disponibles actualmente para controlar la enfermedad y la casi nula proyección, a corto y mediano plazo, de moléculas químicas con novedosos modos de acción sobre el hongo.

El control de la enfermedad podría tener una estrategia alternativa y complementaria de manejo basada en microorganismos quitinolíticos y glucanolíticos nativos de la filosfera de musáceas alimenticias, capaces de degradar la quitina y β -(1,3) glucanos presentes en la pared celular de *M. fijiensis*.

La regulación microbiológica, alternativa complementaria de manejo, ha sido una estrategia escasamente explorada en el caso de la Sigatoka Negra. Las investigaciones de regulación biológica para patógenos foliares, frecuentemente involucran la aplicación del microorganismo antagonista sobre la superficie de la hoja (Blakeman y Fokkema, 1982). Sin embargo, el éxito de dicho antagonista depende de su capacidad para establecerse en la microbiota epífita -especialmente cuando se requiere disminuir el inóculo del patógeno- (Blakeman y Fokkema, 1982). Por tal motivo, el uso de antagonistas microbianos aislados de la microbiota epífita debería preferirse al uso de antagonistas aislados de otros ambientes, pues los primeros se encuentran adaptados a las condiciones que determinan el hábitat en la superficie de la hoja (Blakeman y Fokkema, 1982; Andrews, 1992).

En el caso de la regulación biológica de patógenos biotróficos, la estrategia consiste en el uso de microorganismos antagonistas productores de sustancias antibióticas y/o enzimas líticas que actúen sobre sus conidias o tubos germinativos -en su fase epífita de crecimiento (Andrews, 1992). Por ejemplo, el empleo de microorganismos productores de quitinasas y/o glucanasas en la regulación de hongos basidiomicetos y ascomicetos ha demostrado ser una estrategia de utilidad, pues la pared celular de dichos hongos está constituida principalmente por microfibrillas de quitina y β -glucanos, hecho que los hace sensibles al ataque de estas enzimas (Mahadevan y Crawford, 1997; Cohen-Kupiec y Chet, 1998).

Por otro lado, se ha demostrado que las poblaciones del microorganismo antagonista y/o la efectividad de su acción biorreguladora pueden ser incrementadas mediante la aplicación de sustratos foliares que favorezcan nutricionalmente al antagonista (Blakeman y Fokkema, 1982; Ji y Wilson, 2003). Adicionalmente, existe evidencia que indica que bajo condiciones físicas favorables para el crecimiento bacteriano, la diversidad y concentraciones de las fuentes de carbono disponibles en la superficie de la hoja constituyen el determinante principal de los tamaños de las poblaciones de bacterias epífitas; de tal manera que, dichas poblaciones pueden ser manipuladas por cambios en el estatus de estos nutrientes (Mercier y Lindow, 2000).

La evidencia anteriormente expuesta, permite apuntar al diseño de estrategias de biorregulación basadas en la aplicación de enmiendas foliares que favorezcan las poblaciones epífitas naturales de los potenciales antagonistas, en lugar de la aplicación directa de los mismos, evitando los riesgos potenciales asociados a la aplicación masiva de biorreguladores en campo.

González *et al.*, (1996), en ensayo de campo demostraron que sustratos foliares, a base de quitina coloidal y cuatro cepas de bacterias quitinolíticas -tres cepas del género *Serratia* y una del género *Bacillus*-, y bajo condiciones de inóculo abundante del hongo, tales sustratos lograron reducir la severidad de la enfermedad en un 40%, con respecto al testigo absoluto; mientras que, el testigo químico lo hizo en un 60 %.

Ruíz-Silvera *et al.*, (1997), en un área de cultivo de banano no protegida con fungicidas pero cercana a plantaciones comerciales, no encontraron diferencias estadísticamente significativas entre diversos sustratos foliares -a base de leche, melaza y la cepa R1 de *Serratia marcescens*- y el testigo absoluto, en relación a la severidad de la enfermedad; sin embargo, el inóculo capturado en el área fue siempre más bajo que el de la plantación aledaña. Las diferencias no observadas entre los sustratos y el testigo, fueron atribuidas al efecto de deriva entre tratamientos del ensayo.

Bajo condiciones físicas favorables para el crecimiento bacteriano, la diversidad y concentraciones de las fuentes de carbono disponibles en la superficie de la hoja constituyen el

determinante principal de los tamaños de las poblaciones de bacterias epífitas; de tal manera que, dichas poblaciones pueden ser manipuladas por cambios en el status de tales nutrientes (Mercier y Lindow, 2000).

Arango (2002), en condiciones de campo, demostró que un sustrato a base de leche, melaza y quitina- y otro a base de glucano, melaza y nitrato de calcio-, alternados con fungicidas convencionales, permitieron reducir en un 40% el número de aplicaciones de estos. Esta investigación, constituyó uno de los primeros reportes sobre la eficacia y viabilidad económica de la aplicación de sustratos foliares alternados con fungicidas convencionales para el manejo de la SN.

Osorio *et al.*, (2004), encontraron que aislamientos de bacterias procedentes de suelo, aguas de pozo y filosfera de banano en el Urabá antioqueño (Colombia), lograron causar inhibiciones de la germinación en un 42% sobre ascosporas de *M. fijiensis* y alteraciones de los tubos germinales hasta en un 86%, en bioensayo que incluía una hoja de banano, una bacteria quitinolítica y ascosporas del patógeno. Posteriormente, en un ensayo bajo condiciones de inoculación natural, las bacterias aplicadas en forma sola no ofrecieron reducciones significativas de la severidad; sin embargo, al ser aplicadas en un sistema de rotación con fungicidas convencionales se observó un control similar al testigo comercial.

Salazar (2005), evaluó 14 sustratos foliares a base de quitina y harina de cebada como fuentes de carbono, para las bacterias líticas nativas de la filosfera con potencial bioregulador sobre *M. fijiensis*, encontrando que los sustratos a base de harina de cebada y quitina coloidal lograron incrementos de hasta 4,500 y 5,000 veces para los recuentos de la población de bacterias quitinolíticas y glucanolíticas, respectivamente; mientras que, los sustratos a base de harina de cebada y urea lograron incrementar hasta 10,000 veces los recuentos de ambas poblaciones líticas. La población testigo, la cual no recibió aplicación alguna de sustratos foliares, presentaba incrementos sólo de hasta 85 veces para el caso de las bacterias quitinolíticas y 670 veces para las bacterias glucanolíticas, con respecto a la población inicial de bacterias.

El objetivo del estudio fue evaluar el control de Sigatoka Negra con sustratos foliares que fomentan la población de bacterias capaces de utilizar fuentes de quitina y glucano, a partir de la caracterización de la filosfera de banano y plátano en su componente químico por contenido de nutrimentos y biológico por la presencia y cantidad de estos microorganismos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de los componentes químicos y microbiológicos de la filosfera de musáceas alimenticias. Las plantas muestreadas pertenecían a plantaciones comerciales de banano “Gran Enano” y plátano “Hartón” con diferentes intensidades de control químico para la Sigatoka Negra (intensidad normal y alta). Adicionalmente, se muestrearon plantas de materiales de banano y plátano con distintos niveles de resistencia a la enfermedad. Los materiales evaluados fueron: Yangambí, banano altamente resistente a la enfermedad; Fougamou, banano parcialmente resistente; Pelipita, plátano con alta resistencia y FHIA21, plátano con resistencia parcial. Se hicieron muestreos tanto en estación seca como en estación lluviosa, así como en dos estados de la planta con respecto al momento de su floración (antes o después de la emergencia de la bacota).

Para la toma de la muestra, se realizaron lavados del envés de la hoja número 4 de la planta seleccionada. La primera mitad, con 50 ml de agua destilada estéril para el análisis del contenido mineral. La segunda mitad, con 50 ml de buffer fosfato sódico a pH 7.0, 0,041M Na₂HPO₄ y 0,026M KH₂PO₄, también estéril, para el análisis de carbohidratos y proteínas totales, además del análisis microbiológico.

El potasio, calcio, magnesio y sodio, fueron cuantificados mediante absorción atómica; el fósforo, amonio y nitratos, por colorimetría; el nitrógeno libre, por el método de Kjeldahl y el azufre por turbidimetría. Los carbohidratos totales, fueron cuantificados mediante fórmula matemática, al restar la humedad, contenido de cenizas y contenido de lípidos del peso de la muestra. Las proteínas totales, mediante el método de microKjeldahl.

Se formularon dos medios para el aislamiento y recuento de las bacterias quitinolíticas y glucanolíticas (Salazar, 2005). Para ambos casos, se formuló una solución mineral base que contenía los siguientes componentes: 1g/L K₂HPO₄, 0.5g/L MgSO₄ y 1g/L NaCl. Tal composición, tenía como objetivo brindar una solución de macro y micronutrientes para el crecimiento bacteriano.

Para el aislamiento de las bacterias quitinolíticas, a dicha solución mineral se le adicionó quitina coloidal (20ml/L), como única fuente de carbono y nitrógeno y agar-agar (20g/L). A este medio, se le denominó Agar Quitina. Para el aislamiento de los microorganismos glucanolíticos, en lugar de la quitina, se adicionó harina de cebada (5g/L) como fuente de β -1,3 glucanos y NH₄NO₃ (1g/L) como fuente de nitrógeno. A este medio, se le denominó Agar Cebada. En los medios de

cultivo, fue posible evidenciar un halo de consumo de la fuente de carbono adicionada, para el caso de los microorganismos que poseen actividad lítica (González, *et al.*, 1996; Ruiz *et al.*, 1997; Arango, 2002; Salazar, 2005).

Evaluación en campo de sustratos foliares para el manejo de la enfermedad.

Con base en los resultados anteriores y los del incremento de las poblaciones de bacterias por efecto de sustratos foliares a base de una solución mineral base, quitina coloidal, harina de cebada y urea, bajo condiciones naturales de campo (Salazar, 2005), se seleccionaron dos sustratos, denominados A y B por su significativo incremento de las poblaciones de las bacterias con potencial regulador de *M. fijiensis*, para ser evaluados sobre el control de la enfermedad, también bajo condiciones de campo.

La composición de dichos sustratos, fue la siguiente: solución mineral básica (1 g de K_2HPO_4 , 0,5 g de $MgSO_4$, 1 g de NaCl, 3 g de $CaNO_3$, 0,3 g de aceite de soya), adherente comercial (0,9 mL de Kemkol®) y 20g harina de cebada, en 1L de agua destilada. De esta solución, se tomaron 500 mL y fueron agregados 22 g de urea, lo que constituyó el sustrato A. En los otros 500 mL se adicionaron 20 mL de quitina coloidal (Arango, 2002), la cual se convirtió en el sustrato B. El pH de los sustratos se ajustó a 7,5 +/- 0,2.

Los tratamientos, fueron los siguientes: **T1: CQE**: Control Químico Estándar; **T2: SA**: Sustrato A (solución mineral básica, adherente, harina de cebada y urea); **T3: CQE + SA**: CQE en mezcla con SA; **T4: CQE - SA**: CQE en rotación con SA; **T5: (CQE + SA) - SA**: (CQE en mezcla con SA) y en rotación con SA; **T6: SB**: Sustrato B (solución mineral básica, adherente, harina de cebada y quitina coloidal); **T7: CQE + SB**: CQE en mezcla con SB; **T8: CQE - SB**: CQE en rotación con SB; **T9: (CQE + SB) - SB**: (CQE en mezcla con SB) y en rotación con SB; **T10: Testigo sin control**.

Todos los tratamientos, fueron objeto de prácticas convencionales de reducción de inóculo en las plantaciones comerciales, tales como: despunte, deshoje y deslaminado.

En el campo se dispuso de un diseño de tres bloques completos al azar, con parcelas lineales de 16 plantas por tratamiento -ocho de Gran Enano y ocho de Valery-, para banano y 16 plantas de plátano Hartón, y de esta forma evaluar como parcela útil las cuatro plantas centrales de cada material. Cada tratamiento tuvo un borde de pasto king-grass, para evitar la deriva entre tratamientos al momento de la aplicación. Los sustratos se aplicaron semanalmente, mientras que la rotación de éstos con fungicidas se realizó de acuerdo al programa estándar de aplicación química. El testigo absoluto no recibió ningún tratamiento.

Se evaluó el grado de severidad de la SN cada dos semanas, utilizando la escala de Stover modificada por Gauhl. La información obtenida se sometió a un análisis de varianza y se usó la prueba de agrupamiento Tukey ($p < 0,05$) para interpretar la significancia de los tratamientos; estos análisis se realizaron a través del programa SAS versión 6.12.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracterización de los componentes químicos y microbiológicos de la filosfera de musáceas alimenticias.

Los minerales determinados, en orden de mayor a menor concentración, fueron: Sulfatos -en un rango promedio de 2.8 a 2.9 ppm-, amonio -1.15 a 1.35ppm-, sodio -1.0 a 1.35ppm-, potasio -0.4 a 0.65ppm-, fosfatos -0.3 a 0.55ppm-, magnesio -0.09 a 0.15ppm, calcio -0.02 a 0.2ppm- y nitratos -0.02 a 0.06ppm-. Las concentraciones promedio de los sulfatos, fosfatos y nitratos, no fueron afectadas por ninguno de los factores estudiados -época climática, zona de aplicación de fungicidas, especie, variedad ó estado de floración-, de manera estadísticamente significativa. En cambio, las concentraciones promedio de sodio, magnesio y amonio, fueron afectadas por la época climática, siendo mayores en la época seca. En lo que concierne a la concentración promedio de calcio, esta también fue afectada por la época climática, siendo mayor en la época lluviosa.

Con respecto a las determinaciones de carbohidratos y proteínas, su porcentaje total promedio varió de 0.03 a 0.04%, para ambos casos. Sin embargo, la concentración de carbohidratos no fue afectada por ninguno de los factores estudiados; a diferencia de la concentración de proteínas, la cual fue afectada por la época climática, siendo mayor en la época seca. Andrews *et al.* (2000), afirman que la microbiota que habita la superficie de las hojas es del tipo oligotrófico, predominantemente. Es decir, crece en un medio con concentraciones disponibles de carbono soluble de 1 a 10mg/L.

Arango (2000), determinó el contenido de carbohidratos y proteínas totales de lavados de hojas de plántulas de banano var. Gran Enano, mantenidas en invernadero. Este análisis, determinó

que no existían carbohidratos a nivel de la filosfera de dichas plántulas y que el porcentaje total promedio de proteínas era del 4.55%.

La caracterización química realizada en esta investigación, también evidencia que en la época lluviosa puede existir menos macronutrientes para la microbiota epífita. Por lo tanto, la aplicación de un sustrato foliar rico en minerales, especialmente durante dicha época, podría estimular el crecimiento de esta microbiota –idealmente, la fracción antagonista para *M. fijiensis*. Lo anterior es importante, si se tiene en cuenta además que es en la época lluviosa cuando se agudiza el proceso de infección con este patógeno.

Se seleccionaron 95 aislados de bacterias líticas, de los cuales 17 demostraron tanto actividad quitinolítica como glucanolítica, presentando morfología de bacilos gram negativos, a excepción de un aislado con morfología de cocos gram positivos. Los aislados más eficientes en los procesos de hidrólisis de la quitina y β -(1,3) glucanos, evidenciaron el halo de degradación antes de las 24 horas de incubación. Dentro de la totalidad de aislados obtenidos, solamente dos presentaron la morfología de bacilos gram positivos, los cuales fueron esporulados y evidenciaron actividad glucanolítica, pero no quitinolítica.

La importancia de la actividad lítica antes de las 48 horas, radica en que esta les puede permitir a los aislados actuar sobre la quitina y/o β -(1,3) glucanos presentes en la pared celular de las ascosporas de *M. fijiensis*, antes de que estas penetren en el estoma; pues se ha observado que trascurren al menos 48 horas entre la llegada de la ascospora a la hoja y el inicio del proceso de penetración en el estoma (Beveraggi, 1992; Stover, 1980. Citados por Marín *et al*, 2003).

Evaluación en campo de sustratos foliares para el manejo de la enfermedad.

Al hacer el análisis del área bajo la curva del desarrollo de la enfermedad, producto de la evaluación de los tratamientos durante 24 semanas, con el inicio de las aplicaciones en el momento de mayor presión de enfermedad para la zona del Urabá antioqueño -entre diciembre y enero, seguido por un período de relativa baja de presión de enfermedad (febrero-marzo) y finalizando por un período de alta presión que corresponde a los meses de abril, mayo y junio; se observa que en el caso de banano todos los tratamientos presentaron un área siempre menor que el testigo absoluto, donde el tratamiento que incluía la mezcla del sustrato foliar A con fungicidas convencionales en rotación con este mismo sustrato, tratamiento T5, se acerca más al control ofrecido por el tratamiento estándar de control, tratamiento T1, siendo ambos tratamientos estadísticamente iguales (Figura 1); con una reducción en número de ciclos de fungicidas convencionales de 46,15 %, representada en 6 ciclos menos (Cuadro 1), para un control similar de la enfermedad. La frecuencia semanal de aplicación de éste sustrato foliar puede aumentar la disponibilidad de sus componentes para la microflora reguladora de *M. fijiensis*, y por lo tanto un mejor control que el observado para aquellos tratamientos cuya frecuencia de aplicación del sustrato foliar era de cada 2 semanas, tratamientos T4 y T8 (Figura 1). Se espera que una formulación más eficaz en términos de adherencia de los sustratos a las hojas y estabilidad de sus componentes para su disposición por parte de la microflora reguladora, mejore el control de la enfermedad y reduzca la frecuencia de aplicación de los sustratos y los costos del tratamiento.

Para el caso de plátano todos los tratamientos a excepción de la aplicación semanal de los sustratos solos, tratamientos T2 y T6, mostraron un control estadísticamente similar al ofrecido por el sistema convencional de control mediante fungicidas (Figura 2), al igual que en banano los tratamientos que incluían un sistema de rotación de fungicidas con los sustratos foliares, permitieron una reducción del número de ciclos de fungicidas convencionales en un 43,75 %, cifra que representa 7 ciclos menos (Cuadro 1); inclusive para aquellos tratamientos donde la frecuencia de aplicación de los sustratos era de cada 2 semanas, tratamientos T4 y T8 (Figura 1). El mayor nivel de tolerancia a la Sigatoka Negra en plátano con relación a banano, parece haber favorecido la acción reguladora de los sustratos foliares.

Con base en los resultados del incremento de la población de bacterias líticas (Salazar, 2005), se espera que este haya sido el efecto principal del sustrato foliar, sin descartar la acción tóxica reportada para la urea, la cual puede inhibir la producción de pseudotecios y la formación de ascosporas como se reporta para *Mycosphaerella citri* (Mondal y Timmer, 2003).

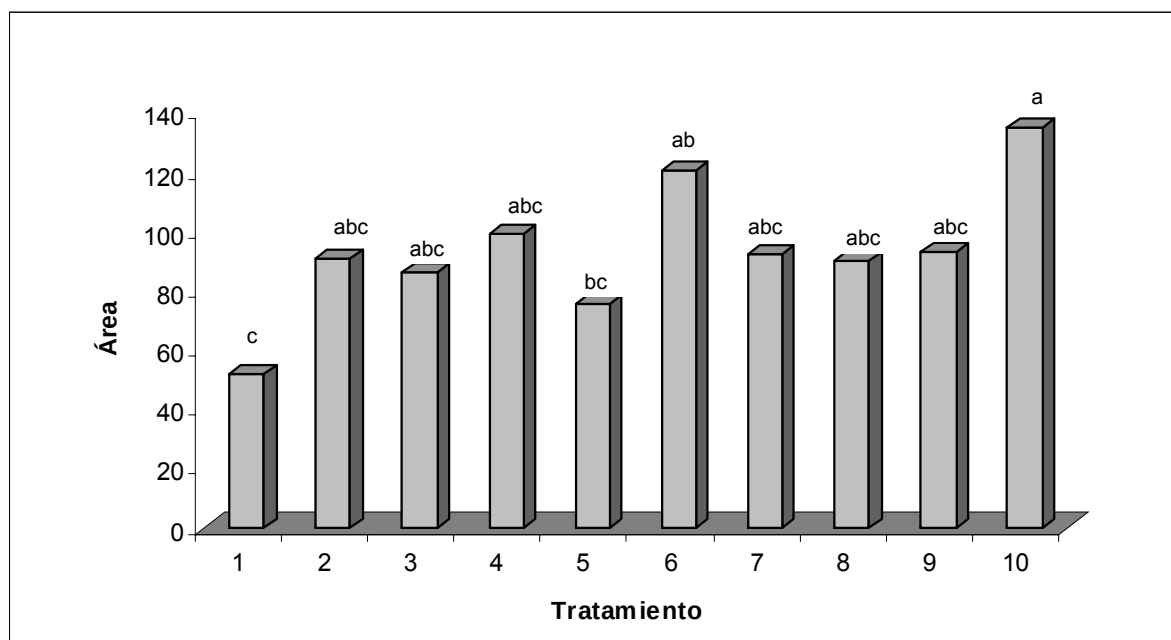


Figura 1. Área bajo la curva del desarrollo de Sigatoka Negra en banano. Letras diferentes indican diferencia significativa según prueba de Tukey ($p < 0,05$)

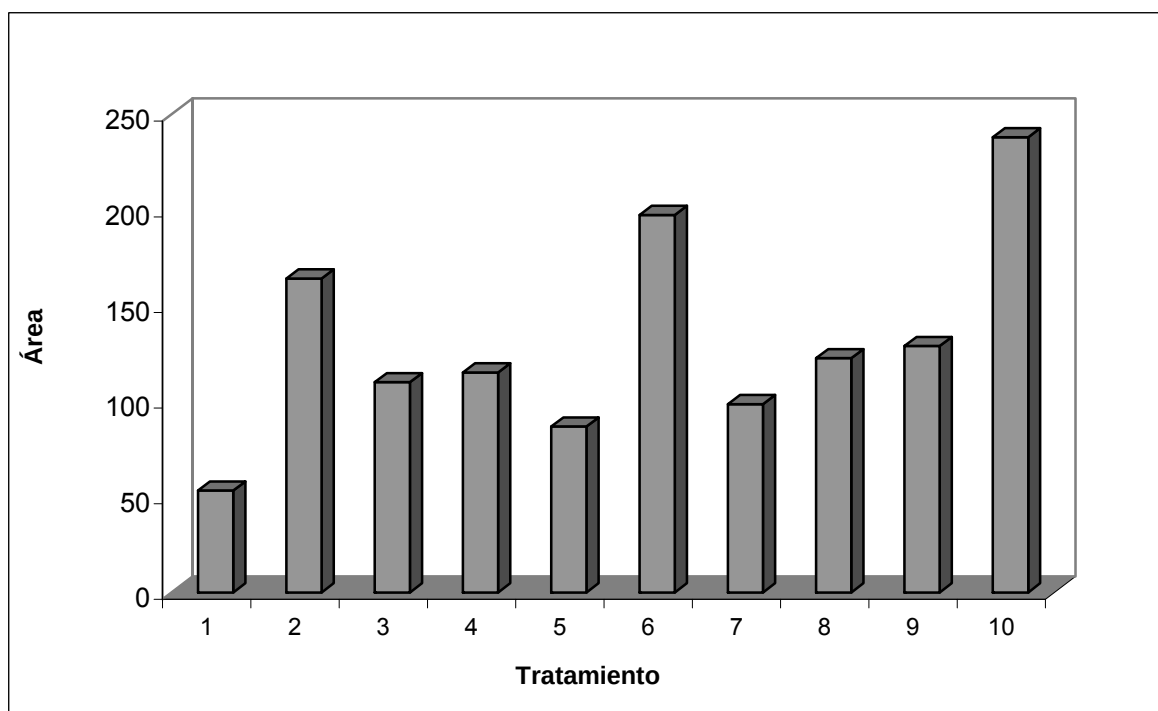


Figura 2. Área bajo la curva de desarrollo de la enfermedad en plátano. Letras diferentes indican diferencia significativa según prueba de Tukey ($p < 0,05$)

El bajo control de los sustratos solos, que en la investigación de González *et al.* (1996), reportaron un 40% de eficacia en campo, puede deberse a la falta de eficacia de la solución adherente, especialmente en época lluviosa. Otra razón que puede explicar el bajo efecto de los sustratos solos, se relaciona con la no presencia registrada en la zona bananera del estudio, de bacterias de gran adherencia al filoplano como *Serratia* spp (resultados sin publicar), o a que ciertos hongos pueden aprovechar el sustrato y así disminuir la población de las bacterias.

Cuadro 1. Número de ciclos de fungicidas convencionales y sustratos foliares

CICLOS DE APLICACIÓN DURANTE FASE DE CAMPO AL EVALUAR LOS DOS MEJORES SUTRATOS FOLIARES PARA EL CONTROL DE LA SIGATOKA NEGRA					
Tratamiento	Forma de aplicación	Número de ciclos		Porcentaje de Reducción *	Porcentaje de Reducción *
		Banano	Plátano		
1. Químico	Solo	13	16		
2. Sustrato A	Solo	22	27		
3. Qco + SA	mezcla	13	16	0.00	0.00
4. Qco - SA	Rotación	7 SA - 7 Qco	9 SA - 9 Qco	46.15	43.75
5. Qco + SA - SA	Rotación	7 (Qco + SA) - 7 SA	9 (Qco + SA) - 9 SA	46.15	43.75
6. Sustrato B	Solo	22	27		
7. Qco + SB	Mezcla	13	16	0.00	0.00
8. Qco - SB	Rotación	7 Qco - 7 SB	9 Qco - 9 SB	46.15	43.75
9. Qco + SB - SB	Rotación	7 (Qco + SB) - 7 SB	9 (Qco + SB) - 9SB	46.15	43.75
10. Testigo sin control					

* Reducción en ciclos de fungicidas convencionales, con respecto al tratamiento de control químico estándar

Resultados similares a los encontrados en este estudio, han sido reportados en Costa Rica (Arango, 2002), donde se logró una reducción del 40% en el uso de fungicidas sintéticos, luego de la rotación de fungicidas convencionales con sustratos a base de quitina, levadura de cerveza, leche y melaza. No obstante, en la presente investigación es importante resaltar que los componentes principales del sustrato A (urea agrícola y harina de cebada), son insumos de fácil disponibilidad y bajo costo para los productores de banano y plátano.

Estos resultados sobre la biorregulación del agente causal de la Sigatoka Negra, deben verse como una estrategia más en el manejo integrado de la enfermedad, donde su alcance pudiera ser de mayor impacto, si se estudia su integración con otras prácticas alternativas de manejo como la inducción de resistencia (Corrales *et al.*, 2002; Patiño 2002), y la remoción de inóculo, como la poda temprana, evaluada en Urabá desde el año 2003, donde se elimina tejido foliar que aún no manifiesta visualmente los síntomas de la enfermedad (Chica *et al.* 2004), y de esta forma las bacterias pueden ver facilitada su acción al ejercer regulación sobre una menor concentración de inóculo del hongo.

La investigación prioritaria a seguir sería ajustar una formulación, equipo y volumen de aplicación, que aseguren la adherencia, cobertura y funcionalidad de los sustratos foliares en campo, en especial en épocas de alta precipitación, y de esta manera potenciar aún más los resultados de esta investigación, al propender por la reducción de los costos de control de la enfermedad, del impacto ambiental del sistema convencional de control y el incremento de la competitividad de la fruta comercializada.

RECONOCIMIENTOS.

Esta investigación se realizó mediante cofinanciación del Instituto Colombiano para el Desarrollo de la Ciencia y la Tecnología "Francisco José de Caldas" -COLCIENCIAS- y la Asociación de Bananeros de Colombia -AUGURA y su Centro de Investigaciones del Banano -CENIBANANO a través del proyecto: "Componentes químicos y microbiológicos de la filosfera de musáceas y su aplicación en el manejo de la Sigatoka Negra" -código 842-12-11569-. Igualmente, agradecemos el apoyo prestado por la Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín.

BIBLIOGRAFÍA

1. Andrews, J. H. 1992. Biological control in the phyllosphere. *Annual Review Phytopathology*; 30: 603-635.
2. Arango, M.E. 2002. Alternativas de manejo para el control biológico de Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en el cultivo del banano (*Musa AAA*). p. 130-134. *In* Memorias XV Reunión Internacional ACORBAT, Cartagena de Indias, Colombia. Oct 27-Nov 02 de 2002.
3. Blakeman, J. P. and Fokkema, N. J. 1982. Potential for biological control of plant diseases on the phylloplane. *Annual Review Phytopathology*; 20: 167-192
4. Cohen-Kupiec, R. and Chet I. 1998. The molecular biology of chitin digestion. *Current Biology*, 9: 270-277.
5. Corrales, O; Knight, S; Madrigal, A. 2002. Manejo de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) y el nematodo barrenador (*Radopholus similis* Cobb) en banano, usando el activador de resistencia boost 50 SC dentro de un programa de fotoprotección basado en menos uso de agroquímicos. P. 143 – 147. *In* Memorias XV Reunión Internacional ACORBAT, Cartagena de Indias, Colombia. Oct 27-Nov 02 de 2002.

6. Chica, R.; Herrera, M.; Jiménez, I.; Lizcano, S.; Montoya, J. A.; Patiño, L. F.; Rodríguez, P. A. y Ruíz, L. H. 2004. Impacto y manejo de la Sigatoka Negra en el cultivo del banano de exportación en Colombia. CD. OXACA – México, XVI Reunión Internacional ACORBAT.
7. González, R; Bustamante, E.; Shannon, P.; Okumoto, S. y Leandro, G. 1996. Evaluación de microorganismos quitinolíticos antagonistas a *Mycosphaerella fijiensis* en casa de mallas y en campo. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) N°40: 12-16.
8. Ji, P. and Wilson, M. 2003. Enhancement of population size of a biological control agent and efficacy in control of bacteria speck of tomato through salicylate and ammonium sulfate amendments. Applied and Environmental Microbiology, 69(2):1290-1294.
9. Leveau, J. H.J. and Lindow, S. E. 2001. Appetite of an epiphyte: Quantitative monitoring of bacterial sugar consumption in the phyllosphere. PNAS, 98(6): 3446-3453.
10. Lindow, S. E and Brandl, M. T. 2003. Microbiology of the phyllosphere. Applied and Environmental Microbiology, 69(4): 1875-1883.
11. Mahadevan, B. and Crawford, D. L. 1997. Properties of the chitinase of the antifungal biocontrol agent *Streptomyces lydicus* WYEC108. Enzyme and Microbial Technology, 20: 489-493.
12. Marin, D. H.; Romero, R. A.; Guzmán, M. and Sutton, T. B. 2003. Black Sigatoka: An increasing threat to banana cultivation. Plant Disease, 87(3): 208-223.
13. Mercier, J. and Lindow, S. E. 2000. Role of leaf surface sugars in colonization of plants by bacterial epiphytes. Applied and Environmental Microbiology, 66(1):369-374.
14. Mondal, S. N. and Timmer, L. W. 2003. Effect of urea, CaCO₃, and dolomite on pseudothecial development and ascospore production of *Mycosphaerella citri*. Plant Disease, 87(5):478-482.
15. Osorio, I.; Patiño, L. F.; Bustamante, E. y Rodríguez, P. 2004. Selección y evaluación de bacterias quitinolíticas provenientes de la zona de Urabá, para el control de la Sigatoka Negra. Boletín Técnico de Cenibabano, N°6: 8-13.
16. Patiño, L. F. 2002. Efecto de una fuente de energía, tres inductores de resistencia y un sustrato foliar sobre Sigatoka Negra en banano. p. 135-142. In Memorias XV Reunión Internacional ACORBAT, Cartagena de Indias, Colombia. Oct 27-Nov 02 de 2002.
17. Ruíz-Silvera, C; Bustamante, E.; Jiménez, F.; Saunders, J.; Okumoto, S. y González, R. 1997b. Sustratos y bacterias antagonistas para el manejo de *Mycosphaerella fijiensis* en banano. Manejo Integrado de Plagas (Costa Rica) N°45: 9-17.
18. Salazar, L.M. 2005. Estudio de la Filosfera de Musáceas alimenticias en el Urabá antioqueño. Tesis de Maestría en Biotecnología. 103p. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

MANEJO ALTERNATIVO DE LA SIGATOKA NEGRA CAUSADA POR *Mycosphaerella fijiensis* MORELET EN BANANOS Y PLÁTANOS.

ALTERNATIVE MANAGEMENT OF BLACK SIGATOKA CAUSED BY *Mycosphaerella fijiensis* MORELET IN BANANAS AND PLANTAINS.

Luis Pérez Vicente

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV). Ministerio de Agricultura de Cuba. Gaveta 634, 11300, Playa, Ciudad Habana, Cuba. Email: lperezvicente@hotmail.com

SUMMARY

The control of *Mycosphaerella fijiensis* in banana and plantains have been carried out integrating management practices aimed to create unfavorable conditions for disease development and together with the chemical control. The main way of disease control has been the use of fungicides belonging to different chemical groups and action mechanisms. However, the lost of sensibility and the selection of resistant populations of *M. fijiensis* to the fungicides has made not longer economical and environmentally sustainable this practice of control. The rising concern of consumers on agrochemical residue and rising costs of protection against Black Sigatoka has motivated the search for new alternatives for disease management as changes in cropping systems, cultural practices, sanitation, the use of partial resistant cultivars from biotechnological and conventional breeding, the search of secondary effects of nutrients on plant defense mechanism and disease development, the effect of humus and compost lixiviates in plant development and disease control. The biological control with the use of bacterial antagonists does not brought so far practical results for BS disease management in susceptible cultivars in the humid tropics. Finally the management alternatives are different for the different epidemiological and climatic scenes and production systems.

Keywords: costs, cropping systems, biological control.

INTRODUCCIÓN

Los bananos y plátanos no pueden ser producidos comercialmente sin control de las manchas de las hojas por *Mycosphaerella* spp. *Mycosphaerella fijiensis* Morelet agente causal de la Raya negra de la hoja o Sigatoka negra es sin duda, uno de los patógenos que mayor impacto económico, social y ambiental ha tenido en la historia de la agricultura y particularmente en la producción mundial de bananos y plátanos. La enfermedad puede reducir entre el 25 y el 90 % de los rendimientos (Fouré, 1985; Stover, 1983). Los costos de manejo de la enfermedad en plantaciones comerciales oscilan usualmente entre el 15 y el 25% de todos los costos de producción (Stover, 1980, Pérez *et al.*, 2002).

Mycosphaerella fijiensis es un ascomyceto heterotático que se reproduce a través de ascósporas producto de una recombinación sexual y de conidias asexuales producidas en la superficie de las manchas. En las manchas necróticas maduras se forman espermogonios y espermacios los cuales se mueven en el agua libre sobre la superficie de la hoja y fertilizan los ascocarpos en desarrollo; después de un proceso de desarrollo y maduración dan lugar a ascósporas. Por efecto de la lluvia y el agua libre sobre las hojas, las ascósporas maduras son liberadas al viento y depositadas sobre las hojas en proceso de apertura y la primera hoja abierta donde germinan, crecen epifilicamente hasta penetrar por los estomas. Los primeros estados de las lesiones (síntomas tipo raya), aparecen entre la hoja 3 y 5 (ver Fig. 1). En la superficie de estas manchas se forman conidios bajo condiciones adecuadas de humedad o bajo la presencia de agua libre en la hoja, los que son dispersados por el viento y el agua de lluvia y rocío.

La temperatura y la lluvia (mas precisamente la humectación de las hojas) tiene un importante impacto en el desarrollo de la enfermedad y por tanto en las curvas epidemiológicas en diferentes regiones bananeras. Patrón lluvioso de cada región define el patrón de desarrollo de la enfermedad (Fig. 2).

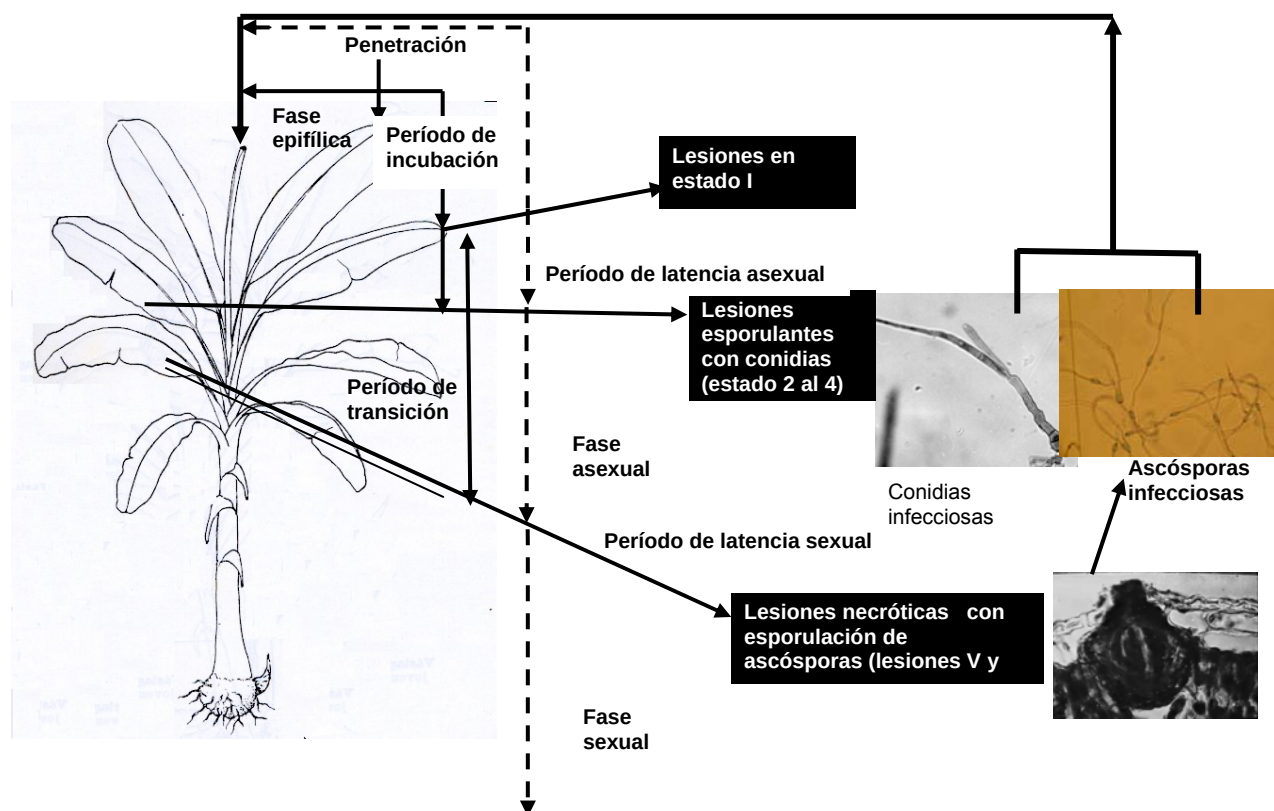


Figura 1. Esquema del ciclo infeccioso de *Mycosphaerella fijiensis*.

El impacto de la enfermedad en la producción está determinado por la intensidad de las defoliaciones que determinan frutos de menor calibre y peso y por los cambios fisiológicos en las plantas muy afectadas, que se expresan por el cambio de color de la pulpa y la maduración precoz de la fruta durante transporte y comercialización.

En zonas libres de la enfermedad, la principal medida a tomar es reforzar las medidas de cuarentena para impedir la entrada de la misma.

Medidas de exclusión (cuarentena sanitaria).

Los estudios actuales de la estructura de las poblaciones del patógeno (Carlier *et al.*, 1996; Rivas, *et al.*, 2004) han mostrado que la principal vía de distribución de la misma a nivel mundial han sido las introducciones aisladas entre regiones afectadas y libres en hojarasca y material de plantación. La entrada de Sigatoka negra a una zona libre de la enfermedad o a plantaciones nuevas, debe ser dilatada tanto como sea posible. Aunque los *Mycosphaerella spp.* pueden trasladarse desde focos de la enfermedad a zonas relativamente distantes a través de las ascósporas transmitidas por el viento, bajo condiciones normales, la principal vía de entrada de la enfermedad lo ha constituido el movimiento de hojarasca e hijuelos enfermos ya que el patógeno puede instalarse en las hojas lanceoladas de los hijos jóvenes. En América, los únicos países libres de la enfermedad son las islas al centro y Norte de las Antillas Menores. La enfermedad está presente en Puerto Rico desde el 2004 (Irish *et al.*, 2006) y en Trinidad y Tobago desde el 2003 (Fortune *et al.*, 2004); más recientemente se ha confirmado en Granada (Luc de Lapeyre, comunicación personal). Es esencial fortalecer el control del movimiento de material de plantación y hojarasca desde países afectados; el movimiento de la enfermedad a zonas libres puede ser dilatado adoptando regulaciones legales de cuarentena.

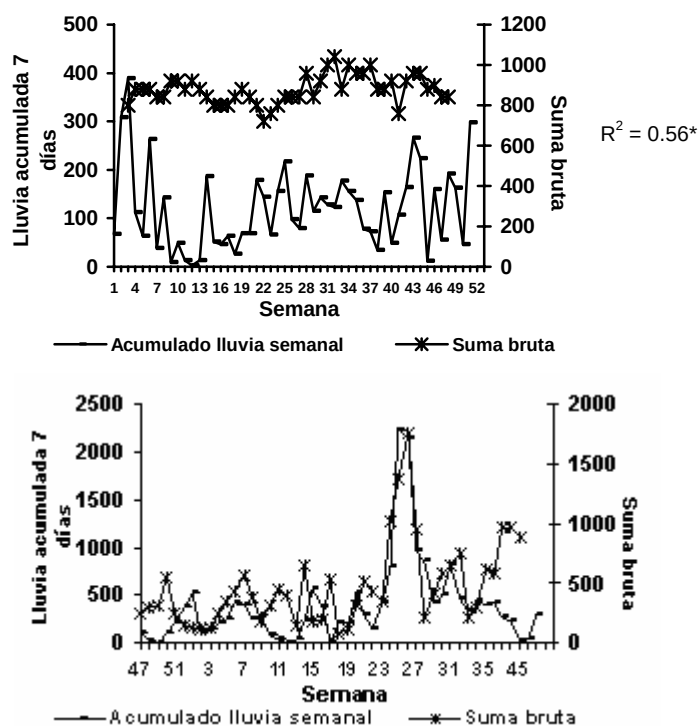


Figura 2 A. Suma bruta de evolución de Sigatoka negra y lluvia acumulada semanalmente. El colono, Costa Rica. 2000
Figura 2 B. Suma bruta de evolución de Sigatoka negra y lluvia acumulada 14 días. Empresa La Cuba, Cuba. 1993.

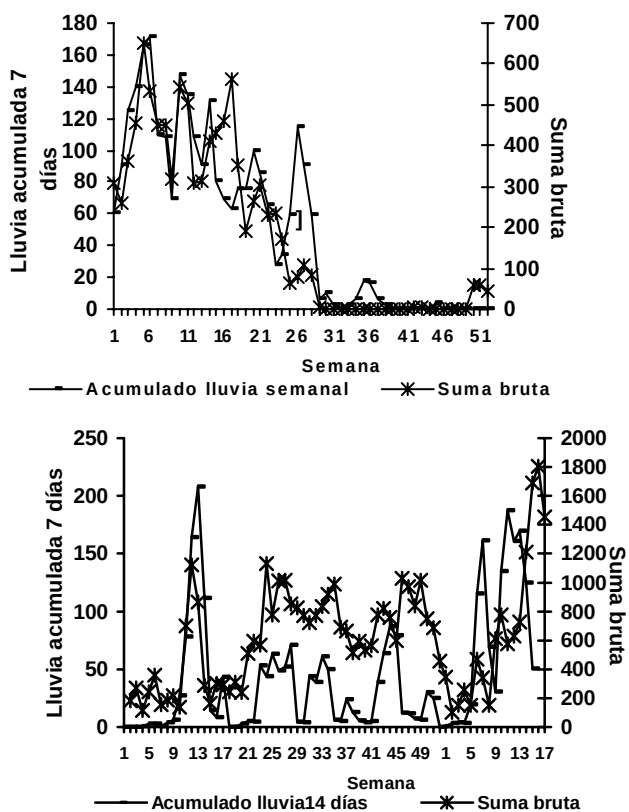


Figura 2 C. Suma bruta de evolución de Sigatoka negra y acumulado de lluvia de 14 días. Empresa Primo Banano, El Guayas, Ecuador, 1998.

Figura 2 D. Suma bruta de evolución de Sigatoka negra y acumulado de lluvia de 14 días. Empresa Probanano. El Oro, Ecuador. 2001- 2002

Entre las medidas a adoptar se encuentran: 1) Limitar el movimiento de material agámico de plantación procedente de plantaciones afectadas; la Sigatoka negra puede estar presente en las hojas lanceoladas de los hijos de espada; 2) preferiblemente usar vitroplantas procedentes de cultivo de tejidos indexadas contra virus que además van a estar libres de nemátodos, picudo negro y bacterias; los territorios libres de Sigatoka negra deben organizar y promover programas de semilla locales para los agricultores de forma que no sea necesario el movimiento desde zonas afectadas; 3) establecer regulaciones para el movimiento libre de fruta sin beneficiar y envasar con la que se pueda trasladar hojas o residuos de hojas desde zonas afectadas a libres.

En zonas con presencia de la Sigatoka negra, la lucha contra la enfermedad ha sido llevada a cabo mediante procedimientos integrados culturales, el saneamiento, el seguimiento de la evolución de la enfermedad y el uso de fungicidas (Pérez, 1997; Pérez, 1998). De todas se ha prestado mayor atención al manejo mediante control químico.

El manejo químico de Sigatoka negra. Problemas actuales.

El uso de fungicidas para la protección contra la enfermedad ha recibido una atención importante, porque en áreas con una adecuada pluviometría para la producción bananera de clones susceptibles, las medidas no químicas usualmente no permiten alcanzar un control satisfactorio de la enfermedad. El 41.6% de los más de 774 artículos publicados hasta 1990 en relación a *Mycosphaerella musicola* y *M. fijiensis*, concernían al manejo químico de ambas enfermedades (Barrantes, 1990). Han sido además realizadas revisiones de este tópico (Meredith, 1970; Stover, 1972 y 1990; Romero, 2000, Pérez, 2006).

El manejo químico de la Sigatoka negra ha sido llevado a cabo con el uso de fungicidas protectores y sistémicos en suspensión acuosa, en emulsiones de aceite y agua o en mezcla directamente con aceite mineral solo, con activadores de mecanismos de resistencia del hospedante. De la información obtenida de los estudios de la forma de acción de los fungicidas, se han desarrollado los principios básicos, experiencias útiles y herramientas para el desarrollo de vías alternativas a los fungicidas para el manejo de la enfermedad.

La selección de poblaciones de *M. musicola* y *M. fijiensis* con resistencia a benzimidazoles (Stover, 1977; Pérez *et al.*, 1985; Jiménez y Rodríguez, 1985; Romero y Sutton, 1998; Marín *et al.*, 2003), a inhibidores de C14 α demetilasa (triazoles; Pérez *et al.*, 1993 b; Chin *et al.*, 1996; Pérez *et al.*, 2003; Marín *et al.*, 2003; Guzmán *et al.*, 2004; Kuck *et al.*, 2004) e inhibidores del transporte de electrones en el sitio Qo en las mitocondrias (estrobilurinas; Wirtz y Chin, 2000; Chin *et al.*; 2001; Guzmán *et al.*, 2004; Sierotsky *et al.* 2000 a y b; Heaney *et al.*, 2000; Gisi *et al.*, 2000; Chin *et al.*, 2001) ha sido ampliamente informada en casi todas las áreas productoras de bananos y plátanos. La pérdida de sensibilidad ha traído como consecuencia un mayor número de tratamientos, incrementos de los costos de protección y mayor contaminación del medio ambiente por la mayor cantidad de protectantes utilizada. Toda esta situación ha hecho volver la vista hacia el uso de medidas alternativas de manejo.

Manejo alternativo de Sigatoka negra.

A pesar de que el control químico sigue siendo la vía más comúnmente utilizada para el control de Sigatoka negra, los costos crecientes de las nuevas tecnologías para la protección, la cada vez mas frecuente aparición de poblaciones del patógeno con sensibilidad reducida a los ingredientes activos en uso y la casi universal preocupación por el contenido de residuos químicos en la fruta, ha establecido una creciente presión por encontrar vías alternativas al control químico. Estas son en general solo factibles de uso en esquemas de manejo integrado de la enfermedad para reducir la presión de la enfermedad, ya sea junto al uso de los diferentes grupos de ingredientes activos en la producción convencional de bananos o solas en sistemas de producción orgánica. Las medidas alternativas al control químico comprenden la integración del control cultural (encaminado esencialmente a crear condiciones desfavorables al desarrollo de la enfermedad; drenajes para reducir la humedad interna de la plantación, nutrición equilibrada para garantizar una rápida salida de hojas y potenciar las defensas naturales de la planta, manejo del riego, manejo del sistema de cosecha para evitar la madurez prematura) con el saneamiento de hojas enfermas y poda de hojas durante la fase vegetativa y reproductiva de la planta, el uso de clones con resistencia parcial y el empleo compuestos orgánicos de origen natural para el control (Pérez, 1997 y 1998; Romero, 2000) y por último y no por eso menos importante y con gran éxito el cambio del sistema tradicional de plantaciones perennes a plantaciones anuales a alta densidad. La implementación de cualquier programa de manejo requiere de disponer además de tres tipos de informaciones básicas: i)

climáticas; básicamente cantidad y frecuencia de la lluvia y duración de la humectación de las hojas) que permite valorar la evolución futura epidemiológica (Gauhl, 1990; Pérez, 1998; Pérez *et al.*, 2000 a y b); ii) biológicas-fenológicas; velocidad o ritmo de salidas de hojas, hojas más joven con síntomas y manchas necróticas durante la fase vegetativa; severidad a la floración y a las 7-9 semanas de paridas (Stover y Dickson, 1970; Robert *et al.*, 1982); velocidad de la evolución de la enfermedad (Fouré, 1988c) en plantas no paridas.

Medidas culturales de manejo:

Destrucción de fuentes de inóculo y generalización del control. Las plantaciones abandonadas adyacentes a las plantaciones comerciales actúan como fuentes de inóculo del patógeno. Esto ocurre frecuentemente con pequeños productores y parcelas familiares que no disponen de capital suficiente, cuando se deprimen los precios de la fruta y después de huracanes y tormentas que demandan fuerza de trabajo para reestablecer o acabar de erradicar la plantación. Idealmente, las fuentes de inóculo cercanas a las plantaciones, deben ser destruidas.

Drenajes. Disponer de un sistema adecuado de drenajes en zonas de alta pluviometría es esencial para un manejo eficiente de la enfermedad. Sigatoka negra desarrolla fuertes epidemias después de tormentas y temporales lluviosos debido al efecto sobre la humectación de la lámina foliar. Los drenajes deben ser suficientemente eficientes para eliminar el agua superficial en pocas horas. Períodos largos de agua estancada garantizan altas infecciones que conducen a la quema de hojas por la enfermedad.

Uso del agua. La lluvia es un factor limitante del crecimiento de bananos y plátanos en muchas regiones y en una parte del año en la mayoría de las regiones; el riego es un factor importante para garantizar tasas decenales de emergencia de hojas superiores a 1.0 – 1.2. Tasas inferiores llevan a niveles mas altos de enfermedad en el campo (Pérez, 1998). Por otro lado algunos clones con resistencia parcial a la enfermedad cuando sufren estrés hídrico no expresan adecuadamente su resistencia y sufren defoliaciones (Pérez, *et al.*, 2002). El tipo de riego (por debajo o por encima del follaje) y el tipo de agua utilizada son factores importantes en el desarrollo de la enfermedad y la eficiencia de los tratamientos respectivamente. Las plantas regadas con sistemas de aspersión por encima del follaje muestran más severidad de los ataques que las irrigadas por debajo de las hojas. La calidad del agua es un aspecto importante en la eficiencia de los tratamientos. Las aguas con altos contenidos de materia orgánica tienden a causar problemas con la calidad de las aspersiones de productos.

Nutrición. La nutrición influye en dos vías en el desarrollo de las plantas a la enfermedad. Cuando hay un balance inadecuado de N y K en las plantas se producen bajas tasas de emergencia de hojas y se deprimen mecanismos importantes de control.

Saneamiento de hojas durante la etapa vegetativa y reproductiva. El saneamiento de hojas va encaminado a disminuir el inóculo en la planta y reducir el riesgo de madurez prematura. La poda sistemática de hojas tiene un efecto marcado sobre la cantidad de inóculo disponible en el tiempo. El saneamiento se puede hacer mediante eliminación de la hoja completa (cuando tiene un área afectada superior al 50 %, o mediante despuntes y deslaminados si esta es menor del 50%. El saneamiento de hojas tiene un efecto marcado sobre la severidad del ataque durante los meses más lluviosos del año (Fig. 3). Por cuanto el extremo izquierdo de las hojas es el primero expuesto a la infección durante la emergencia de las hojas, es también el primero en exhibir lesiones. Se ha puesto en práctica el uso de la despunta temprana (antes de que aparezcan los síntomas) para evitar las infecciones secundarias (Orozco-Santos y Orozco-Romero, 2006).

Las hojas pueden ser distribuidas en el suelo libremente o apiladas. El apilamiento reduce la superficie foliar que libera las ascósporas. Pérez (1998), informó que las hojas colocadas en el suelo dejan de descargar ascósporas entre 9 y 11 semanas antes que las dejadas en las plantas.

Vargas *et al.*, (2006), demostraron que defoliar post-floración dejando solo 8 – 9 hojas en la planta al momento del embolse del racimo, permitió obtener: una menor severidad de Sigatoka negra en las plantas a la cosecha, llegar a la cosecha con un mayor número de hojas funcionales que en las no defoliadas, mayor tamaño y grosor de los dedos y peso del racimo, un menor rechazo de racimos durante la época de mayor severidad de la enfermedad y no influyó sobre el desarrollo de los seguidores.

Uso de clones resistentes a la enfermedad. El uso de clones resistentes es el método más económico y ambientalmente seguro de manejo de Sigatoka negra y prácticamente el único método de control disponible para pequeños agricultores en áreas de media y alta pluviometría (Hernández y Pérez, 2001). Han sido descritos los tipos de interacciones existentes entre *Mycosphaerella fijiensis* y *Musa* spp. (Fouré *et al.*, 1984; Fouré *et al.*, 1990; y Fouré, 1994). Una de las interacciones más frecuentemente explotada en los programas de mejora para resistencia a Sigatoka negra ha sido la

resistencia parcial utilizada ampliamente en el programa de obtención de híbridos de la FHIA (Rowe y Richardson, 1975; Rowe y Rosales, 1994). La resistencia parcial se manifiesta por el alargamiento de la incubación, de la transición de las lesiones de los estados iniciales de rayas a manchas y de la formación de cuerpos de reproducción sexual y asexual del patógeno (Pérez, 1998; Hernández y Pérez, 2001). Se han desarrollado y distribuido por la FHIA y el IITA, clones con resistencia parcial aptos para los mercados locales los cual en algunos casos ha obligado al cambio de las preferencias gustativas. En Cuba más de 12,000 ha de clones tetraploides sintéticos de la FHIA (FHIA 23, FHIA, 18 y FHIA 21), con resistencia parcial han sido desarrolladas, lo que ha permitido una importante disminución de los costos de producción (Pérez *et al.*, 2002 b).

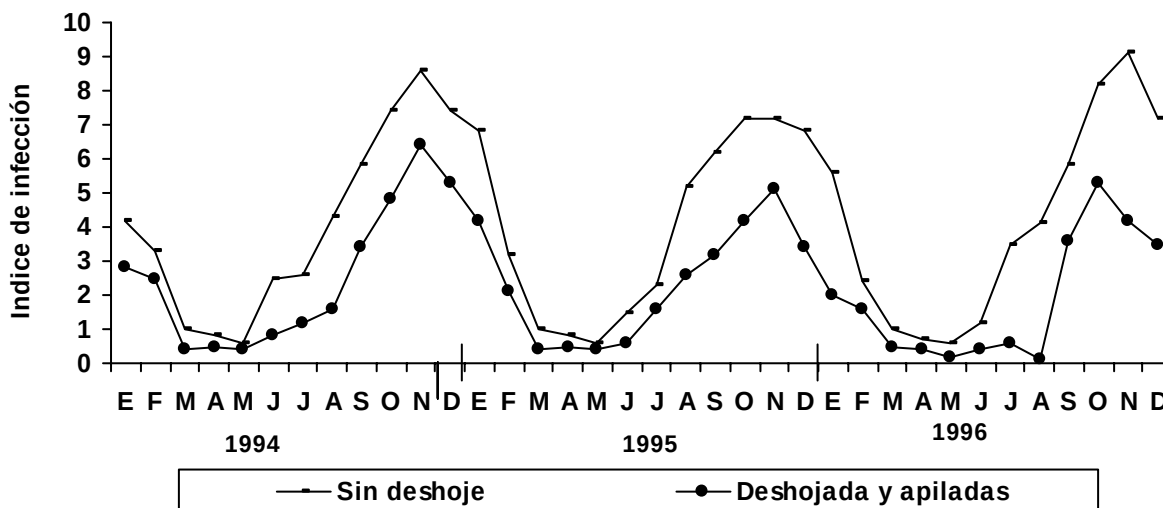


Figura 3. Efecto del deshoje y apilamiento de hojas en la severidad de Sigatoka negra en una plantación de Gran enano sometida a tratamientos.

En un estudio conducido por tres años Pérez y Pérez (2003) observaron daños intensos de Sigatoka negra en el clon FHIA 18 en áreas cultivadas de este clon por más de 10 años en la región central de Cuba. Las afectaciones del FHIA 18 en este clon fueron superiores a las informadas en el resto de las áreas del país donde había sido recientemente introducido. Los aislamientos de las poblaciones de plantas de FHIA 18 severamente afectadas de las áreas muy afectadas, han mostrado una mayor agresividad sobre FHIA 18 en ensayos en fragmentos de hojas bajo condiciones controladas que los aislamientos del patógeno obtenidos de clones Cavendish de regiones donde nunca han sido introducidos clones con resistencia parcial (Pérez y Pérez, 2004). Este se considera un caso de selección de poblaciones más agresivas en clones de resistencia parcial producto de selección direccional (Wolfe, 1981; causada por el cultivo a gran escala durante muchos años del clon FHIA 18. Se requiere confirmar en el futuro con marcadores moleculares, los cambios de agresividad en la población del patógeno.

Clones resistentes vía transgénesis. Los bananos del grupo Cavendish hoy comercializados a gran escala, presentan alta susceptibilidad a Sigatoka negra y esterilidad femenina por lo que son difícilmente mejorables mediante el mejoramiento convencional. Han sido puesto a punto metodologías eficientes para la transformación genética de bananos para resistencia a Sigatoka negra mediante uso de bombardeo de partículas y *Agrobacterium tumefaciens* (Sági *et al.*, 1995 a y b); Pérez-Ponce, 2000; Arinaitwe *et al.*, 2004; Gómez-Kosky *et al.*, 2004). Se realizaron transformaciones a partir de suspensiones de células embrionarias del clon Gran enano, mediante *A. tumefaciens* cepa EHA 105 portadora de los plásmidos pHCG59, (gen de β glucanasa, aislado de plantas de frijol), y con los genes pHAC58 y pHGA91 (gen de quitinasa clase 1 y gen AP24 relacionado a la osmotina respectivamente, aislados de plantas de tabaco; Gómez-Koski *et al.*, 2004 y 2005 y Bermúdez *et al.*, 2005). Después de obtener los permisos correspondientes de la Agencia Nacional de Bioseguridad, llevaron al campo 150 líneas, las cuales plantaron en un diseño completamente aleatorizado junto a los clones originales no transformados y se seleccionaron un total de 15 líneas transgénicas (en total de las tres construcciones genéticas utilizadas de proteínas PR), las cuales tuvieron un comportamiento superior al control en relación al índice de infección y la

severidad de la enfermedad a la floración. Se transformaron además, suspensiones embrionarias del clon de plátano Navolean (AAB) y se seleccionaron un total de cuatro líneas transgénicas, tres de estas con la construcción glucanasa+AP24 y una con la construcción quitinasa+AP 24; los índices de infección en los controles (clones originales no transformados) variaron entre 33.7 y 40.2 % mientras que los de las líneas transformadas variaron entre 7.35 y 10.4%.

Estos materiales tienen un gran valor para áreas de clones Cavendish bajo gran presión de enfermedad debido a los altos patrones pluviométricos. Las perspectivas futuras del uso comercial de estos clones dependerá en gran medida de los cambios de la percepción pública sobre el consumo de alimentos procedentes de plantas transgénicas y de la información futura que se genere sobre la inocuidad para el consumo humano, de los productos de los genes procedentes de plantas de cultivo utilizados en las transformaciones.

Lucha biológica; antagonistas microbianos. La lucha biológica comprende desde el uso de antagonistas microbianos que pueden basar su acción en antibiosis, inducción de resistencia sistémica adquirida (SAR), el parasitismo, competencia por nutrientes), entre otros. La lucha biológica ha sido en general poco estudiada para el manejo de Sigatoka negra debido a diferentes factores técnicos y de financiamiento. Jiménez *et al.* (1987), evaluaron contra Sigatoka negra más de 200 aislados de bacterias epifíticas de las hojas de plátanos y encontraron en invernadero un solo aislado de *Pseudomonas sp.*, que brindó en invernadero una actividad comparable a la del clorotalonil. González *et al.* (1997), estudiaron la actividad de *Serratia marcesens* (cepas A23 y R1), *Serratia entomophyla* (cepa A100) y de *Bacillus cereus* (cepa A30), en aplicaciones de estos microorganismos con quitina, en comparación con la quitina sola y el fungicida en invernadero y campo obteniendo una eficacia insuficiente para garantizar el control. Tratamientos realizados con un bioproducto basado en metabolitos purificados de *Pseudomonas aeuroginosa* aislado Pss en estudios de campo, brindaron un control parcial e insuficiente de la enfermedad aun cuando fueron aplicados a intervalos cortos (Pérez, L. no publicado). En general, los niveles de control hasta el presente informados en la literatura científica no permiten manejar el control biológico con antagonistas como una vía alternativa al control químico para el manejo de la enfermedad en plantaciones de clones susceptibles con media y alta pluviometría.

Inducción de resistencia sistémica adquirida. Las plantas pueden ser inducidas localmente o sistémicamente a hacerse más resistentes a las enfermedades mediante varios estreses bióticos o abióticos (resistencia sistémica adquirida; SAR). A través de una red de señales, inducen un espectro de proteínas antifúngicas vinculadas a la resistencia (β -1,3 glucanasas y quitinasas, proteínas ricas en cisteína relacionadas a la taumatina) características de diferentes especies de plantas y sistemas de activación y por su dependencia del ácido salicílico (AS; Gaffney *et al.*, 1993; Delaney *et al.*, 1994; Kessman *et al.*, 1994 a y b; Kessman *et al.*, 1996; Friedrich *et al.*, 1996; Oostendorp *et al.*, 2001). El nivel del AS endógeno se ha correlacionado estrechamente con la inducción de proteínas PR y a una catalasa que se une al AS la cual potencia la generación de H_2O_2 (Chen y Klessig, 1991; Chen *et al.*, 1993; Chen *et al.*, 1994; Lawton, *et al.*, 1996).

Sin embargo, para considerar que un agente es inductor de SAR debe demostrarse que: 1) la señal es inducida sistémicamente lejos del sitio de aplicación; 2) induce la formación de proteínas PR ácidas como son las glucanasas, quitinasas y proteínas relacionadas a la taumatina. En la actualidad se comercializan muchos agentes químicos utilizados como nutrientes y biológicos a los cuales se les atribuye propiedades como inductores de resistencia sin evidencia científica de estas dos cualidades.

Uso de compuestos vinculados a la nutrición con actividad sobre Sigatoka negra. Entre estos se encuentran compuestos químicos y derivados orgánicos de compostaje.

Vigor Cal-Phos. El calcio y el fósforo en tienen un efecto marcado sobre el desarrollo de las enfermedades en las plantas mediante la inhibición de enzimas pectolíticas utilizadas por los patógenos para destruir la pared celular y el engrosamiento de la cutícula. Jácome *et al.* (2004), y Pasbergh-Gauhl *et al.* (2004), informaron el efecto secundario de los tratamientos con Vigor Cal-Phos a dosis de 3 L. ha⁻¹ en combinación con triazoles y otros fungicidas convencionales en el control de Sigatoka negra los cuales permitieron mejorar el nivel de control, alargar el intervalo entre ciclos y reducir en consecuencia el número total de ciclos de fungicidas por año así como la reducción del volumen de aceite en la mezcla fungicida sin pérdida de eficacia, adicionalmente a un mayor tamaño de las plantas, un mejor tamaño de los racimos y un mejor comportamiento frente a los diferentes tipos de estrés en las plantas.

El silicato de calcio y potasio induce la expresión de mecanismos de defensa a la infección de *Magnaporthe grisea* y *Tanathephorus cucumeris*, *Monographiella albensis*, *Cochliobolus miyabeanus* en arroz (Datnoff *et al.*, 1991; Rodrigues *et al.* a y b, 2002; Kim *et al.*, 2002,), *Sphaeroteca fuliginea* y

Pythium ultimum en cucurbitáceas (Cherif, *et al.*, 1994. Fawe *et al.*, 1998), *Cercospora coffeicola* en café (Pozza *et al.*, 2004) y en otros cultivos. Entre los mecanismos asociados a la inducción de resistencia se han mencionado incrementos significativos en la producción de quitinasas, β 1-3 glucanasa, peroxidases, fenilalanina amonio liasas, polifenoloxidasas y acumulación de compuestos fenólicos así como la formación de una capa de alta densidad de Si a los lados de la pared celular. Los resultados de los ensayos en invernadero y campo han permitido una inhibición marcada del desarrollo de estos patógenos y un aumento importante de los rendimientos acompañado de una disminución marcada o abandono del uso de fungicidas. La ausencia de informes en revistas científicas indica que se le ha prestado poca o ninguna atención para su uso en el caso de las musáceas.

Derivados de compostaje y lixiviados de humus de lombriz. Hay antecedentes del uso de bioproductos resultantes del compostaje y de lixiviados de la humificación con lombrices de estiércol y residuos de cosechas (casting) para el control eficiente de Sigatoka negra en plantaciones orgánicas tanto de clones susceptibles como resistentes (Cañarte, 2003; Alvarez, 2004.)

Cañarte (2003), informó de la eficacia de las aplicaciones semanales en una finca de 300 ha de banano Cavendish en zona tropical húmeda de Guayaquil Ecuador, con una mezcla en aceite mineral de 2 L. ha⁻¹, del bioproducto resultante de la fermentación en biorreactores artesanales durante 21 días, de estiércol vacuno en mezcla con melaza de caña, a la que se les añadió microorganismos de suelo. Los tratamientos inhibieron o retardaron la evolución de las manchas. Los productos de las fermentaciones son ricos en macro y micro elementos así como en ácidos orgánicos.

En Cuba, se está utilizando 2 litros de lixiviado de la lombriz californiana *Eisenia foetida* obtenido suspendiendo el humus (resultante de la descomposición bajo techo de estiércol y residuos de plantas de plátano) en agua a una concentración del 50% v/v la cual es aplicada semanalmente a las plantas de bananos y plátanos a alta densidad (Alvarez, 2004). Las plantas tratadas muestran un excelente control de la enfermedad (Tabla 1; L. Pérez 2006 no publicado) y retardo de la evolución de los síntomas. Se requieren de estudios para dilucidar los mecanismos de acción de los lixiviados de humus de lombriz. Zhang *et al.* (1998), informaron que los tratamientos con suspensiones acuosas de humus de lombricultura indujeron SAR en cucurbitáceas y *Arabidopsis*. No obstante hay evidencias de la presencia en los lixiviados de una flora bacteriana con una fuerte actividad antagonica (Y. Alvarado, comunicación personal).

Tabla 1. Eficacia del lixiviado de vermicompost en el control de *M. fijiensis*. Estado sanitario a la floración. Guira de Melena, Plátano CEMSA ¾ (AAB). (L. Pérez 2006, no publicado).

Variantes	Dosis	Hojas totales	HJS ⁽¹⁾	HJMp ⁽²⁾	Hojas a cosecha.
Suspensión de humus de Vermicompost	4 L/ha de suspensión 1:1 de humus/agua.	12.5	6.6	9.3	6.5
Mancozeb + aceite mineral	2.5 kg + 5L aceite + agua hasta 80 L/ha	11.4	5.8	7.6	6.4
Testigo sin tratar	-	8.2	4.2	5.2	1

(1) HJS: Hoja más joven con síntomas (media de 10 plantas, 4 repeticiones)

(2) HJMp: Hoja más joven con necrosis promedio (estado 4 o mayor de clasificación de Fouré (1988). Media de 10 plantas 4 repeticiones.

Balance de las alternativas para el manejo de la Sigatoka negra.

El manejo de la Sigatoka negra en el futuro seguirá enfocado en la integración de procedimientos culturales y químicos. Los cambios en la percepción de los consumidores para el consumo de productos más sanos y en la preocupación pública por detener la contaminación ambiental tendrá una influencia marcada en el futuro en las tecnologías de control que se implementarán.

En este sentido hay que considerar los diferentes escenarios de producción de musáceas. Las producciones tradicionales de bananos Cavendish y plátanos altamente susceptibles a la enfermedad en zonas de alta pluviometría en grandes superficies, seguirán dependiendo por algunos años del uso de fungicidas químicos, del saneamiento y en la mejora de las condiciones culturales para hacer más desfavorables las condiciones ambientales al desarrollo de la enfermedad. En estas áreas los antagonistas hasta el momento parecen tener pocas oportunidades como opción de control.

Mucho se ha avanzado en el desarrollo de grupos químicos más eficaces y menos riesgosos ambientalmente y se ha ganado conocimiento en sus mecanismos de acción, permitiendo establecer recomendaciones sólidamente fundamentadas de las estrategias de uso para disminuir la presión de selección de poblaciones resistentes a los ingredientes activos en uso. El patógeno ha mostrado en el tiempo una gran capacidad de variación y adaptación desarrollando poblaciones con baja sensibilidad a las diferentes familias de ingredientes activos que salen al mercado. El rol principal lo tendrán en el futuro los productos de contactos apoyados por el uso de sistémicos particularmente los triazoles, a pesar de que hay evidencias en estas regiones problemas crecientes de pérdida de sensibilidad.

A largo plazo, para estas regiones con alta pluviometría y presión de infección, la resistencia genética es la única solución económica y ambientalmente factible. Un poco de resistencia parcial brinda grandes beneficios desde el punto de vista epidemiológico y puede ser integrada a los sistemas de manejo para complementar o sustituir los tratamientos químicos (Hernández y Pérez, 2001; Pérez y Pérez, 2003). Esta puede ser obtenida en el caso de las producciones de bananos Cavendish y plátanos mediante transgénesis lo cual dependerá de una amplia concientización del efecto de los productos de los genes antifúngicos provenientes de plantas cultivadas a la salud.

La situación de los productores pequeños de bananos y plátanos vinculados a la cadena de exportación, situados dentro de los grandes macizos bananeros en el trópico húmedo es muy variable y requiere de más atención y asesoramiento en el manejo de fungicidas y de la enfermedad; muchos no resisten un aumento de los costos de las medidas de protección.

Las producciones de bananos y plátanos en trópicos semi-húmedo y seco tienen más opciones mediante integración de sistemas de manejo cultural (densidades de plantación, nutrición, drenajes, número de manos/racimo), adopción de sistemas de monitoreo de la enfermedad para optimizar los momentos de los tratamientos. En estas áreas hay fuertes oportunidades para las producciones orgánicas. Un caso exitoso a seguir investigando como funcionan son los tratamientos con lixiviados de compost y vermicompost que ha venido estableciéndose a alguna extensión en Ecuador y Cuba en plantaciones de clones susceptibles y con resistencia parcial.

Se requiere continuar el estudio de compuestos que induzcan mecanismos de defensa para integrarlos a las estrategias de manejo de Sigatoka negra. Entre estos habría que determinar la factibilidad del uso del silicato de calcio y potasio como inductor de mecanismos de resistencia contra patógenos de las raíces hojas y frutos en *Musa*.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Alvarez, J.M., 2004. Una nueva concepción de producción de plátano fruta y vianda en Cuba (segunda versión). Impresiones del Ministerio de Agricultura, pp. 1-16.
2. Arinaitwe, G., Remy, S., Strosse, R., Swennen, R. and Sági, L., 2004. *Agrobacterium* and particle bombardment-mediated transformation of a wide range of banana cultivars. In: Moham Jain, S. and Swennen, R. (eds.) *Banana improvement: Cellular, molecular biology and induced mutations* Proceedings of a Meeting held Sept 24-28, 2001 in Leuven, Belgium, FAO/AIEA Joint Division, INIBAP, Science Publishers, Inc. Enfield, (NH, USA)
3. Barrantes, N., 1990. Bibliometric analysis of Sigatoka literature. In: Fullerton, R. and Stover, R.H. (Ed.) *Sigatoka leaf spots diseases of bananas*. Proceedings of an International Workshop held at San José, Costa Rica, March 28, April 1. 1989. INIBAP. Pp: 17-28.
4. Bermúdez, I., Gómez, R., Chong, B., Reyes, M., Machado, J., Portal, O., Ocaña, B., Alvarado, Y., Leiva, M., Acosta, M., Cruz, M., Roque, B., Swennen, R., Sági, L., Hernández, L., 2005. *Agrobacterium tumefaciens*-mediated genetic transformation of banana *Musa* spp. cv. Grande Naine, (AAA) using chimerical antifungal genes for Black Sigatoka resistance. Plant Cell Report (Aceptado para publicación).
5. Cañarte, S., 2003. Control de plagas en banano por la vía de la nutrición. Memorias del Taller Internacional para el Manejo integrado de Sigatoka negra y otras plagas en *Musa*. MUSALAC/INIBAP, Guayaquil, Ecuador.
6. Carlier, J., Lebrun, M.H., Zapater M.F., Dubois, C., Mourichon, X., 1996. Genetic structure of the global population of banana black leaf streak fungus, *Mycosphaerella fijiensis*. *Molecular Ecology*, 5, 499 – 510.
7. Chen, Z. and Klessig, D.F., 1991. Identification of a soluble, salicylic acid-binding protein that may function in signal transduction in the plant disease resistance response. *Proc. Natl. Acad. Science USA* 88, 1879–1886.
8. Chen, Z., Silva, H. and Klessig, D.F., 1993. Active oxygen species in the induction of plant systemic acquired resistance by salicylic acid. *Science* 262 (5141), 1883-1886.
9. Chen, Z., Silva, H. and Klessig, D.F., 1994. Involvement of reactive oxygen species in the induction of systemic acquired resistance by salicylic acid in plants. *Science* 242, 1883 – 1886.
10. Chérif, M., Asselin, A. and Belanger, R.R., 1994. Defense responses induced by soluble silicon in cucumber roots infected by *Pythium* spp. *Phytopathology* 84, 236-242.
11. Chin, K.M., Arroyo, T., Foster, B. and Steden, C., 1996. Sensitivity of *Mycosphaerella fijiensis* to demethylation-inhibitors in Central America: testing methodology and cross resistance. Proceedings of the XII ACORBAT Meeting, Sto. Domingo, Oct 28-Nov 1.
12. Chin, K.M., Wirz, M., and Laird, D. 2001. Sensitivity of *Mycosphaerella fijiensis* from banana to trifloxystrobin. *Plant Dis.* 85, 1264-1270.

13. Datnoff, L.E., Raid, R.N., Snyder, G.H. and Jones, D.B., 1991. Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice. *Plant Disease* 75, 729-732.
14. Delaney, T.P., Uknes, S., Vernooij, B., Friedrich, L., Weymann, K., Negretto, D., Gaffney, T., Gut-Rella, M., Kessmann, H. and Ward, E., 1994. A central role of salicylic acid in plant disease resistance. *Science* 266, 1247-1249.
15. Fawe, A., Aboud-Zaid, M., Menzies, J.G., and Bélanger, R.R., 1998. Silicon-mediated accumulation of flavonoid phytoalexins in cucumber. *Phytopathology* 88, 296-401.
16. Fortune, M.P., Gosine, S., Chow, S., Dilbar, A., Hill, A. St., Gibbs, H. and Rambaran, N. 2005. First report of Black Sigatoka disease (causal agent *Mycosphaerella fijiensis*) from Trinidad. *New Disease Report*. BSPP, 10: August 2004 - January 2005.
17. Fouré, E. 1985. Les Cercosporiose du bananier et leurs traitements. Etude de la sensibilité variétale des bananiers et plantains à *Mycosphaerella fijiensis* au Gabón. *Fruits* 40, 393-399
18. Fouré, E., 1988. Stratégies de lutte chimique contre le Cercosporiose noire du bananier et des plantains provoqué par *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, L'avertissement biologique au Cameroun. Evaluation des possibilités d'amélioration. *Fruits* 43, 269-274.
19. Fouré, E., 1990. Stratégies de lutte chimique contre le Cercosporiose noire du bananier au Cameroun : efficacités comparées de différentes molécules fongicides, stratégies d'alternance. In: Fullerton, R. and Stover, R.H. (eds.) *Sigatoka leaf spots diseases of bananas*. Proceedings of an International workshop held at San José, Costa Rica, March 28, April 1. 1989. INIBAP, pp. 135-158.
20. Fouré, E., 1994. Leaf spot diseases of banana and plantains caused by *Mycosphaerella musicola* and *M. fijiensis*. In: Jones, D.R. (ed.) *The Improvement and Testing of Musa: a Global Partnership*, Proceedings of the First Global Conference of the International Testing Program held at FHIA, Honduras, April 27-30, INIBAP, Montpellier, France, pp. 37-46.
21. Fouré, E., Grisoni, M. et Zurfluh, R., 1984. Les cercosporioses du bananier et leurs traitements. Comportement des variétés. II. Etude de la sensibilité des bananiers et plantains à *Mycosphaerella fijiensis* Morelet et des quelques caractéristiques biologiques de la maladie des raies noires au Gabon. *Fruits* 39, 365 - 378.
22. Friedrich, L., Lawton, K., Ruess, W., Masner, P., Specker, N., Gut-Rella, M., Meier, B., Dincher, S., Staub, T., Ukness, S., Metraux, J.P., Kessmann, H., Ryals, J., 1996. A benzothiadiazole derivative induces systemic acquired resistance in tobacco. *Plant J.* 10, 61 - 70.
23. Gaffney, T., Friedrich, L., Vernooij, B., Negretto, D., Nye, G., Uknes, S., Ward, E., Kessmann, H. and Ryals, J., 1993. Requirement of salicylic acid for the induction of systemic acquired resistance. *Science* 261: 754-756.
24. Gauhl, F., 1990. Epidemiología y ecología de la Sigatoka negra. Traducción de la obra: Untersuchungen zur Epidemiologie und oxologie der Schwarzen Sigatoka krankheit (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) an kochbananen (*Musa* sp.) in Costa Rica. Tesis Doctoral presentada en el Instituto Sistemático - Geobotánico e Instituto de Patología y Protección de Plantas de la Universidad Georg August Goettingen. UPEB, Ciudad de Panamá, 256 pp.
25. Gisi, U., Chin, K.M., Knapova, G., Küng-Färber, R., Mohr, U., Parisi, S., Sierotski, H. and Stenfield, U, 2000. Recent developments in elucidating modes of resistance to phenylamides, DMI and strobilurin fungicides. *Crop Protect.* 19, 863-872.
26. Gómez-Kosky, R., Chong-Pérez, B., Bermúdez, I., Alvarado, Y., Leiva, M., López-Torres, J., Machado, J., Portal, O., Sweenen, Sági, L. and Hernández, L., 2004. Behavior in field of banana and plantain carrying chimeric genes for the resistance to Black Sigatoka (*M. fijiensis*). Proceedings of the XVI International ACORBAT Meeting, Oaxaca, Mexico, Sept.26 - Oct 1, pp 222.
27. González, R., Bustamante, E. and Shannon, P., 1997. Integrated biological control of *Mycosphaerella fijiensis*. Report of the international workshop on biological control and integrated production in banana cultivation, Las Mercedes de Guácimo, Limón, Costa Rica Nov.16-19, pp.132-139.
28. Guzmán, M., Knight, S., Sierotski, H., Franceschi, G., y Alon, I., 2004. Sensitivity to fungicides in *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. A global overview. Memorias de la XVI Reunión Internacional de ACORBAT Oaxaca, México, Sept. 29 - Oct 1., pp. 251-252.
29. Heaney, S.P., Hall, A.A., David, S.A. and Olaya, G., 2000. Resistance to fungicides in the Qol- STAR cross resistance group: current perspective. Proceedings of the BCPC Conference Pest and Diseases 2000, 755 - 762.
30. Hernández, A. y Pérez, L. 2001. Reaction of banana and plantains cultivars to Black Sigatoka disease caused by *Mycosphaerella fijiensis* Morelet in Cuba. Epidemiological components of the resistance. *Fitosanidad* 5 (3): 9-15
31. Irish, B. M., Goenaga, R., and Ploetz, R.C., 2006. *Mycosphaerella fijiensis*, causal agent of Black Sigatoka of *Musa* spp. found in Puerto Rico and identified by polymerase chain reaction. *Plant Disease* 90, 684.
32. Jácome, L.H., Blanco, R., and Galindo, J.L., 2004. Effect of Vigor-Cal-Phos (VCP) on mitigation of Black Sigatoka disease on bananas. Memorias de la XVI Reunión Internacional de ACORBAT Oaxaca, México, Sept. 29 - Oct 1., Pp. 212-224.
33. Jiménez, J.M., Galindo, J.J. and Ramírez, C. 1987. Estudios sobre combate biológico de *Mycosphaerella fijiensis* var. Diiformis mediante bacterias epífitas. Memorias del VII Reunión Internacional de ACORBAT, Costa Rica, pp. 105-109.
34. Jiménez, L.G. and Rodríguez, R.A., 1985. First outbreak of *Mycosphaerella fijiensis* tolerant of the fungicide benomyl in bananas in Costa Rica. Abstracts of Papers of the Annual Meeting of The American Phytopathological Society, Caribbean Division. October 22-26, 1984. *Phytopathology*. 75, 1177.

35. Kim, S.G., Kim, K.W., Park, E.W. and Choi, D., 2002. Silicon-induces cell wall fortification on rice leaves: a possible mechanism of enhanced host resistance in blast. *Phytopathology* 92, 1095-1103
36. Kessmann, H., Staub, T., Ligon, J., Oostendorp, M., Ryals, J., 1994 a. Activation of systemic acquired resistance in plants. *Europ. J. of Plant Pathol.*, 100, 359 – 369.
37. Kessmann, H., Staub, T., Hoffman, C., Maetzke, T., Herzog, J., Ward, E., Uknes, S., Ryals, J., 1994 b. Induction of systemic acquired resistance in plants by chemicals. *Ann. Rev. of Plant Pathol.* 12, 439 – 454.
38. Kessmann, H., Oostendorp, M., Ruess, W., Staub, T., Kunz, W. Ryals, J., 1996. Systemic activated resistance – a new technology for plant disease control. *Pestic. Outlook* 7, 10 – 13.
39. Kuck, K.H., Kroneberg, A., Zuninga, G., Stoermer, K., Boebel, A., González, R., Guendel, R., Martínez, A., Blanco, R., Gauhl, F., Sandoval, J., Marin, D., Rodríguez, J.F., Leandro, G., Calle, H., Sheppard, B., Blanco, M.V., González, J., Arroyo, T., Jacome, L., Yopez, G., Sierotzki, H., Guzmán, M., Bureau, E. and. García, M. J., 2004. 7th Meeting of the FRAC Banana Working Group, Miami, Florida, 11-12 Feb. In Abstracts of the XVI ACORBAT Meeting, Oaxaca, México, Sept. 26 –Oct. 1. Pp. 240.
40. Lawton, K.A., Friedrich, L., Hunt, M., Weymann, K., Delaney, T., Kessmann, H., Staub, T., Ryals, J., 1996. Benzothiadiazole induces disease resistance in *Arabidopsis* by activation of the systemic acquired resistance signal transduction pathway. *Plant J.* 10, 71 - 82.
41. Marín, D.H., Romero, R.A., Guzmán, M., and Sutton, T., 2003. Black Sigatoka and increasing threat to banana cultivation. *Plant Disease* 87, 208-222.
42. Meredith, D.S., 1970. Banana leaf spot disease, (Sigatoka caused by *Mycosphaerella musicola* Leach *Phytopathological Paper* 11, Commonwealth Mycological Institute, Kew Surrey, UK, 147 pp.
43. Orozco-Santos, M. y Orozco-Romero, J. 2006. Prácticas culturales para el manejo de Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en banano. *Memorias del Congreso Internacional Manejo de la Sigatoka negra en América Latina y el Caribe. INIBAP y CORBANA.* San José, 21 al 23 de marzo.
44. Oostendorp, M., Kunz, W., Dietrich, B. and. Staub, T., 2001. Induced disease resistance in plants by chemicals. *European Journal of Plant Pathology* 107: 19–28.
45. Pasbergh-Gauhl, C., Jácome, L. and Cubero, H., 2004. Effect of NIR Booster and Vigor Cal-Phos on Black Sigatoka and growth of banana. *Proceedings of the XVI International ACORBAT Meeting Oaxaca, México, Sept. 29 – Oct 1.*, pp 201-211.
46. Pérez-Ponce, J.B., 2000. Doctoraatsproefschrift Nr. 422. aan de Faculteit Landbouwkundige en Toegepaste Biologische Wetenschappen van K.U. Leuven, Belgium.
47. Pérez, L. 1997. Black Sigatoka disease control in banana and plantains plantations in Cuba. *Management of the disease based on an integrated approach. INFOMUSA.* Vol. 7 (1): 27 – 30.
48. Pérez, L., 1998. Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) de bananos y plátanos (*Musa spp.*) en Cuba. *Biología, epidemiología y manejo integrado de la enfermedad. Memorias del Simposium Internacional de Sigatoka negra. Manzanillo Colima México.* 8 – 10 de julio. Pp. 24 – 52.
49. Pérez, L., 2000. Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) of bananas and plantains (*Musa spp.*): advances in disease management. *Proceedings of the XIV ACORBAT Meeting, San Juan, Puerto Rico Jul 31-Aug. 4.*
50. Pérez, L., 2006. Combate químico convencional y alternativo de la Sigatoka negra: estado actual y perspectivas. *Memorias del Congreso Internacional Manejo de la Sigatoka negra en América Latina y el Caribe. INIBAP y CORBANA.* San José, 21 al 23 de marzo
51. Pérez, L., Iglesias, M. y Mauri, F., 1985. Aparición de una raza resistente al benomyl de *Mycosphaerella musicola* Leach ex Mulder, agente causal de la Sigatoka en los plátanos. *Agrotecnia de Cuba* 17 (1): 79 -98.
52. Pérez, L. and Battle, A., 1993 b. Monitoring procedure to determine propiconazole resistance in *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. *Proceedings of the 6th International; Congress of Plant Pathology.* Montreal.
53. Pérez, L., Mauri, F., Hernández, A., Abreu, E. y Porras, A., 2000a. Epidemiología de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en Cuba. I. Pronóstico bio-climático de los tratamientos en bananos (*Musa acuminata* AAA). *Revista Mexicana de Fitopatología* 18(1): 15 - 26.
54. Pérez, L., Hernández, A. y Porras, A., 2000b. Epidemiología de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en Cuba. II. Pronóstico bio-climático de los tratamientos contra la enfermedad en plátanos (*Musa spp.* AAB). *Revista Mexicana de Fitopatología* 18 (1): 27-36.
55. Pérez, L., Alvarez, J.M. and Pérez, M., 2002. Economic impact and management of black leaf streak disease in Cuba. In: Jacome, L., Lepoivre, P., Marin, D., Ortiz, R., Romero, R. and Escalant, J.V. (eds.). *Mycosphaerella leaf spot diseases of bananas: present status and outlook. Proceedings of the 2nd. International Workshop on Mycosphaerella leaf spots diseases held at San José Costa Rica.* Pp. 71-84
56. Pérez, L., Battle, A., Hernández, A., Trujillo, R., Alvarez, C. y Méndez, A. 2003. Evolución de la sensibilidad a fungicidas de las poblaciones de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet en banano en Cuba. *Fitosanidad* 7(3): 49-54.
57. Pérez, L. y Pérez, M., 2003. Epidemiología de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en clones híbridos de la FHIA con resistencia parcial. *Memorias del Taller Internacional para el Manejo integrado de Sigatoka negra y otras plagas en Musa. MUSALAC/INIBAP.* Guayaquil, Ecuador. 19 pp.
58. Pérez, M. and Pérez, L., 2004. Variability of *Mycosphaerella fijiensis* population in Cuba. Durability of the partial resistance of FHIA hybrids to Black Sigatoka. *Abstracts of Papers of the 44th Annual Meeting of APS/Caribbean Division.*
59. Pozza, A.A.A., Alves, E., Edson, A., 2004. Efeito do silício no controle da cercosporiose em três variedades de cafeeiro. *Fitopatol. bras.*, 29, 185-188.
60. Rivas, G., Zapater, M.F., Abadie, C. and Carlier, J., 2004. Founder effects and stochastic dispersal at the continental scale of the fungal pathogen of bananas *Mycosphaerella fijiensis*. *Molecular Ecology* 13, 471–482.

61. Robert, C.F., López, A. and Fulton, R.H. 1982. Quantitative modifications in banana field surveys to improve spray timing and control of Black Sigatoka *Mycosphaerella fijiensis* var. *diiformis*. Abstracts of the 74th. Annual Meeting APS. Phytopathology 72, 987.
62. Rodrigues, F.A., Vale, F.X.R., Datnoff, L.E., Prabhu, A.S. and Korndörfer, G.H., 2002a. Effect of rice growth stages and silicon on sheath blight development. Phytopathology 93, 256-261.
63. Rodrigues, F.A., Benhamou, N., Datnoff, L., Jones, B., and Bélanger, R., 2002b. Ultrastructural and cytochemical aspects of silicon-mediated rice blast resistance. Phytopathology 93, 533-546.
64. Romero, R.A., 2000. Black leaf streak, Control. In: (Jones, D.R.), Diseases of banana, Abaca, and Enset. CABI Publishing, Wallingford, UK, pp 72-79.
65. Romero, R.A. and Sutton T. B., 1998. Characterization of benomyl resistance in *Mycosphaerella fijiensis*, cause of black Sigatoka of banana in Costa Rica. Plant Disease 82, 931-934.
66. Rowe, P.R. and Richardson, D.L., 1975. Breeding bananas for disease resistance, fruit quality and yield. Bulletin 2. Tropical Agriculture Research Services, (SIATSA) La Lima, Honduras, 41pp.
67. Rowe, P.R. and Rosales, F.E., 1994. *Musa* breeding at FHIA. In: Jones, D.R. (ed.) The Improvement and Testing of *Musa*: a Global Partnership, Proceedings of the First Global Conference of the International Testing Program held at FHIA, Honduras, April 27-30, INIBAP, Montpellier, France, pp. 117-129.
68. Sági, L., Panis, B., Remy, S., Schoofs, H., De Smet, K., Swennen, R. and Cammue, B. P. A., 1995a. Genetic transformation of banana and plantain (*Musa* spp.) via particle bombardment. Bio-Technology 13:481-485.
69. Sági L., Remy S., Verelst B., Swennen R. and Panis B., 1995b. Genetic transformation in *Musa* Species (Banana). Bajaj Y. P. S. (ed.). Biotechnology in Agriculture and Forestry, Plant Protoplasts and Genetic Engineering VI. Vol. 34. Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York:214-227
70. Sierotzki, H., Wulschleger, J. and Gisi, U., 2000a. Point mutation in cytochrome b gene conferring resistance to strobilurine fungicides in *Erysiphe graminis* f. sp. *tritici* field isolates. Pest Biochem. Physiology 68, 107-112.
71. Sierotzki, H., Parisi, S., Steinfeld, U., Tenser, I., Poirey, S. and Gisi, U., 2000b. Mode of resistance to respiration inhibitors at the cytochrome bc₁ complex of *Mycosphaerella fijiensis*. Pest Management Science 56, 833-841.
72. Stover, R. H., 1972. Banana Plantain and Abaca Diseases. Commonwealth Mycological Institute, Kew, 316 pp.
73. Stover, R.H., 1980. Sigatoka leaf spots of bananas and plantains. Plant Disease Reporter 64, 750 - 756
74. Stover, R.H., 1983. Effet du Cercospora noir sur les plantains en Amérique Centrale. Fruits 38, 326-329.
75. Stover, R.H., 1990. Thirty years of changing control strategies. In: Fullerton, R. and Stover, R.H. (Ed.) Sigatoka leaf spots diseases of bananas. Proceedings of an International workshop held at San José, Costa Rica, March 28, April 1. 1989. INIBAP. Pp.: 66-74.
76. Stover, R.H and Dickson, J.H., 1970. Leaf spot of bananas caused by *Mycosphaerella musicola*: methods of measuring spotting prevalence and severity. Trop. Agric. Trin. 47, 289-302.
77. Stover, R. H., 1977. Behavior of benomyl tolerant strains of the black Sigatoka pathogen in the field. Proc. American Phytopathological Soc. 4. 180-181.
78. Vargas, A., Araya, M., Guzmán, M. y Murillo, G., 2006. Efecto de la defoliación de plantas de banano (*Musa* AAA) en posfloración sobre la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*) y la producción. Evaluación semicomercial. Memorias del Congreso Internacional Manejo de la Sigatoka negra en América Latina y el Caribe. INIBAP y CORBANA. San José, 21 al 23 de marzo.
79. Wirtz, M and Chin, K.M., 2000. Detection and characterization of strobilurin resistant individuals of black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) in Costa Rica. Abstracts of the XIV ACORBAT Meeting, San Juan, Puerto Rico, Jul 31 – Aug 4. Pp. 65
80. Wolfe, M.S. 1981. Dynamics of pathogen population in relation to fungicide resistance. In: Dekker, J. and Georgopoulos, S.G. (Eds.) Fungicide resistance in crop protection. Pudoc, Wageningen. Pp. 46-52
81. Zhang, W., Han, D.Y., Dick, W.A., Davis, K.R and Hoitink, HAJ., 1998. Compost and water extract-induced systemic acquired resistance in cucumber and *Arabidopsis*. Phytopath. 88, 450-455.

FUNGICIDE RESISTANCE MANAGEMENT IN BANANA – A CONTINUOUS CHALLENGE

EL MANEJO DE LA RESISTENCIA A LOS FUNGICIDAS EN BANANOS – UN DESAFÍO CONTINUO

Karl-Heinz Kuck

Bayer CropScience, Research, Biology Fungicides Monheim. Alfred-Nobel-Str. 50, 40789 Monheim, Germany.
karl-heinz.kuck@bayercropscience.com

SUMMARY

The introduction of strobilurins in the second half of the nineties and of anilino-pyrimidines more recently have principally facilitated fungicide resistance management. However, resistance problems with strobilurins required both, more intensive resistance monitoring programs and a revised resistance management concept. Based on the experience in other crops an integral and refined resistance management concept is urgently needed in order to avoid an overuse of certain modes of action. Both, the FRAC Banana Working and fungicide manufacturers have been active to develop new concepts.

Keywords: fungicide resistance, monitoring, management .

INTRODUCTION

The introduction of specific fungicides for the control of the main disease in Banana production, *Mycosphaerella fijiensis*, allowed to prolong the application intervals and to use their curative effectiveness. On the other hand, the introduction of specific modes of action was also linked with an upcoming new problem, the development of resistance. Whereas in the seventies until the early nineties only 3 modes of action have been available, more recently two more modes of action have been introduced the strobilurins and the anilino-pyrimidines. Caused by increasing resistance problems with strobilurin fungicides during the last years an integral and refined resistance management concept is urgently needed in order to avoid an overuse of certain modes of action.

LIMITATIONS IN RESISTANCE MONITORING

An effective resistance management for fungicides urgently depends on feed-back from regular sensitivity measurement studies in order to control the effectiveness of the management concept. One specific hurdle in resistance monitoring with the Black Sigatoka pathogen (*Mycosphaerella fijiensis*) is the limited choice of methods. Actually, the vast majority of all studies is performed by the germ tube elongation test which is effective and precise but which is laborious and difficult to automate. In other crops PCR-based molecular methods have become a standard method which has been used increasingly during the last five years for the detection of mutations leading to strobilurin resistance.

Practical resistance to strobilurins is mostly caused by an amino acid substitution in the cytochrome b gene of plant pathogens. Predominantly the change from glycine to alanine at position 143 (G143A) is of major practical importance in bananas and other crops because it is linked to high resistance factors and little or no fitness losses.

However, one intrinsic disadvantage of all *in vitro* tests – either classical *in vitro* tests or molecular tests – is the fact that they deliver little information on the virulence and competitiveness of less sensitive isolates under field conditions. Moreover, the level of *in vitro* activity is often taken erroneously as a direct indicator for the efficacy ranking of compounds under field conditions.

A linear correlation between *in vitro* activity and field performance does not exist even within one chemical group because the field activity is governed not only by the intrinsic activity (reflected e.g. by a germ tube elongation test) but simultaneously by the systemicity and bioavailability of a fungicide.

Under practical conditions the assessment of the field performance of a fungicide is a specific difficulty for banana growers because of the large number of applications and the limited value of small plot trials which are usually linked with a drastic change in application methods.

This problem can, therefore, only be solved with the aid of highly standardized tests under greenhouse conditions using the host-parasite system in potted plants. The development and use of this kind of tests is therefore urgently needed in order to allow conclusions on the correlation of *in vitro* data with field efficacy.

RESISTANCE MANAGEMENT

The actual problems with an upcoming resistance to strobilurin fungicides in several banana producing countries necessitate a partial revision of the existing resistance management schedules. Actually, beside the strobilurins only three specific fungicide groups are available for Black Sigatoka control: triazoles (DMIs), amines (morpholines and spiroketalamines) and anilino-pyrimidines. Contrary to strobilurins, bearing a high risk of resistance development, the other groups are judged to bear a low to medium risk. In order to maintain the efficacy of strobilurins as long as possible and to avoid an overuse of the other groups a balanced use of all specific fungicide classes is therefore urgently required.

This need is reflected in the new recommendations of the FRAC Banana Working Group published in 2006 (1). Contrary to the last recommendations (2), the revised version is recommending - for the first time - not only absolute application numbers per fungicide group and season are given, but in addition a maximum percentage of treatments for each mode of action. Further, the role of preventive multi-site fungicides such as mancozeb or chlorothalonil has been strengthened. For all applications of specific fungicides a mixture with multi-site partners is now preferred or indispensable.

REFERENCES

1. Recommendations of the FRAC Banana Working Group: www.frac.info
2. K.H. Kuck et al. (2004), XVI Reunión Internacional Acorbat, Special Publications, p. 240

EL CULTIVO DE PLATANOS EN ECUADOR

PLANTAIN CULTIVATION IN EQUADOR

Luis Tazán C.

Apdo. Postal 735, Guayaquil, Ecuador. Consultor Musáceas. grdtazan@gu.pro.ec

RESUMEN

El cultivo de plátano es importante en Ecuador por su doble carácter de rubro de exportación y de ser un componente básico en la dieta alimentaria del habitante ecuatoriano. La producción se realiza, mayoritariamente, en la zona litoral que presenta, en la mayor parte de su extensión, condiciones ecológicas favorables para el cultivo. En general, las plantaciones son de pequeña extensión (1-5 hectáreas) y se desarrollan dentro de un carácter de tipo extensivo, con aisladas aplicaciones de fertilizantes, riego en la estación seca y protección sanitaria. En el sector El Carmen-Santo Domingo existe la mayor concentración del cultivo (30.000 hectáreas) con alta significación social-económica. Las principales variedades de cultivo son la Barraganete (Horn-Cuerno) y Dominico (French), ambas triploide AAB. Se describen aspectos de la estructura morfológica y características vegetativas de las plantas y de sus racimos. Igualmente, del manejo cultural y de las condiciones ecológicas de los sectores de producción recalcando la relación estrecha entre las condiciones de clima y de la productividad. Se describen las características de los mercados internos y de exportación.

Palabras Claves: Ecuador, musáceas, plátano, cultivo, comercialización.

SUMMARY

Plantain is an important crop in Ecuador because is an exportable commodity and a basic food component of the Ecuadorian population. Plantain is cultivated in the Coastal region due to favorable climatic conditions. In general, plantain is cultivated extensively in small lots of 1 to 5 hectares. Fertilizers are applied occasionally as well as irrigation in the dry season and phytosanitary protection. The major concentration of plantain is located in Santo Domingo (30.000 hectares) and it represents a socioeconomic factor for the local population. The main varieties cultivated are Barraganete (horn-cuerno), and Dominico (French). Both varieties are triploid AAB. This paper describes morphological structures and vegetative characteristics of the plants and bunches. In addition, crop management and the ecological conditions of the production areas are described. The relationship between climatic conditions and productivity is emphasized. The internal and external market of plantain is described.

Keywords: Ecuador, musaceas, plantain, cultivation, morphology, structure.

CONDICIONES GEOECONOMICAS

La producción platanera en Ecuador, al igual que en los otros países tropicales de América Latina, es de significativa importancia para el país por constituir, a la vez, un rubro importante de exportación de cifras cada vez crecientes (Tabla. 2) y además, por ser un alimento básico para el habitante del litoral ecuatoriano, especialmente del área campesina. La mayor parte de las plantaciones son llevadas como cultivo tipo extensivo, con ausencia marcada de prácticas básicas de fertilización, controles sanitarios y riego en la estación seca, por lo que, al cabo de poco tiempo, la producción de las plantas se deteriora sensiblemente y muchas veces son abandonadas y reemplazadas por otros cultivos. Por esta situación no existen registros fidedignos de la superficie sembrada ni de los niveles de producción obtenidos pero el efecto socio-económico de esta producción, destinada mayoritariamente a consumo interno, se refleja en la presencia permanente, los doce meses del año, de plátano en los mercados de todas las poblaciones del litoral a precios relativamente bajos. La producción destinada a la exportación sí cuenta con registros de volúmenes de exportación y de su valor económico.

Las áreas de producción están diseminadas en todo el litoral, aunque concentradas en las zonas más húmedas (estribaciones de la cordillera de los Andes) por los importantes requerimientos hídricos de la planta. En el cantón El Carmen, por estar la producción altamente concentrada, el cultivo de plátano ejerce una marcada influencia socio-económica. Estudios realizados sobre el tema indican en el sector las cifras de 8.000 trabajadores como mano de obra permanente y de 17.000 ocasionales. El cultivo de plátano abarca el 70% de la superficie del cantón destinada a producción

agrícola. Salvo la producción destinada a la exportación, concentrada en el sector El Carmen – Santo Domingo de los Colorados, que abarca una superficie de más de 30.000 hectáreas, el resto del área sembrada está diseminada en plantaciones de pequeñas superficies, generalmente entre 1 y 5 hectáreas.

Se indica a continuación estimaciones de la superficie destinada al cultivo y cifras relativas a la exportación:

Tabla 1. ECUADOR: EXTENSION SUPERFICIAL DE PLANTACIONES PLATANERAS

Plátano solo	35.000 hectáreas
Plátano en cultivo asociado	40.000 hectáreas
Total:	75.000 hectáreas

Tabla 2. EXPORTACION DE PLATANO EN EL PERIODO 1996-2005 A LOS MERCADOS DE U.S.A. Y EUROPA

AÑO	TONELADAS METRICAS	DOLARES FOB
1996	41.121	8.352.696
1997	58.396	14.421.476
1998	38.440	9.820.550
1999	35.954	11.540.826
2000	56.680	12.002.185
2001	73.713	17.277.129
2002	95.057	20.824.310
2003	86.007	21.171.670
2004	97.196	24.282.320
2005	108.703	27.659.007

EXPORTACION ANUAL DE PLATANO A COLOMBIA:

60.000 - 70.000 Toneladas métricas

Tabla 3. DISTRIBUCION PORCENTUAL DE LA EXPORTACIÓN PLATANERA

AÑO	U.S.A.	UNION EUROPEA	OTROS
1997	98.0	2.0	---
2000	91.0	7.5	1.5
2005	68.0	28.0	4.0

* El incremento marcado de la exportación a la Unión Europea obedece al importante flujo migratorio de ecuatorianos y colombianos en el último quinquenio.

Tabla 4. EXPORTACIONES DE CHIFLES (Chips) DEL ECUADOR

AÑOS	KILOS NETOS
2002	214.995
2003	338.681
2004	452.553
2005	888.178

BOTANICA DE LA PLANTA

1.- TAXONOMIA Y CLASIFICACION

Todas las variedades de plátanos son plantas monocotiledóneas pertenecientes a la familia Musáceas que descienden, como productos de variados y múltiples cruzamientos, de dos especies silvestres, *Musa acuminata* Colla (AA) y *Musa balbisiana* Colla (BB). En la mayoría de ellas predomina el genoma AAB y en unas pocas el ABB. Las de cultivo en Ecuador son las siguientes:

Triploides AAB	Dominico (French)
	Barraganete (Horn-Cuerno)
	Dominico Harton
	Maqueño
	Manzano
Triploides ABB	Cuatro Filos (Bluggoe)
	Pelipita
Tetraploides AAAB	FHIA 4
	FHIA 21

ESTRUTURA MORFOLOGICA

Los aspectos importantes de estructura morfológica a señalar en la planta de plátano son la formación del doble cormo o rizoma y su consiguiente “descalzamiento”.

Efectivamente, entre 8 a 10 semanas después de la siembra se observa la formación de un segundo cormo o rizoma a nivel de la superficie del suelo, por encima del que sembró y el que tenía ya su sistema radicular relativamente desarrollado, e inclusive se aprecia la brotación y desarrollo de algunas yemas. El segundo cormo, de nivel superior, se desarrolla cada vez con más intensidad hasta que, a la aparición de la inflorescencia, es más grande en volumen e igualmente, posee un mayor número de raíces y de “plantas hijas de sucesión”.

Con la sucesión generacional se produce la condición de “descalzamiento” marcado del rizoma en edad precoz. Este hecho tiene los graves inconvenientes de hacer perder a la planta su condición de sustento y, lo que es más importante, la capacidad de captar nutrientes del suelo pues buena parte de la zona radical se manifiesta sobre el nivel del terreno por lo que las raíces se atrofian y no realizan ninguna función. La consecuencia de este trastorno es el deterioro de las plantas y de la calidad de los racimos. En esta situación lo aconsejado es realizar la renovación de la plantación.

CARACTERISTICAS VEGETATIVAS Y DE PRODUCCION DE CUATRO CULTIVARES DE PLATANO

Se tienen algunos registros acerca de las características vegetativas de la planta, referentes a la altura del pseudotallo, circunferencia a un metro de altura, superficie foliar, etc. Igualmente, de manifestaciones fisiológicas relativas a lapso entre la siembra y la emisión de la inflorescencia (“parición del racimo”) y lapso entre la parición y la cosecha. Finalmente, entre pesos de los racimos y características pomológicas de los frutos: calibre, peso, longitud, etc. Pero, en general, los registros han correspondido a observaciones aisladas en plantaciones no establecidas ni manejadas con sujeción al rigor experimental: condiciones heterogéneas de suelo y de material de siembra, irregularidad en prácticas de riego y fertilización, diferentes condiciones climáticas, etc.

Sin embargo, las observaciones realizadas han permitido establecer los siguientes patrones de comportamiento que se señalan a continuación.

El desarrollo vegetativo de la planta y calidad del racimo producido, es función de los siguientes factores:

Condición sanitaria y de vigor del material de siembra.

- Condición física (textura) y nutricional del suelo de la plantación.
- Adecuado manejo de la humedad del suelo (riego y drenaje) que posibilite un excelente desarrollo radicular y practicas sanitarias para evitar el desarrollo de plagas y enfermedades..
- Prácticas sanitarias para evitar el desarrollo de plagas y enfermedades

Aspectos relacionados con manifestaciones fisiológicas, tales como el lapso siembra-floración, floración cosecha, coloración y dureza de los frutos están influenciados por características climáticas, básicamente temperatura y radiación solar. El rango amplio de condiciones de suelo y de clima en que se desarrollan las plantaciones y también la variabilidad marcada en la aplicación de practicas de cultivo, ocasionan mucha heterogeneidad en las características de desarrollo vegetativo y de producción en los diferentes cultivares de plátano. Sin embargo, analizando diversas experiencias realizadas con sujeción a un relativo grado de manejo tecnificado del cultivo, se puede señalar las siguientes cifras del desarrollo vegetativo de cuatro cultivares de plátano al termino de la primera cosecha.

CARACTERES VEGETATIVOS

Cultivar	1	2	3	4	5	6	7
Dominico	3.10-3.30	14.5-15.5	238-250	78-90	7-9	94-106	23.8-25.6
Barraganete	3.15-3.35	14.8-15.7	235-248	78-92	5-6	28-32	12.4-14.2
Barraganete enano	2.60-2.80	10.6-11.2	210-225	66-78	6-8	40-48	17.2-20.8
Maqueño	3.70-3.90	15.5-16.0	277-295	78-85	7-10	118-134	34-39

1. altura en metros del pseudotallo
2. superficies foliar en metros cuadrados de
3. número de días entre siembra y floración
4. número de días entre floración y cos.
5. numero de manos
6. número de dedos
7. Peso en kilos del racimo (sin el raquis).

ECOLOGIA

CLIMA

El litoral ecuatoriano posee, en general, condiciones ecológicas favorables para el cultivo platanero, con un rango térmico entre 19 y 31 grados centígrados y lluvias que se extienden entre 4 y 6 meses por año, con valores de precipitación fluctuantes entre 1800 y 3000 milímetros. La pequeña producción de las estribaciones andinas o de los valles interandinos se desarrolla en clima subtropical con condiciones de temperatura marcadamente inferiores, (rango térmico entre 10 y 24 grados centígrados) Las cifras y curvas de precipitación y las de heliofanía o brillo solar de algunos sectores de producción que se muestran en las tablas 5 y 6, señalan el aspecto más caracterizado del clima en relación a la producción platanera: la existencia de dos condiciones marcadamente diferentes entre el cuatrimestre Enero-Abril y el resto de los meses del año. Esta condición señala la necesidad de los requerimientos de riego y drenaje y marcan las variaciones en el lapso floración-cosecha, por el descenso térmico y de brillo solar en el período mayo-noviembre.

SUELOS DE LOS SECTORES PLATANEROS

La gran mayoría de los suelos dedicados a la producción platanera son de textura franco-limo-arenosa o franco arcillosa. Generalmente se destinan a esta producción los suelos conocidos como "suelos de banco" o suelos de "huerta" caracterizados por las condiciones texturales que se indican. Debe señalarse la situación particular de una buena parte de la superficie destinada a producción platanera en el sector "El Carmen" caracterizada por terrenos de topografía accidentada y por ello muy sensibles a la erosión en el período de fuertes precipitaciones.

ECOFISIOLOGIA

El factor más determinante en la duración del ciclo vegetativo (siembra-floración) del plátano en Ecuador es la altitud de los terrenos en los que se realiza el cultivo. En terrenos de baja altitud (5-80 msnm). el ciclo fluctúa entre 8 y 9 meses, dependiendo de la estación en la que se desarrolló la mayor parte del cultivo. Si la siembra se realizó a fines de diciembre o comienzos de enero, la joven planta recibe la influencia favorable de alta temperatura y pluviosidad propias de la estación "invernal". En este caso el ciclo es de 8 meses. Pero si la siembra se realiza en mayo o junio, es decir al inicio de la estación seca caracterizada, además, por el descenso de temperatura y de brillo solar el ciclo se alarga a 9 o 10 meses.

En los cultivos que se establecen en el sector El Carmen-Santo Domingo, a 600 metros de altitud, la emisión del racimo se produce entre 11 y 12 meses después de la siembra. Las plantaciones en los valles de Loja (500-1800 metros de altitud) requieren entre 14 y 15 meses para la emisión de la inflorescencia. Las bajas temperaturas y heliofanías del período Junio-Octubre afectan también la duración del período floración-cosecha que se extiende entre 110 y 120 días e, igualmente, las cifras semanales de floración marcadamente diferentes entre los dos períodos señalados (tabla 7)

Tabla 5. PRECIPITACIÓN EN MILÍMETROS DE TRES SECTORES DE PRODUCCION.

MESES	LA CONCORDIA	PICHILINGUE	BABAHOYO
Enero	490	423	340
Febrero	550	460	450
Marzo	580	440	450
Abril	575	380	320
Mayo	300	120	80
Junio	25	30	15
Julio	25	8	1
Agosto	36	4	1
Septiembre	25	9	2
Octubre	40	15	4
Noviembre	52	18	4
Diciembre	220	120	60

Tabla 6. CONDICIONES DE HELIOFANIA EN TRES SECTORES DE PRODUCCION.

MESES	LA CONCORDIA	PICHILINGUE	BABAHOYO
Enero	60	72	85
Febrero	60	81	90
Marzo	76	110	124
Abril	72	108	120
Mayo	62	66	94
Junio	57	55	58
Julio	57	54	57
Agosto	55	66	70
Septiembre	88	66	72
Octubre	70	57	58
Noviembre	42	57	63
Diciembre	46	66	74

Tabla 7. PROMEDIOS SEMANALES DE FLORACION POR HECTAREA EN PLATACION CON MEDIANA TECNIFICACION.

PERIODO	enero-abril	32 plantas
PERIODO	mayo-diciembre	24 plantas

CULTIVO

SIEMBRA

En la operación de siembra se consideran tres aspectos

- Material de plantación.
- Densidad de siembra y
- Dispositivo de plantación

Material de plantación. Se emplean retoños de espada o pedazos de rizoma con una o dos yemas en buen estado. En el primer caso el rizoma del retoño debe tener un diámetro mínimo de 15 centímetros. Si se usa fragmentos de cepa el peso de este material debe ser no menor a 7-8 libras para asegurar suficiente material de reserva para la planta a desarrollarse. No es conveniente emplear material de mayor tamaño por presentar los inconvenientes siguientes:

- Mayor costo de extracción.
- Mayor costo de transporte
- Mayor costo de preparación: limpieza y corte de las raíces y de los fragmentos del rizoma de la planta madre en la que se originó.
- Mayor dificultad para apreciar galerías de "picudo negro"

El empleo de semilla de gran peso y tamaño es conveniente solamente para llenar "claros", o efectuar resiembras dentro de la plantación.

Propagación y Semilleros. En ocasiones es difícil obtener semilla en la cantidad necesaria para establecer plantaciones de mediana o gran superficie, sobre 20 0 30 hectáreas. En este caso debe iniciarse el cultivo en una superficie pequeña e iniciar un programa de propagación que puede contemplar diversas posibilidades. Señalamos a continuación una interesante y de sencilla adopción.

"Los cebollines". Con este nombre se ha desarrollado un sistema eficiente, económico y sencillo para obtener plántulas que tienen, a la vez, excelente condición sanitaria (exentas de nemátodos y de larvas de "picudo negro").

Para la producción de los cebollines se utilizan retoños pequeños (2 a 4 cms. de diámetro del rizoma), yemas que están iniciando su desarrollo.

"Hijos de agua". Estos materiales se extraen con cuchillo muy afilado y luego de cortarles las raíces y limpiarlos de la tierra adherida, se los entierra en suelo de platabanda o en bolsas con sustrato de textura suelta y con mantenimiento adecuado de la humedad. Al cabo de tres semanas aproximadamente emergen las primeras hojuelas indicadoras de la germinación del material. Los cuidados principales consisten en mantener el suelo libre de malezas y, posteriormente, aplicar una pequeña cantidad de urea para acelerar el desarrollo vegetativo. Las distancias de siembra en platabanda es de 40 por 40 centímetros en triángulo. En condiciones favorables la platabanda puede ser reemplazada por una faja de terreno entre dos hileras de plantación.

Para la ubicación del semillero se toman los siguientes cuidados:

- Que se encuentre cerca del área residencial para asegurar los cuidados y vigilancia necesaria.
- Que haya una fuente de agua cercana que asegure la provisión del riego con la frecuencia necesaria, inicialmente diaria, luego pasando un día y posteriormente de acuerdo a la intensidad de la evapotranspiración

- Es conveniente, en una primera fase, hasta la formación de las dos primeras hojas, cubrir el semillero con una estructura para sombra la que se irá raleando paulatinamente hasta tres semanas antes del transplante al sitio definitivo, lapso final en el que deberá pasar sin sombra para no estresarse al ser trasladada al sitio final.

DENSIDAD Y DISPOSITIVOS DE SIEMBRA

Los bajos valores de heliofanía y el descenso térmico en el segundo semestre del año que se han señalado al tratar la condición climática, con la limitada actividad fotosintética consecuente, impiden en el Ecuador la aplicación de densidades superiores a 2200 plantas por hectáreas para primera cosecha. En densidades superiores a la señalada se produce un alargamiento marcado del ciclo siembra-cosecha que se extiende a 16 meses y la obtención de racimos pequeños sin valor comercial. Los mejores resultados con densidades relativamente altas se han obtenido con dispositivos de 3 por 3 m en cuadros con 2 plantas por sitio, lo que da una densidad de 2200 plantas por hectáreas. Este dispositivo se utiliza en plantaciones de cultivo asociado con cacao clonal. También se emplea el dispositivo de siembra triangular con 2.40 metros del lado del triángulo con densidad de 2000 plantas por hectáreas. Posteriormente se ralea extrayendo en forma alternada una planta de las dos puestas en el sitio en el primer caso. En las siembras en triángulo, el dispositivo triangular se convierte en hexagonal con lo que la población se reduce a 1500 plantas por hectáreas para las cosechas posteriores.

FERTILIZACION

Las pocas investigaciones de campo realizadas para definir criterios de fertilización han señalado como requerimientos básicos los aportes de nitrógeno y de potasio. En los terrenos ubicados en las estribaciones andinas es igualmente necesaria la aplicación de fósforo. En general se adoptan los siguientes conceptos.

- Al establecer una platanera en terrenos ocupados anteriormente por huertas de cacao o después de “desbrozar la montaña” generalmente es innecesaria la aplicación de fertilizante en los dos primeros ciclos de producción.
- En terrenos con largo historial de producción de otros cultivos se toma en cuenta los resultados del análisis químico de los suelos para programar los aportes de fertilizantes que se revelen necesarios.

Una práctica novedosa, de resultados generalmente beneficiosos, es la aplicación de ácido fosforoso inyectado en el pseudotallo de la planta recién cosechada, con el objeto de estimular la emisión radicular en la planta del retoño sucesor. Se ha obtenido resultados particularmente interesantes para acelerar “el retorno” con la aceleración de cosecha del racimo.

RENOVACION DE PLANTACIONES

La característica señalada de formación del doble corno en toda siembra de plátano y el “descalzamiento” consecuente del rizoma ocasiona el deterioro marcado del vigor de las plantas y de la calidad del racimo en la sucesión generacional. Este hecho se aprecia claramente después de la tercera o cuarta cosecha, por lo que se aconseja como única solución la renovación de plantaciones. Sin embargo, se ha podido observar que, en suelos profundos y con aporte regular de humedad las plantaciones demoran mucho más en presentar esta deficiencia.

RIEGO Y DRENAJES

Son muy pocas las plantaciones en Ecuador que reciben riego en la estación seca. En las que se realiza esta práctica el desarrollo de las plantas y la productividad muestra una clara mejoría. Sí la aplicación del riego se hace por aspersión se aplica generalmente una lámina de 120 a 150 milímetros por mes.

Los drenajes se construyen únicamente en terrenos de baja altitud y son, generalmente, de diseño y eficiencia muy limitados.

MALEZAS Y SU COMBATE

Las malezas constituyen un importante factor limitante cuando no se las controla en forma adecuada, especialmente en la etapa inicial de desarrollo de la planta, desde la siembra hasta los cuatro o cinco meses, en la que su desarrollo es lento y el follaje no proyecta una sombra importante por lo que por la amplia exposición solar y la humedad del suelo, las malezas adquieren un desarrollo

vigoroso y limita sustancialmente el aprovechamiento de los nutrientes del suelo para la planta del plátano.

Un perjuicio adicional que ocasionan las malezas es que muchas de ellas son hospederas de insectos, nemátodos y virus que se trasladan o transmiten a la planta de plátano ocasionándole daños de consideración.

MÉTODOS DE CONTROL

Se emplean tres procedimientos para combatir las malezas.

- Prácticas de cultivo.
- Control manual (machete)
- Control químico.

Entre las prácticas de cultivo se trata de proporcionar a la joven plántula una condición óptima de humedad y fertilidad para que alcance un desarrollo precoz. Igualmente, adoptar la mayor densidad de siembra que la condición de luminosidad lo permita para lograr la mayor condición de sombra sobre el terreno que limite el desarrollo vigoroso de las malezas.

El control manual se aconseja hacerlo antes que las malezas alcancen un gran desarrollo para evitar la formación de semillas antes de cortarlas. La frecuencia de la labor manual debe ser corta para agotar sus reservas e ir disminuyendo la densidad.

El control químico es la tercera opción para luchar contra las malezas y muestra las siguientes ventajas:

Selectividad, lo que significa que los productos que se emplean son tóxicos para las malezas e inofensivos para la planta de cultivo.

Sistemicidad, es decir que luego de ser absorbido por las hojas de las malezas se traslocan a sus partes subterráneas que, como ocurre en las gramíneas y ciperáceas, constituyen la parte vital de las malezas. Finalmente, permiten el control oportuno de las malezas en condiciones de escasez de mano de obra.

ENFERMEDADES

SIGATOKA NEGRA

Es la principal enfermedad que afecta a todas las variedades de plátano de genoma AAB. El desarrollo de la enfermedad en las plantaciones de Ecuador está íntimamente relacionado a las condiciones climáticas, las que se presentan con las características que se han señalado en el capítulo de clima. La enfermedad muestra alta virulencia entre los meses de febrero y mayo y, a partir del mes de junio esta condición decrece paulatinamente a tal punto que a partir de los meses de agosto o septiembre las plantas muestran en sus hojas el verdor característica. No se aplica control químico alguno sino únicamente la denominada “poda sanitaria” que consiste en cortar semanalmente los ápices de las hojas que muestran necrosis por efecto de la enfermedad. En las fincas en las que esta práctica se realiza con regularidad, las plantas llegan a la cosecha del racimo con cuatro o cinco hojas verdes, lo que asegura su condición adecuada para la exportación.

OTRAS ENFERMEDADES

A más de la sigatoka negra la otra enfermedad frecuente es la virosis ocasionada por BSV (Banana streak Virus) que se observa sobre todo, en plantas diseminadas de viejas plantaciones. El problema se manifiesta especialmente en los meses fríos, lo que ocurre igualmente en otras regiones de producción. Cuando la planta muestra síntomas de condición avanzada de la enfermedad se la elimina y no se aplica ningún tratamiento de control.

En Ecuador, no se ha presentado nunca caso alguno de moko o bacteriosis en plantaciones de plátano o de banano. Hace doce años hubieron casos en la región oriental amazónica en plantaciones de colonos colombianos que habían llevado el material de siembra de plantaciones de su país. Se logró la erradicación total de todas las plantas enfermas y luego no se ha reportado ningún otro caso de moko. Las dos variedades más importantes de cultivo no tienen sensibilidad al mal de Panamá.

Las enfermedades del fruto, especialmente la denominada “punta de cigarro” se manifiesta muy eventualmente en condiciones de intensa precipitación.

PLAGAS

En lo concerniente a plagas el problema principal lo constituye el “picudo negro” (*Cosmopolites sordidus* Germar) para cuyo control se utilizan diferentes tipos de trampas.

Otro problema sanitario generalizado es la presencia de nemátodos en las raíces. El control con nematicidas se realiza en no más de 800 hectáreas de la superficie platanera.

COSECHA Y COMERCIALIZACIÓN

El punto de cosecha se determina visualmente de acuerdo al llenado y calibre de los frutos. En el caso de fruta destinada a la exportación se considera también el color de la cinta colocada en el raquis, que indica el número de la semana de “parición”. Cuando esta cifra es de 9 a 11 semanas entre los meses de Diciembre a Mayo y de 11 a 13 entre Junio y Noviembre, lapsos en lo que el calibre de los frutos alcanza un valor mínimo de 52/32 avos de pulgada (.41 mm), el racimo ha llegado a la condición de cosecha..

El comercio de exportación se realiza exclusivamente con plátanos de la variedad Barraganete (cuerno), empacados en cajas de cartón y en base a las siguientes consideraciones:

Identificación de las cajas con un número de código para cada producto

- Colocación de fecha de procesamiento al lado del código.
- Longitud de los dedos mínima de 9 pulgadas de “pulpa a pulpa”
- Calibración :mínimo 52 y máximo 60
- Peso: 50 libras netas de fruta.
- Edad 10 a 11 semanas
- Uso de un pad por cada caja.
- Fungicida: Mertect 20S + Imazalil + alumbre
- Paletizado: se realiza en la finca.
- Libre de plagas y enfermedades
- Libre de heridas y de malos cortes de corona

Los plátanos de exportación son transportados a los mercados de consumo USA- Europa en contenedores refrigerados o en las bodegas de barcos frigoríficos . La duración del transporte marítimo es de 9 16 días según el destino de la exportación. Por ello, se toma especial cuidado de que los frutos estén en condición fisiológica de preclimaterio, es decir que no hayan iniciado el proceso de maduración-

Comercialización para Consumo Interno

Se realiza en todos los sectores de producción platanera, con una modalidad muy simple que considera los siguientes aspectos

- Se efectúa generalmente a nivel de finca.
- El productor vende los plátanos cosechados al intermediario que se encarga del transporte y comercialización con los mayoristas en los mercados de consumo..
- La unidad de comercialización es siempre el racimo.
- El precio del racimo de Dominico es, en general, el doble que el del Barraganete el que se lo recibe con la modalidad de “dos por uno”
- El precio de venta depende de dos condiciones: tamaño del racimo y situación de la oferta-demanda al momento de la comercialización

Comercialización en el mercado minorista

En supermercados la venta de plátanos es siempre al peso en kilos y con frutos de la variedad Barraganete. En los mercados mayoristas se vende por racimos a los dueños de despensas, de la pequeña industria doméstica y a los “carretilleros” que realizan la venta al detalle al consumidor

INDUSTRIALIZACION DE LA PRODUCCION PLATANERA

La industrialización del plátano se realiza mayoritariamente en dos modalidades

Harina

Se la elabora tanto para la exportación como para el mercado interno..La “colada de plátano” es un alimento tradicional en las áreas rural y urbana del litoral ecuatoriano; en el medio campesino inclusive, se emplea para la nutrición de los infantes a falta de leche. Se realizan exportaciones eventuales a Estados Unidos y permanentemente a Colombia a base de la producción platanera de El Carmen con el procesamiento semanal de 5000 racimos (150.000 dedos). La cantidad de plátano

empleada en la elaboración de harina representaría un total de 20.000 toneladas anuales, cifras sólo estimativas por la inexistencia de registros oficiales.

Chifles

Es la denominación ecuatoriana para las rodajas fritas de plátano ("chips). Hay un uso muy extendido de este elaborado en el país a base de la producción de varias industrias establecidas en Guayaquil, Quito, El Carmen y Manta. Se exporta en cantidades cada vez crecientes a Estados Unidos, Puerto Rico, Venezuela y España. Además, es particularmente importante el monto de elaboración de chifles a nivel doméstico los que se ofertan en todas las poblaciones del litoral. Estos elaborados se presentan en bolsas de polietileno sin impresión alguna con contenido variable entre 100 y 120 gramos que se venden al consumidor al precio final de 25 centavos. Los elaborados sofisticados de la gran industria se expenden a precios que fluctúan entre 30 y 40 centavos con gramajes similares a los anteriores. La cantidad de plátano estimada en la elaboración de chifles es de 2.500 toneladas anuales.

BIBLIOGRAFIA

1. Araya M. & Cheves A. Julio 1997, Determinación de los nemátodos fitoparásitos del plátano (Musa AB, clon, falso cuerno) en la zona de Costa Rica. CORBANA Vol 22 No 47.
2. Benalcázar Silvio et al. Junio de 1994, Atlas densidades de siembra. INFOMUSA Vol. 3 No. 1.
3. Censo Nacional Agropecuario, Ecuador 2001.
4. Chem Tica Internacional, S.A. Costa Rica. Sistema de trapeo con feromonas.
5. Daniela J. Ed al. 1995, Virus del Rayado: Confirmada su transmisión a través de las semillas. INFOMUSA Vol. 4 No 1.
6. Espinosa Alfonso 1996 Manejo de enfermedades en el Cultivo de Plátano. Boletín INIAP, Fundación Hondureña de Investigaciones Agrícolas 1995 Manual de Plátano.
7. Grisales F: 1994 Técnica Rápida de Multiplicación de Plátano en Colombia. INFOMUSA Vol 3 No 2.
8. Morales J. & Rodríguez M. 1989 Patrones de siembra de Plátano en Salamanca, Costa Rica. ASBANA Vol. 13 No 31.
9. Muñoz C. & Vargas H. 1996 Evaluación de la metodología de Multiplicación rápida en plátano (MUSA AAB) CORBANA Vol 21 No 4.
10. Ortiz R. & Vuylsteke D. 1994 Tasas de segregación trisómica y diferenciación del Plátano AAB: INFOMUSA Vol 3 No 1.
11. Perez L. 1997 Evaluación de Introducciones de Arachis pintoi como planta de cobertura viva en banano cv. Gran Nine Musa AAA Corbana Vol 22 No 48.
12. Reyes Walter 1996 Obtención y preparación del material de siembra de plátano Boletín INIAP
13. Rodríguez M. & Barrigh O. 1979 Manual sobre el cultivo del plátano en la Costa Norte de Honduras. SIATSA Boletín No 7
14. Sancho. & Vargas A. 1997 Determinación del efecto de dosis creciente de N-K en el rendimiento del cultivo de Plátano Musa AAB CORBANA INFORME ANUAL.
15. Swennen R. 1990 PLatatin Cultivation Under West African Condition.

THE ROLE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY IN SMALL-SCALE BANANA FARMING - A CARIBBEAN PERSPECTIVE

O PAPEL DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA NA PEQUENA PROPRIEDADE BANANICULTORA – PERSPECTIVA CARIBENHA

Clayton A. Shillingford¹ & Joseph E. Edmunds²

¹Former Director Jamaica Banana Board R & D Dept and past President, ACORBAT. Retired as Product Development Manager, DuPont Agricultural Products, Bananas Worldwide;

²Former Director, WINBAN R & D and past President, ACORBAT

SUMMARY

Caribbean researchers have been in the forefront of development of the necessary scientific and technological innovations for growth of banana enterprises. The industries in the Windward Islands and Jamaica once enjoyed preferential access into the traditional UK market. They are now challenged with reduction in production, number of farmers, employment prospects, economic and social welfare consequent on competitive and consumer changes in the UK market arising from WTO rules in the European Union. An overview is presented of the current state of the industries with focus on the Windward Islands. The prospects for viability are assessed by comparison with other producing countries especially in tropical America. The authors review the role of research in the past and identify areas in agronomy, pest and disease control, irrigation, organic farming, and diversification within the crop and through agroprocessing where scientific and technological innovations should be implemented to maintain sustainability of the industries.

Keywords: sociology, economy, sustainable agriculture

INTRODUCTION

This overview of past and present contributions to scientific and technologic advances relates to the English speaking territories in the Caribbean, especially focused on the Windward Islands.

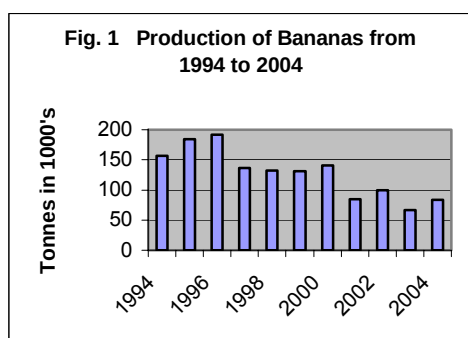
As you know from history, ACORBAT had its origins in the Caribbean with its first meeting held in St Lucia. At that time there were 70 participants made up mostly of the foundation members: Banana Board of Jamaica, University of Puerto Rico, the French Antilles Institut Francais de Recherches Fruiteres d'Outre- Mer (IFAC), the Windward Islands Banana Growers Association (WINBAN), and University of the West Indies in Trinidad and SURLAND Ltd, Surinam. From this humble beginning the Association for Banana Researchers in the region was born with the acronym ACORBAT. The constitution of ACORBAT supported two principal objectives: firstly "to recommend ...research ...to improve cultivation, management, packaging or processing" and secondly "to promote...methods and techniques ...to improve the quality of fruit and to stimulate consumer acceptance...". Subsequent deliberations within ACORBAT led to formation of INIBAP (International Network for the Improvement of Bananas & Plantains).

Advances in banana and plantain research were shared at ACORBAT conferences. However, within the Caribbean region, production systems had to deal with large variations in climate, soil, volcanic topography, and small scattered farms quite different from the mostly flat expansive plantations on the tropical American mainland. As a result, research was configured to adapt scientific and technological innovations from other countries while developing specific recommendations for the diverse growing conditions in the islands. However, in the past, little attention was paid to plantain research. The present review attempts to show how technology was adapted to fit the types of farming, climate, and soil to meet the requirements of the UK export market.

PRODUCTION AND MARKET STATISTICS

The banana industry of the Windward Islands (Windward Is.) was once the economic backbone of the islands, when they enjoyed specific quotas and duty free import into the UK. With the introduction of the tariff-only EC Common Organization of the Market in Bananas (COMB) in 1993 there began a steady decline in export volume from the peak levels of the 80's and the early 90's. Since then, the erosion of preferences has had a devastating effect on the island economies.

Export production of Windward Is. bananas almost doubled to 260,000 tonnes in the period 1981 to 1990/2 but thereafter began a very steep decline. By 1994, export production was down to 157,000 tonnes and stood at 84,000 tonnes in 2004, a drop of 46% (Figure 1).



Source: WIBDECO (Windward Islands Banana Development and Exporting Company); quoted in IMF Country Report 03/29 *ibid*, NERA Report and other WIBDECO sources

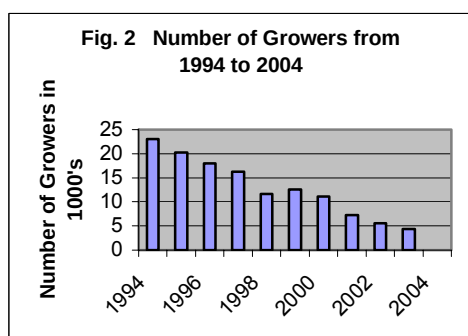
In 1993 a total of 470,000 tonnes of bananas were imported into the UK from all sources rising to 820,000 tonnes in 2004. By that time, Windward Is. producers had lost significant market share to other ACP (African, Caribbean & Pacific) countries and Dollar sources even while there was significant growth in the UK market.

The situation in Jamaica was not very different. In response to changes in market circumstances the banana organization, Jamaica Banana Producers Co., consolidated small land holdings into larger blocks better suited to getting higher yields.

The reduction in export volume and revenue has led to a significant decline in the island economies, increased migration, and in particular, increased rural poverty.

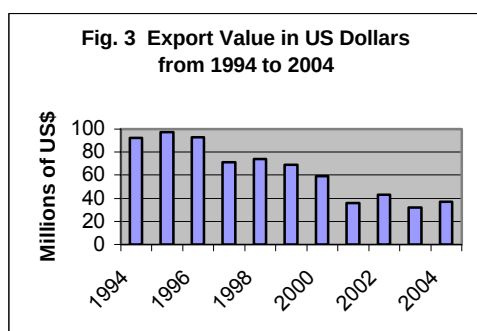
The decline in the number of growers, which is estimated at more than 60% compared with pre-1994 levels (Figure 2), has been matched by a significant fall in area under banana cultivation. Among the three largest exporters, the biggest proportionate fall occurred in Dominica. Grenada was down to only 10% of its previous area but the recent hurricane, Ivan, has now completely decimated the production in that island. With these trends the income level per farmer is estimated at an average of US\$5000-6000 per year, barely enough to sustain a family.

The banana industry was the principal employer of the island populations. The Oxford Policy Management Report asserts that in 1993-2001 banana sector employment (operations, transportation, etc.) was as high as 67,000 or 18% of the working population (age 15 to 60 years). From 1994 to the present there has been a steady decline in sector employment as well as the number of growers who deliver bananas for export, falling from 23,000 in 1994 to less than 5000 in 2003 (Figure 2).



Source: WIBDECO as quoted in the NERA Report, 2003 and other WIBDECO sources

In 1991, bananas contributed US\$130 million to export earnings. The trend since then has been progressively downward (Figure3). The share of bananas in export revenue in the Windward Is. was estimated as a third in 1993 but was much higher in earlier years.



Source: WIBDECO; quoted in National Economic Research Associates (NERA) Report, 2003 and other sources.

In Jamaica, banana is the second largest agricultural export and employs between 5 and 10 % of the labour force. There has been a reduction in acreage in the export sector from 16,000 to 4,000 hectares while shifting to lands that are better suited for high yield banana production. Exports fell from a high of 76,000 tonnes in 1993 to 27,000 tonnes in 2004. At the same time, it is noted that the majority of production is consumed on the domestic market. It has been estimated that local consumption could be as high as 90,000 tonnes per year.

The islands currently provide 14% of imports into the UK market. The objective must now be to embrace the opportunity to sustain a viable industry committed to providing good quality product at a competitive price.

EVALUATING THE VIABILITY OF THE INDUSTRY

We should examine carefully the two main factors, low productivity and high cost of production, in the reduced viability of the Windward Is. and Jamaican industries. Comparison with other ACP and Dollar sources is instructive. Some estimate of the comparative costs of production can be gained from the FOB unit values of their exports (Table 1).

Table 1: Comparison of FOB Unit Values of Banana Exports in 1999

Country	US\$ per tonne
Dominica	552
St Lucia	520
St Vincent	535
Jamaica	558
Surinam	562
Belize	568
Ecuador	235
Costa Rica	221
Cameroon	261
Ivory Coast	388

Source: WIBDECO, other ACP sources, FAO Yearbook as quoted in the NERA Report

These data are only indicative because actual production costs are not readily available since Windward Is. farmers hardly keep records until recently following EUREP-GAP, a system of UK supermarket traceable requirements on pesticide use, waste disposal, and labour standards.

Compared with other countries receiving and loading costs are also high.

The contrast of conditions of production is often cited for the large gap in productivity between the Windward Is. and competitive producers. (Table 2)

To the Windward Is. constraints we can add shortage of capital, low labour productivity, an aging work force, higher natural risks such as hurricanes, lack of access to efficient distribution channels, poor quality controls, and less effective management and marketing strategies and the increasing role and demands of the UK supermarkets.

On the positive side, banana growing is labour intensive, delivers a relatively quick return on effort and investment, provides a weekly income year round, and the crop recovers quickly from hurricanes and other natural disasters. Besides there is the economic benefit of the banana boats on the return voyage carrying freight of foodstuffs, raw materials and other general cargo at lower cost than would otherwise apply.

Table 2: Comparative Production Conditions

Windward Islands	Competitive Producers
Land hilly, and limited availability	Large, flat and wide availability
Lower soil fertility	Rich soils
Many independent small farmers. Ave. farm size, one hectare	Plantation agriculture and vertically integrated into the market
Higher wages	Lower wage rates
Higher input costs due to smaller volumes and variability in growing conditions	Lower input costs due to volume and economies of scale
High shipping costs due to smaller volumes and more ports of call	Lower shipping cost due to larger volumes.
Inadequate pest & disease control systems	More integrated and effective pest & disease control
Lower yields at less than 12 tonnes/ha	Yields at 50-60 tonnes/ha
Limited land ownership	Lands owned or leased

Source: Modified from UNCTAD website (from NERA Report)

The EU has provided the traditional ACP countries with funds to improve quality and productivity through irrigation and some other appropriate technologies but the implementation has not been sufficient to offset the fall in export production. Additional support has come from UK supermarkets with 'fair trade' marketing, a system that promotes trading partnerships that aim at sustainable development for vulnerable producers in addition to low pesticide/organic production systems that provide alternative opportunities.

The key indicators to evaluate viability are increased labour and land productivity, improved quality, maintenance of share in the UK market, and increased export volumes to meet market demand and export revenue. In each case, the prospects for improved viability are based on the issues and recommendations enumerated in the proposed resuscitation program which is necessary to restore confidence of the growers and Government in the future of the industry. Continued decline in prices and export volumes against more destabilizing changes, and anticipated greater competition next year in the marketplace will spell reduced viability probably to be accompanied by grave economic and social consequences for the Windward Is. and for Jamaica. The extent and pace of the downward spiral will continue unabated and only well thought out plans and rapid response could help at this late date.

MANAGEMENT AND TECHNOLOGICAL PERSPECTIVES

The authors are of the view that small scale banana farming can be significantly improved and remain viable in the world market through improvements in management and introduction of appropriate technologies.

For example, the industry of the Windward Is. was once centrally managed and took advantage of economies of scale by bulk purchasing of materials in a timely manner, resulting in lower administrative costs, and in general lower costs of materials needed for production.

The industry received its technical direction from the Windward Islands Banana Research and Development Center in St. Lucia. This Center and the sister organization, the Jamaica Banana Board Research and Development Department were the major institutions for banana R&D in the region. These centers were staffed by the most experienced banana scientists in all aspects: agronomy, breeding, engineering, pest and disease control, and quality improvement

It is now evident that the Caribbean banana industry has lost its leading position as the most important revenue earner of the islands and it has not been generating the necessary new or modified technologies which are so important for the survival of the industry in a global economy. The R&D arm of the industry has been considerably reduced and the technological base of the industry needs to be reviewed. The industry has lost its international technological leadership and is rapidly losing ground as a producer of bananas for the international marketplace.

AREAS FOR CONSIDERATION

The survival and sustainability of businesses, industries, and enterprises in the developing world will depend upon the introduction of appropriate management and technological systems which

could give them an edge in the global market place. It is clear that the Caribbean banana industry is losing its place in its traditional market. Policy direction, modern management systems, research and development and the application of appropriate technologies are needed as the roadmap for sustainability of the industry.

Further, it is evident that there has been a regression in many of these areas over the years. The future of the industry will depend upon the resolve of our leaders and managers to address the present situation with initiatives to avert a complete collapse of an industry which is so important for the social and economic development of the islands.

The following areas are recommended for consideration:

1. Organization, Management, and Administration
2. Improvements in technological areas and support services
 - A. Agronomic practices
 - B. Irrigation
 - C. Pest and disease control
 - D. Banana Breeding
 - E. Fruit quality
 - F. Organic farming
 - G. Crop Diversification with bananas
 - H. Diversification through agroprocessing
 - I. Scientific support staff and extension services

1. Organization, Management, and Administration

In order to narrow the gap in some of the differences elucidated in Table 2 above under the heading Comparative Production Conditions, it is necessary to introduce management, administrative and organizational structures which would redound to the benefit of banana farmers and the industry as a whole.

The industry must be looked upon as a production system with component small parts operating in synchrony towards a common objective, i.e. increasing productivity, improving quality and reducing cost of production.

To achieve this, future banana farmers must be identified within a workable demographic positioning as partners in a competitive global market.

The substantial reduction in number of growers and areas under cultivation requires immediate analysis.

There is a need for a review of grower registration and an analysis of the reasons for their abandonment of farming with a view to assisting a reduced core of workers in achieving higher labour productivity and production and improved quality for the sustenance of the industry. Examples can be taken from the high productivity and efficiency of a few growers in the islands. The issue of the administration of the industry is crucial and forward planning is urgent at this point. The apparent absence of a comprehensive plan for the resuscitation of the industries is not a positive sign from the vantage point of industry administration.

Additionally, growers must become stronger partners in the resuscitation plan through appropriate training in banana technology and good business practices as we enter an even more competitive global environment.

To compensate for lower prices to ACP countries, financial and technical aid was supplied and the "fair trade" system was implemented.

There is therefore a need to reexamine the structure, organization, administration and management of the industry as a matter of urgency. This would include attention to infrastructure, methods of lowering cost of material inputs for production through bulk purchasing from global tendering, their storage and availability in times of need and their distribution

2. Science and Technological Perspectives

The authors are of the view that introduction of appropriate science and technology inputs are vital to the sustainability of the banana industry for small scale growers but that this must operate within a sound management and administrative structure. New approaches must be based on accurate statistics and organizations need to be built to meet demand in local, regional and global markets

The central focus of research was to validate and adjust findings from other areas and then to develop independent technologies that were vital for small scale farming conditions. In that regard,

Caribbean researchers were able to adapt sleeving for flower thrips control, and packaging to reduce shrinkage and wastage.

Technical innovations from research and development accounted for growth in the past and could contribute to sustainability in the future.

A significant portion of technological progress was predicated on partnership with corporate manufacturers of Sigatoka, nematode and post-harvest control chemicals. Such research partnerships brought about registration of new products, improvements in banana storage, application equipment and procedures, safety to farmers and consumers, and greater industry understanding by growers

A. Agronomic Practices

There is need for a review of agronomic practices under different growing conditions. This is very important for improved productivity. The planting system used in large scale banana farming is not always adaptable to small scale farming. The concept of optimum cluster planting should be looked at where there is strength in intertwined rooting systems and central propping which could be time and labour saving in plant husbandry and central fertilizer placement

Agronomic practices must be related to topography, soil type and ecological considerations. One must not apply the same agronomic recommendations for all conditions. Fertilizer formulations, frequency of application and placement must be related to soil type and topography as much as possible. Some farms are on sloping land and fertilizer is applied around the plants. The loss of fertilizer through run-off water with rains, particularly on sloping land, must be minimized. The cost of fertilizer has increased and there is need for improvement in fertilizer use technology.

From preliminary experiments in the 1980's there were indications that growers could significantly reduce fertilizer use and cost through placement of this input into the soil. There is need for development of an application tool to facilitate this kind of application at well prescribed periods to new plantings and after follower setting. There is also room for development and application of technologies where nutrients are injected in the pseudostem or applied to the cut ends of pseudostem after harvest allowing mother plant to follower transmission. Other research benefits came from fruit maturity –storage life studies which indicated that increase in harvesting grade was possible with its associated impact on export tonnage and revenue.

Monitoring of soil and leaf mineral status must be done to determine the most appropriate fertilizer formulation to be used. Such was the practice in the past. For instance, follower setting and fertilizer use application can lead to increased productivity when synchronized as part of a discipline of crop husbandry and management.

Present agronomic practices need to be reviewed and an integrated package of recommendations presented which would save in the cost of production and improve yields.

B. Irrigation

Much emphasis and finance have been put into irrigation in an attempt to increase productivity in areas where natural rainfall is inadequate. This innovation must be examined in the context of a holistic production package in terms of the various agronomic practices and other areas mentioned in earlier sections. For example, fertilizer and nematicides can be delivered through the irrigation system in a measured way. Also leaf spot can be exacerbated if irrigation is applied unto foliage which unduly increases field humidity and leaf wetness. The other key aspect of water management is to ensure the correct amount of irrigation at the right time and that drainage is adequate to prevent drowning of the root system.

Average yields in Windward Is 10 to 15 tonnes per hectare but with supplementary irrigation yield in the range of 25- 40 tonnes/ha was achieved from the Stabex Emergency Banana Irrigation Project (STEBIP)

An integrated program needs to be established in areas with irrigation, which takes into account the relatedness of other necessary practices and the maximization of yields.

C. Pest and Disease Control

Adequate pest and disease control is vital for optimum crop production. The major disease plaguing the industry today is leaf spot (Yellow Sigatoka). The epidemiology of the disease is well known, and it is imperative that control measures must not be left to individual farmers but must be coordinated to minimize spread of spores from untreated fields to adjoining treated ones. If the basic elements of management of control are not followed, sporadic outbreaks of the disease will occur resulting in loss of production and poor fruit quality. Therefore if control is to be effective it must be

based largely on preventive sprays. The eventual introduction of the more virulent Black Sigatoka will make control even more difficult.

Unfortunately as a result of decentralized applications the industry has lost thousands of tonnes of production over the years from of poor leaf spot control, either through the rejection of leaf spot fruit or poor yields and quality resulting from disease. This can be averted through a managed system of control and the use of known and practiced technology. A previous assessment of cost benefits to the industry resulting from research recommendations was conducted by WINBAN. Investigation and changes of pest and disease control chemicals due to resistance, reduction in Sigatoka spray cycles from 28 to 8 through disease forecast and monitoring stages of development of the disease gave significant savings. Further field observations of epidemiological conditions can point the way to a significant reduction in spray cycles with additional reduction in costs of production.

There is need for a review of existing operational systems and the demographics of banana holdings in each of the islands, so that control programs can be recommended together with management systems to minimize leaf spot outbreaks.

Borer and nematode control are critical for the optimum uptake of nutrients from the soil. Nematode lesions and borer tunnels are then invaded by soil bacteria and fungi. The resulting decay of the rhizome and roots weakens the uptake capacity and anchorage of the plant, causing reduced nutrition and severe toppling. In some instances toppling has been recorded as high as 50% loss of production due to borer and nematode damage. The frequent practice of replanting is often the result of damage by these pests.

A review of present practices needs to be undertaken. Timely application of effective control measures as well as the number and quality of the applications recommended are essential for success in the control of pests. These measures cannot be left to the discretion of farmers especially the smaller ones. As a matter of urgency, technological advances and their introduction and management in these areas need to be applied to the industry.

D. Banana Breeding

The Banana Breeding Scheme at Bodles in Jamaica was established to create varieties resistant to Fusarium Panama Disease which had destroyed Gros Michel production. This scheme was funded by the Governments of Britain, the Windward Is. and Jamaica. Subsequently, the breeding objectives were expanded to include resistance to Sigatoka leaf spot and nematodes. This work led to creation of several tetraploid hybrids with good disease resistance, and yield enhancement.

A significant development for breeders and producers at the ACORBAT 1979 in Panama was the development of techniques for growing banana plants from embryos from seeds or meristem tissue. The immediate value of this advance was the rapid multiplication and dissemination of new varieties and production of meristem culture nurseries for commercial expansion.

E. Fruit Quality

The market demands a consistent premium quality fruit. The Caribbean industry suffers from fluctuations in quality resulting in unfavorable supermarket and consumer reaction, poor market prices and loss of revenue. Poor quality is partly related to inadequate pre-harvest agronomic practices and pest and disease control (particularly leaf spot control) and secondly to a sequence of post-harvest factors including field transport, handling, processing, packaging, storage, transatlantic ship transport and ripening.

A review needs to be made of practices which militate against the production of high quality fruit for the market and recommendations put in place.

F. Organic Farming

Organic farming which minimizes or eliminates the use of chemicals is receiving popular appeal in the market place. This is an effort at value adding by attempting to differentiate the product, but investment and certification requirements are a challenge. As laudable as this practice may be, it must be accompanied by sound scientific data through the monitoring of the mineral status of soils and leaves for optimum production and to determine the need for changes in the organic content of minerals as necessary. As in "fair-trade" and special packs, there appears to be an opportunity to exploit the organic niche market.

A bulk system for the production of organic material needs to be introduced as well as a monitoring mechanism of the necessary soil nutrient levels for optimum crop production.

G. Crop Diversification with Bananas

A considerable amount of work has been done in this field in the Windward Is. and many recommendations have been made to the industry. Diversification with bananas is one way of developing a sound agricultural diversification program for the islands. Work on intercropping short term crops with bananas and plantains, proposed utilisation of land for different crops to achieve maximum production, use of different varieties for local consumption and export.

It has been demonstrated that in the first three to four months of a new banana field there is an open canopy which could be planted to a variety of short term crops (e.g. peanuts, potatoes and other root crops, and corn.) Interplanting bananas with peanuts improves the nitrogen status of the soil and concomitant banana production. Diversification of the crop species can help in reducing leaf spot. There are known marketable bananas which are resistant to leaf spot which need to be tested commercially.

H. Diversification through agroprocessing

Local and regional consumption has been increasing because of the consumer recognition of the excellent nutritive value of banana and plantains. While Cavendish varieties were selected to meet conditions for export to the fresh dessert fruit market, banana breeding produced tetraploid bananas which were considered a more suitable variety for local market based on eating quality as fresh or pre-peeled green banana for cooking or instant mashed green bananas. Diversification through agroprocessing into local and regional markets would assist those farmers disenfranchised from "green market" export production and create a diversified export potential in the snack and other food outlets especially in those islands with large tourist business. These initiatives would open the door to new enterprises based on selection of varieties for specific purposes. For example, research should be done on varieties suitable for banana based infant composite food, banana flour, drinks fortified in mixes or with soy protein, green and ripe and honey-coated banana chips, banana ketchup, dried figs and "raisins", heart of the pseudostem and male buds as vegetable food. These all aid in food security and bring a financial return.

I. Scientific Support Staff and Extension Services

In order to implement improvements in the technological base of the banana industry of the Windward Is. and Jamaica, it is necessary that there be in place, a minimum of support technical staff with basic laboratory equipment and back-up extension services in the field.

An assessment needs to be made of the present capability of the industry to meet the present and future technological demands in a global perspective and recommendations made to meet those demands. In this regard the industry will need to put in place a program with adequate staffing for the training of farmers including areas related to food safety, environmental protection, occupational and health safety.

CONCLUSION

The banana industry of the Windward Is. can be resuscitated, and sustained in the world market if there is an in-depth review of the administration, management and technological base of the industry to guide policy and implementation of appropriate management practices. Small scale banana farming should be viewed as an integrated system of agricultural production with an integrated administration, management, and marketing system and that the present banana arrangements for the small farmers who are the majority should be expanded to include other crops with particular regard to land use and capability.

Donor assistance needs to be properly channeled to produce optimal impact in the shortest possible time. The tariff scenarios being considered suggest that the Windward Is. exports would suffer even more drastically if action is delayed. In the short run, efficient input availability and distribution, and technical aid and innovations as proposed, will be critical.

The authors are of the view that there is need to give due consideration to the above areas for the sustainability of the industry. In so doing, the industry could stand a chance for significant improvement as a major revenue earner, and regain some of its losses in the market place. To that end productivity gains and quality improvement consequent on these recommendations could make a significant difference to continued industry viability.

Given the unique structure of the banana industry of the Windward Is., consisting of a large number of small holdings scattered over non-contiguous acreages in four islands, there is scope for intensive banana farming under sound management and technological inputs with the necessary

support staff. This would require the identification of a core of growers who would be registered as qualified for the production of export bananas, producing 30 tonnes or more per hectare. The expectation is that with improved agricultural practices, the industry can become more competitive than at present and in a better position to weather future erosion in its traditional market.

The authors are of the view that in this world of global competitiveness, no industry can survive without the underpinning of appropriate quality management systems based on sound science and technology. This is true for our banana industry as it is, and has been, for agricultural industries in more developed countries. The authors believe there is much scope for improvement in productivity and quality at reduced costs if due consideration is given to the above considerations.

The authors have attempted to summarize a set of key issues, which, if addressed now can lead to more viable banana enterprises in the islands. We are fully aware of the concerns of our Governments, industry management, growers and the general public as the industry slide continues. We are also aware of the efforts being put in place by all concerned. For the present, in spite of serious hardship for the people, rural as well as urban communities have been able to survive, at least for the time being, through a combination of employment in the service sector, emigration and remittances from overseas. At the same time we are aware of the significant decreased income to farm families, decreased revenue to countries and the concomitant family difficulties and economic dislocation.

BIBLIOGRAPHY

1. National Economic Research Associate (NERA). 2003. Banana Exports from the Caribbean since 1992.
2. Oxford Policy Management. 2004. Addressing the Impact of Preference Erosion in Bananas on Caribbean Countries.
3. Windward Is. Banana Growers Assoc (WINBAN). 1981. Research & Development Div. Banana Growers Manual.
4. ACORBAT. Proceedings of the IV Conference. 1979
5. Edmunds, J.E & C.A. Shillingford. 2005. A Program for the Resuscitation of the Windwards Islands Banana Industry and Recommendations for its Sustainability in World Trade. (Unpublished)

HÍBRIDOS DE BANANA DESENVOLVIDOS PELA FHIA

BANANA HYBRIDS DEVELOPED BY FHIA

Juan F Aguilar Morán

FHIA, Contiguo al Instituto Patria, La Lima, Cortes, Honduras. Líder del Programa de Banano y Plátano. jaguilar@fhia.org.hn

RESUMO

O programa de melhoramento genético de musáceas da Fundação Hondurenha de Pesquisa Agrícola (FHIA), ao longo de seus 47 anos de experiência no uso de melhoramento convencional, tem desenvolvido diploides resistentes ao mal de Panamá e à Sigatoka Negra. A partir de estes diploides e o uso de variedades com fertilidade feminina foram criados híbridos tetraploides tipo Gros Michel (FHIA-17 e FHIA-23), bananas de cocção (FHIA-03 e FHIA-25), bananas tipo pome (FHIA-01, FHIA-18 e SH-3640) y banana da terra (FHIA-20 e FHIA-21). Todos os híbridos lançados pela FHIA até o presente momento apresentam excelentes características de cacho e planta e são resistentes ou tolerantes à Sigatoka Negra e ao Mal de Panamá. Devido à sua rusticidade possuem um ampla intervalo de adaptação a várias condições de solo e clima nas diferentes partes do mundo. Os híbridos FHIA tem tido ampla distribuição através do sistema INIBAP-ITC. Atualmente o único país que utiliza as variedades melhoradas desenvolvidas pela FHIA em escala comercial e significativa é Cuba, onde existem mais de 11.000 hectares plantados. A segunda maior disseminação dos híbridos FHIA possivelmente será no Brasil pois, em 1998, se relatou a presença da Sigatoka Negra no norte do país e, em 2004, a doença foi detectada no maior polo de produção de bananas do Estado de São Paulo.

Palabras claves: histórico do melhoramento, tipos de híbridos de musáceas, características agronômicas, características organolépticas, resistencia à Sigatoka Negra.

SUMMARY

The program of improvement of Banana and Plantain of Honduran Foundation for Agricultural Research (FHIA) along their 47 years of experience in conventional improvement, it has developed improved diploids resistant to Panama disease and Black Sigatoka. Using improved diploids as male parents and the use of varieties with feminine fertility were developed tetraploid hybrids type Gros Michel (FHIA-17 and FHIA-23), cooking banana (FHIA-03 and FHIA-25), pome (FHIA-01, FHIA-18 and SH-3640) and plantains (FHIA-20 and FHIA-21). The hybrids released by FHIA have excellent bunch and plant characteristics and they are resistant or tolerant to Black Sigatoka and the Panama Disease. The wildness of hybrids gave a wide range of adaptation to soil and climate conditions in different parts of the world. The FHIA hybrid's has had wide distribution in the world through the INIBAP-ITC. At the present moment the only country that uses improved hybrids developed by FHIA in commercial and significant scale is Cuba, where exist more than 11,000 hectares planted. The second bigger dissemination of the FHIA hybrid's, will be in Brazil, because in 1998, the presence of Black Sigatoka it was reported in the north of the country and in 2004 it was detected in the biggest pole production of banana at the State of Sao Paulo.

Keywords: plant breeding, resistance to black sigatoka, agronomic characteristics.

RESUMEN

El programa de mejoramiento de Banano y Plátano de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) a lo largo de sus 47 años de experiencia en mejoramiento convencional, ha desarrollado diploides resistentes al mal de Panamá y Sigatoka Negra. A partir de estos diploides y el uso de variedades con fertilidad femenina fueron creados híbridos tetraploides de banano de poste tipo Gros Michel (FHIA-17 y FHIA-23), banano de cocción (FHIA-03 y FHIA-25), bananos tipo pome (FHIA-01, FHIA-18 y SH-3640) y plátanos (FHIA-20 y FHIA-21). Todos los híbridos de la FHIA liberados a la fecha cuentan con excelentes características de racimo y planta y son resistentes o tolerantes a la Sigatoka Negra y al Mal de Panamá. Debido a su rusticidad poseen un amplio rango de adaptación a condiciones de suelo y clima en diferentes partes del mundo. Los híbridos FHIA a través del INIBAP-ITC-Bélgica han tenido amplia distribución en el mundo. Actualmente el único país

que utiliza variedades mejoradas desarrolladas por FHIA en escala comercial y significativa es Cuba, donde existen más de 11,000 hectáreas plantadas. La segunda mayor disseminación de los híbridos FHIA, posiblemente será en el Brasil pues, en 1998, se reportó la presencia de Sigatoka Negra en el norte del Brasil y en 2004 ya fue detectada en el mayor polo producción de bananos en el Vale do Ribeira, Estado de Sao Paulo.

INTRODUÇÃO

A Fundação Hondurenha de Pesquisa Agrícola (FHIA) iniciou seu programa de melhoramento de musáceas em 1959. O germoplasma do programa foi coletado no Pacífico e Sudeste da Ásia (Rowe y Richardson, 1975). A meta inicial do programa era desenvolver uma banana tipo Gros Michel resistente ao Mal de Panamá. Inicialmente se criaram híbridos utilizando como parental feminino a variedade “Gros Michel” e seus mutantes anões: Cocos, High Gate e Low Gate e como parental masculino o diploide Lidi, identificado na época como o material com maior resistência à raça 1 do mal do Panamá. Os híbridos tetraploides desenvolvidos a partir desses cruzamentos foram resistentes à raça 1 do mal do Panamá, mas não tão produtivos quanto os clones de Cavendish que já eram utilizados nas plantações comerciais desde 1960 (Rosales y Pocasangre, 2004).

Com base nesses resultados, a primeira fase do programa se concentrou no desenvolvimento de diplóides melhorados com características agrônômicas adequadas de produção e resistência às doenças. Após 20 anos de pesquisa foi desenvolvido o diploide melhorado SH-3142, que foi utilizado na criação de progênies com resistência às raças 1 e 4 do mal do Panamá e ao mesmo tempo é o progenitor masculino dos híbridos FHIA-01, FHIA-18, FHIA-21 e FHIA-25. Todos os híbridos FHIA liberados até a presente data contam com excelentes características de cacho e planta sendo resistentes ou tolerantes à Sigatoka Negra e ao Mal do Panamá. Em termos agrônômicos, é importante salientar que a rusticidade dos híbridos FHIA tornou possível seu cultivo num amplo espectro de condições agro-ecológicas. Esses resultados demonstram que apesar das dificuldades biológicas inerentes à planta para o seu melhoramento e à escassez de recursos destinados ao melhoramento genético convencional da banana tem sido obtidos bons resultados no melhoramento de bananas de consumo local que representam 88 % da produção mundial.

Em se tratando de bananas de exportação as grandes companhias necessitam de inovação de produtos ou da identificação de substitutos para as variedades Cavendish e, para isto devem estar dispostas a desenvolver novamente as tecnologias de manejo de pré e pós-colheita das novas variedades. Atualmente as novas tendências do mercado internacional enfatizam a diversificação de mercados para a fruta da banana, pois sabe-se que aproximadamente a quinta parte das bananas colhidas é descartada por não corresponder aos padrões estabelecidos de consumo. Sendo assim, seu uso em rações para animais e fabricação de produtos como chips, deve ser considerado.

Uma solução, é a inovação ou criação de novas variedades de musáceas que estejam de acordo com as necessidades dos distribuidores e dos consumidores. O início, para a obtenção de novas alternativas, reside no melhoramento genético pois a maturação, a textura e o sabor estão sob controle genético. Por outro lado, sabe-se que a duração do sabor da fruta (flavor life) é mais curta que o seu tempo em prateleira (shelf life) e, a manutenção da qualidade do sabor das frutas após a colheita é o maior desafio para a obtenção de novos mercados sendo que este processo se complica cada vez que as cadeias de marketing se tardam mais como resultado de novas tecnologias de armazenamento, manuseio e/ou transporte.

No passado, as principais dificuldades na adoção dos híbridos FHIA pelas companhias exportadoras de banana era a falta de produtos similares a Cavendish e a falta de tecnologias de pré e pós-colheita (Tomekpe et al, 2002). Na tendência atual do programa, estas barreiras estão sendo transpostas pois estamos considerando aspectos fisiológicos de pós-colheita e, estamos efetuando testes sensoriais e orientando o melhoramento para as necessidades dos distribuidores e consumidores num enfoque direcionado para a qualidade das características organolépticas de musáceas adequadas ao mercado.

TIPOS DE HÍBRIDOS DESENVOLVIDOS

A Fundação Hondureña de Pesquisa Agrícola (FHIA) é o programa de pesquisa com maior tempo dedicado ao desenvolvimento de vários tipos de bananas de sobremesa e de cocção. É o único programa no mundo que trabalha no melhoramento das bananas de sobremesa tipos Gros Michel (Tomekpe et al, 2002) e Cavendish. Na Tabela 1, estão indicados oito híbridos desenvolvimos pela FHIA, correspondentes a 4 tipos de musáceas: pome, Gros Michel, Bluggoe ou de cocção e Banana da Terra. Tudo isto foi possível graças à seleção de variedades importantes com fertilidade

feminina e um programa intensivo de polinizações, extração de embriões, desenvolvimento de plantas híbridas e avaliação de campo.

O programa de melhoramento de Jamaica foi o primeiro a detectar a fertilidade feminina da variedade Gros Michel e com isto lançou os primeiros híbridos experimentais de este tipo. O programa da FHIA foi o primeiro a constatar e usar a fertilidade feminina das variedades Prata Anã, Platano Francês e Pisang Awak para o desenvolvimento de novos híbridos. Ao mesmo tempo, o programa de melhoramento depois de 20 anos de pesquisa desenvolveu uma fêmea triploide e outra tetraploide para a criação de bananas de cocção. Utilizando o esquema de cruzar variedades triploides e fêmeas tetraploides com diplóides melhorados conseguiu criar, selecionar e lançar para o mundo os primeiros híbridos tipo pome (FHIA-01, FHIA-18 e SH-3640), plátano (FHIA-20 e FHIA-21), Pisang Awak (FHIA-26) e bananas de cocção (FHIA-03 e FHIA-25).

Tabela 1. Híbridos desenvolvido pela FHIA.

Genótipo	Tipo	Genoma	Uso	Propiedades Especiales
FHIA 01	Pome	AAAB	Sobremesa e fabricação de puré	Polpa com baixa oxidação
FHIA 18	Pome	AAAB	Sobremesa e fabricação de puré	Polpa com baixa oxidação
FHIA 17	Gros Michel	AAAA	Sobremesa e fabricação de puré	Banana para a produção orgânica
FHIA 23	Gros Michel	AAAA	Sobremesa e fabricação de puré	Banana para a produção orgânica
FHIA 03	Bluggoe	AAAB	Cocção e fabricação de farinha	Segurança Alimentar: Porte medio e alto rendimento
FHIA-25	Cocción	AAB	Cocção e fabricação de farinha	Resistente a Fusarium Oxysporum Raças 1 e 4 e Sigatoka Negra. Porte medio e alto rendimento
FHIA 20	Banana da Terra	AAAB	Chips, verde cozido e frito maduro	2 a 3 vezes mais produtivo do que banana da terra comum
FHIA 21	Banana da Terra	AAAB	Chips, verde cozido e frito maduro	2 a 3 vezes mais produtivo do que banana da terra común

No dia 18 de janeiro de 2003, a revista New Scientist volume 177, publicou um artigo afirmando sobre o provável desaparecimento da banana num período de 10 anos. Esta informação gerou bastante discussão e preocupação por parte dos meios de comunicação, científicos, produtores e, principalmente, consumidores. As razões apresentadas para tal previsão se fundamentaram na susceptibilidade das variedades Cavendish ao fungo *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* raça 4, agente causador da doença do mal de Panamá; ao fungo *Mycosphaerella fijiensis* causador da doença Sigatoka Negra e; a vários nematóides. A susceptibilidade das variedades Cavendish (Williams, Grand Naine, Valery e outras) a estas doenças é um grande problema para a indústria bananeira pois a produção de esta banana equivale a 12 % das bananas produzidas no mundo e quase 100 % das bananas consumidas na América do Norte e Europa.

Naquela época a opinião mundial se tranquilizou ao saber que existem mais de 500 variedades de banana no mundo, que a produção global de musáceas ultrapassa os 100 milhões de toneladas, e que existem programas de melhoramento como o da FHIA, com 47 anos de experiência em melhoramento convencional que tem desenvolvido híbridos como o FHIA-25, que é resistente a ambas doenças, e possui porte medio e alta produtividade. A fruta verde cozida do FHIA-25 apresenta excelente textura, razão pela qual torna-se a solução ideal para regiões africanas onde a Sigatoka Negra dizimou plantações.

Atualmente o único país que utiliza variedades melhoradas desenvolvidas pela FHIA, em escala comercial e significativa é Cuba, com mais de 11.000 hectares plantados. A segunda maior disseminação dos híbridos FHIA possivelmente será o Brasil pois em 1998, se relatou a presença de Sigatoka Negra no norte do país e, em 2004, a doença foi detectada na área de maior produção do

Estado de São Paulo. O Brasil é o terceiro produtor mundial de musáceas com 510.313 hectares plantados e uma produção anual de 6.357.940 toneladas de produção para consumo interno. Oitenta por cento da produção brasileira se concentra nas variedades tipo silk (Prata) e pome (Maçã). Até o momento há 1.134 hectares plantados com os híbridos FHIA-18 e SH-3640 que são do tipo pome, sendo que este número provavelmente aumentará quando sejam lançados híbridos do tipo maçã resistentes à Mal de Panamá e à Sigatoka Negra.

Além dos 8 híbridos já mencionados, no ano de 2002 foram selecionados os híbridos FHIA-26 e SH-4001. Durante, 2003 foram avaliadas as características organolépticas destes híbridos e sua aceitação em novos mercados. Os resultados indicam que FHIA-26 apresenta um novo sabor com brix alto e boa textura. O plátano híbrido SH-4001 tem alto conteúdo de B-caroteno, precursor de vitamina A e portanto, pode ser classificado como alimento funcional tipo nutracêutico. Os produtores comerciais opinam que é viável a produção comercial de FHIA-26 e SH-4001 pois terão aceitação por parte dos consumidores. Sendo assim, a tendência de nosso programa é o desenvolvimento de bananas especiais de alta produtividades e resistência a doenças e pragas.

RESISTÊNCIA À SIGATOKA NEGRA

A severidade da Sigatoka Negra em Honduras obriga aos produtores da região Norte (Vale do Sula) a realizar até 50 aplicações de fungicida ao ano para o controle da doença. Sob estas condições de alto inóculo, durante, 2001, se avaliou a resistência à Sigatoka Negra de 8 híbridos FHIA, sem nenhum controle químico. Na Tabela 2, se apresentam os dados de taxa de emissão foliar semanal (TEFS), dias decorridos desde o plantio até o início do período de desenvolvimento da doença (PDD), folha mas jovem manchada (FMJM) e número de folhas totais e funcionais durante o florescimento e a colheita, da avaliação de resistência à Sigatoka Negra de 8 híbridos FHIA. As leituras de TEF e PDD se iniciaram aos 4 meses após o plantio e foram feitas a cada 28 dias até iniciar o florescimento. A FMJM foi determinada por ocasião do florescimento (Deras et al, 2003).

A média de TEF foi de 0,89 folhas/semana, sendo que o híbrido, FHIA-18 apresentou o maior valor entre todos os híbridos avaliados. De acordo com a disseminação dos híbridos FHIA no mundo, esta característica conferiu maior adaptação especialmente em países como Cuba e Brasil. O PDD é uma variável importante na determinação da reação de um genótipo à Sigatoka Negra e se define como o tempo transcorrido entre a emissão de uma folha e o momento em que se observa o aparecimento, sobre seu limbo, de lesões esporulantes de Sigatoka Negra, portanto, quanto maior o PDD, maior é a resistência à doença. A banana de cocção FHIA-25 apresentou o PDD mais prolongado (96 dias) e, o mais curto PDD foi de 39 dias para o FHIA-21 (Deras et al, 2003).

O índice FMJM é um parâmetro adicional da reação à Sigatoka Negra sendo que quando menor seu valor, menor é a resistência à doença. Para esta variável, as bananas de cocção FHIA-03 e FHIA-25 apresentaram valores superiores a 11 folhas. O número de folhas totais e funcionais é um indicativo da capacidade da planta de formar de modo satisfatório as frutas. Em bananas de exportação, sob controle químico da Sigatoka Negra, a planta deve conter, no mínimo 12 folhas totais e todas devem ser funcionais. As contagens mais baixas de folhas totais e funcionais no período de florescimento e colheita, foram observadas nas bananas de sobremesa FHIA-17 e FHIA-23, enquanto que os maiores valores foram registrados nas bananas de cocção FHIA-03 e FHIA-25. Apesar dos híbridos FHIA-17 e FHIA-23 apresentarem baixa resistência à Sigatoka Negra em relação aos outros híbridos FHIA, possuem maior resistência e produtividades do que as variedades Cavendish como Grand Nain e Williams, as quais reduzem seu potencial produtivo em 50 %, sob condições de falta de controle químico da Sigatoka Negra (Deras et al, 2003).

Tabela 2. Taxa de emissão foliar semanal (TEFS), dias decorridos desde o plantio até o início do período de desenvolvimento da doença (PDD), folha mas jovem manchada (FMJM) e número de folhas totais e funcionais durante o florescimento e a colheita, da avaliação de resistência à Sigatoka Negra de 8 híbridos FHIA

Genótipos	TEFS	PDD	HMJM	Folhas			
				Floração		Colheita	
				Total	Funcional	Total	Funcional
FHIA-01	0,91	76	5,9	13	11,8	4,1	1,4
FHIA-18	0,95	72	7	11,8	11,1	3,4	0,5
FHIA-17	0,85	46	4,8	8,3	7,7	2,6	0,4
FHIA-23	0,80	44	5,7	7,8	7,4	2,7	1,1
FHIA-03	0,92	62	11,8	14,2	13,6	7,2	6,0
FHIA-25	0,88	96	12	15	14,5	9,4	9,1
FHIA-20	0,89	83	10,6	13	12,8	5,4	3,2
FHIA-21	0,92	39	6,3	12,3	10,8	3,4	1,0

BIBLIOGRAFIA

1. Rowe, P. R. and Richardson, D. L. 1975. Breeding Bananas for disease resistance, fruit quality and yield. Bulletin No. 2- December, 1975. SIATSA, La Lima, Honduras.
2. Deras, M., Duran, L.F., Mercadal, L. y Rivera, M. 2003. Avances del Proyecto "Evaluación y Diseminación de Híbridos de Musa con Resistencia a Asigatoka Negra. Fundación Hondureña de Investigación Agrícola - Informe Técnico 2003 Programa de Banano y Plátano.
3. Tomekpe, K., Jenny, C y Escalant, J.V. 2004. Análisis de las estrategias de mejoramiento convencional de Musa. Infomusa, 13(2):2-6.
4. Rosales, F. y Pocasangre L. 2004. Mejoramiento Convencional de Banano y Plátano: Estrategias y Logros. ACORBAT 2004.

RENOVACIÓN DE PLANTACIONES BANANERAS, UN NEGOCIO SOSTENIBLE, MEDIANTE EL USO DE UMBRALES DE PRODUCTIVIDAD, FIJADOS POR AGRICULTURA DE PRECISIÓN

RENOVAÇÃO DE BANANAIS, UM NEGÓCIO SUSTENTÁVEL, ATRAVÉS DO USO DE NÍVEIS DE PRODUTIVIDADE, FIXADOS PELA AGRICULTURA DE PRECISÃO

Moisés Soto

Universidad EARTH Universidad de Costa Rica

RESUMEN

Renovación de plantaciones, no es un concepto nuevo en la agricultura moderna; el porque y como hacerla, son bien conocidos en el mundo bananero, el problema radica, en que la mayoría de las veces no sabemos cuando hacerla. La fijación de umbrales de productividad, para determinar rentabilidad, es esencial para la salud financiera de las empresas bananeras y su sostenibilidad socio económica. Áreas dentro de la finca bananera, con umbrales de productividad bajo el punto de equilibrio financiero, deben de renovarse o abandonarse, según sea el caso, pero debe de hacerse cuando la Empresa aún tiene recursos financieros. Cuando cae bajo el punto de equilibrio, la empresa es insalvable con sus propios medios. La agricultura de precisión, es una herramienta estadística muy valiosa, para determinar productividades en áreas específicas localizadas y tomar las acciones correctivas necesarias. El uso de variables fenológicas en el crecimiento del fruto y de la planta, que muestran muy altas correlaciones estadísticas entre sí, nos permiten por muestreo en el campo ubicado por posicionamiento global (GPS), determinar productividades, en forma rápida, práctica y eficiente para puntos específicos. En este estudio se proponen dos métodos; uno muy rápido y práctico, para una finca específica y otro más elaborado para ser aplicado en forma general y que permite estimar con precisión la productividad para un año. Solo se renovarán áreas, donde se han corregido las causas de baja productividad y que han sido determinadas por agricultura de precisión. Sólo así se podrá hacer de las empresas bananeras un negocio sostenible.

Palabras Claves: Economía; crecimiento sostenible; crecimiento del fruto

ANTECEDENTES

Concepto

La renovación de plantaciones, no es un concepto nuevo en la agricultura moderna. Levítico 25:13, dice: Habló Yahvé a Moisés en el Monte Sinaí y dijo:

“Habla a los hijos de Israel y diles: Después de la entrada en el país que os daré, descansará también la tierra su sábado en honor de Yahvé, seis años sembrarás tu campo, y seis años podarás tu viña y recogerás sus frutos; pero el séptimo año será para la tierra un sábado de absoluto descanso, un sábado en honor de Yahvé”

Podríamos decir, que las nuevas tecnologías desarrolladas por la agricultura moderna, hacen innecesario ese mandato; no obstante, en el cultivo de banano en el Trópico, bajo condiciones de monocultivo, alto deterioro ambiental y necesidad de altas productividades para cumplir con los compromisos socio económicos, en muchas regiones, se hace necesario un proceso de renovación de plantaciones bananeras en forma cíclica.

Por qué hacer renovación de plantaciones

El banano, como monocultivo, genera las plagas que reducen en forma constante y sistemática su producción. (Primavesi, 1982)

Esta baja producción, reduce la productividad y los ingresos son insuficientes para cubrir las necesidades básicas del paquete tecnológico, con el consiguiente deterioro de la plantación, en forma de espiral, que se agrava conforme transcurre el tiempo. La calidad se deteriora, no se cumple con los programas de mercadeo y se entra en una crisis económica, que hará que no se cumplan los compromisos laborales, sociales y ambientales; la actividad se vuelve insostenible.

Cómo hacer renovación de plantaciones

Existen en Costa Rica, desde hace más de una década, estudios, investigaciones y procesos, que permiten determinar cómo hacer una renovación de plantaciones bananeras con éxito.

Se tienen muy claro, que para una renovación exitosa, como primer paso, se debe de eliminar en su totalidad, la plantación vieja, ya sea en forma mecánica, o planta por planta, inyectando Glifosato al 10% o Etileno al pseudo tallo, para eliminar los puntos de crecimiento.

Una vez eliminadas las plantas, y con ello los hospederos de pestes, se deja la tierra en descanso (Barbecho), con diversos tipos de cobertura vegetal. Las mono coberturas del tipo del Sorgo (*Sorghum Vulgaris*) *Mucuna* (*Mucuna sp*), *Arachis* (*A. pintoe*), *Flemigea* (*Flemigea sp*), *Canavalia* (*C. Ensiformis*), etc., no parecen ser lo más apropiado, ya que algunas de ellas son hospederas de las pestes del banano, además de que no rompen con el ciclo del monocultivo, responsable de la pérdida de biodiversidad y con ello de sostenibilidad.

Coberturas mixtas, con plantas propias de la región, no hospederas de las pestes del banano, parece ser lo más apropiado. Plantas de porte arbustivo, con raíz pivotante que profundice en el suelo y lo oxigenen, son muy convenientes como cobertura, haciendo que se restablezca la biodiversidad.

La cobertura de gramíneas es muy adecuada, por ser poco hospederas a las pestes del banano, y su sistema radical rompe los "enclavamientos" del suelo (Primavesi, 1982), así como la compactación superficial, facilitando la aireación.

Con respecto al tiempo de descanso, se han hecho ensayos, en la Finca Bananera Comercial de EARTH, con sistema de siembra inmediata (interplanting), períodos de descanso de 6, 12, 18 meses, hasta 5 años; períodos muy cortos, menores a 1 año, no han evidenciado mejoras en una productividad sostenible, por lo que ese período parece insuficiente para un cambio ecológico necesario para la plantación.

Períodos de 18 meses o más, con coberturas mixtas que incorporen altos tonelajes de materia verde, al menos 22 toneladas por Hectárea, han mostrado que la plantación renueva su vigor, mostrando sanidad del sistema radical, moderada resistencia a enfermedades y plagas, al restablecerse por la biodiversidad el control biológico.

La siembra debe de hacerse con plantas de cultivo de tejidos, o rebrotes (seedling) provenientes de plantas sanas, reproducidas por la tecnología de reproducción rápida.

Establecida la plantación, debe de usarse tecnologías de producción sostenibles, tales como:

Control integrado de malezas

Se debe hacer un plan de control sostenible, con identificación de las malezas. El uso de sombra y coberturas vivas, es muy conveniente; el uso de mono coberturas no es apropiado, porque perpetúan el monocultivo y no desarrollan biodiversidad.

El uso de umbrales, con hasta 70% de coberturas mixtas, han mostrado en estudios efectuados por De La Cruz (2001) en EARTH, Costa Rica, disminución de las pérdidas por lixiviación de nutrientes del suelo, hasta en un 50 a 60%, con respecto a suelos desnudos. Umbrales provocan biodiversidad, con retención y liberalización lenta de los nutrientes.

Coberturas muertas de residuos de cosechas e introducciones, son apropiadas. El control mecánico, es conveniente, en tanto no cause daño a las plantas, uso de machetes, moto guadañas y equipo agrícola motorizado parece apropiado.

El control químico, debe de hacerse regulado, reduciendo al mínimo el número de ciclos y la concentración del producto, así como la alternabilidad, para evitar resistencias.

Control con aves de corral es una buena experiencia para la producción orgánica de banano.

Control de población mediante deshierbas direccionales dirigidas

Plantaciones uniformes en espaciamiento, mediante deshierbas direccionales dirigidas, permiten un mejor acomodo en el espacio de la población, pudiendo ganarse con respecto de plantaciones viejas entre un 20 a 30% de la población, además de facilitar las operaciones de cultivo.

Oxigenación de suelos

La oxigenación de suelos por medios mecánicos, es un proceso benéfico, que no necesita demostración, tal es el uso de Hércules y otros aditamentos mecánicos (Ejemplo: césped de estadios de fútbol).

Construcción de drenajes en domos

La construcción de drenajes terciarios en forma de domos, con deshierba direccional dirigida, permite un aprovechamiento entre 20 a 30% de los espacios de población, se reducen los costos de operación al eliminarse los drenajes cuaternarios, y la plantación se vuelve más sostenible en su productividad.

Fertilización balanceada de acuerdo al desarrollo fenológico de la plantación como una población

La plantación bananera debe considerarse como una población en diferentes estados fenológicos de desarrollo, por lo que la fertilización debe de ser proporcional y en cantidades diferentes para cada unidad de producción, de acuerdo al desarrollo de las plantas que lo componen. En estudios realizados por el autor, se distinguen claramente dos tipos de unidades de producción de acuerdo al estado fenológico de desarrollo, unidades de producción con plantas paridas, y unidades de producción con plantas sin parir, donde las necesidades de nutrición son proporcionales, pero en cantidades diferentes en relación 3 a 1 para estos tipos. (Soto, 2004)

La fertilización orgánica (bioabonos), es una necesidad cada vez más sentida, en sustitución de abonos orgánicos por químicos, de mayor sostenibilidad ambiental.

Prácticas como fertirrigación bien dirigidas, reducen el consumo de agroquímicos, mejoran la absorción por las plantas, y se reduce la contaminación ambiental.

En áreas con problemas de desequilibrios químicos en el suelo, entre Ca, Mg, K, P, o desequilibrios hormonales en las plantas; aplicar fertilizantes solubles y hormonas al pseudotallo de plantas cosechadas, es una buena alternativa.

Control preventivo de enfermedades, plagas y toxicidades

De acuerdo a la Teoría de la Trofobiosis de Chaboussou, el desequilibrio nutricional, es la principal causa de la incidencia de enfermedades y plagas de las plantas; fertilizaciones foliares con biofertilizantes (bioles), es una forma práctica y económica para balancear la nutrición y mantener el equilibrio hormonal necesario para las plantas. (Cañarte, 2005)

Múltiples trabajos de investigación se han hecho con éxito en EARTH sobre el efecto supresivo de la materia orgánica, para enfermedades y plagas del banano.

El Departamento de Microbiología Agrícola de la Universidad de Costa Rica, está haciendo trabajos muy prometedores, con inoculación con microorganismos del tipo de beauperias, Phasiolomisis, Matarhizium, Trichoderma, Lactobacillus y otros, a bio abonos y bioles, a fin de suprimir las principales enfermedades y plagas.

Trabajos efectuados por el centro de investigaciones biotecnológicas de Ecuador (CIBE), usando Bioles, como supresivos de Mycosphaerella Fijensis, han resultado muy prometedores para evitar el desarrollo de la enfermedad. (CIBE 2006)

Uso de equipo electrostático para aplicación de productos foliares a las plantas, permitirán un ahorro significativo en el consumo y reducirán, la contaminación. La operación de despunte previo de hojas, reducirá la infección primaria de sigatoca, bajando el inóculo y con ello la fuente de infección.

El uso de fertilizantes orgánicos aplicados al suelo, han mostrado ser un excelente inmovilizante por quelación de metales pesados como el Fe, Mn, Al, muy tóxicos cuando solubles al sistema radical, y provocando interacciones que deterioran la calidad del fruto. (Soto, 2005)

Sustitución de áreas por regiones ecológicamente más amigables

Las Regiones Tropicales Húmedas, hábitat propio del banano, han mostrado ser poco sostenibles para el cultivo económico de los bananos en monocultivo, es por ello que se buscan regiones de menor incidencia de enfermedades, plagas y toxicidades del suelo; ello es posible en zonas semi secas de altura, para el cultivo de bananos y plátanos de altura (sweet y extra sweet bananas and plantain), cultivados en monocultivo, caso de Filipinas y Del Monte Costa Rica; o en asocio con café. (Quindío, Colombia; Meseta Central, Costa Rica)

Otra opción es el cultivo en regiones semiáridas de baja incidencia de enfermedades y plagas, como el Norte de Perú para bananos orgánicos, o el Noroeste de Brasil (Del Monte y otros).

El cultivo en ambientes protegidos de invernadero, cuando puede pagarse la inversión, es una buena opción. (Islas Canarias, España)

FIJACIÓN DE UMBRALES PARA DETERMINAR RENTABILIDAD POR PRODUCTIVIDAD

Fijación de umbrales de productividad para determinar el punto de equilibrio financiero

Se hace un ejercicio de rentabilidad, para un ejemplo de Costa Rica, usando varios escenarios de productividad, desde 1600 cajas/Ha/año, hasta 3000. Se estima una inversión media de \$6750 por hectárea, para una finca de 5 a 7 años de edad, los intereses se calcularán al 12% anual; los ingresos, costos y rentabilidad se dan en US \$ por caja de 18.14 kilogramos y usando como modelo una finca de 100 Has.

Del Cuadro N° 1, se concluye, que conforme la productividad baja se incrementan en forma sostenida los costos fijos, así como los costos de operación y disminuye la rentabilidad, llegando al

punto de equilibrio financiero a las 2030 cajas por hectárea por año; bajo este punto, las áreas de mayor productividad, subsidian a las de menor, hasta que la finca en su totalidad, esté bajo el punto de equilibrio y de sostenibilidad financiera.

El productor debe tener claro, que la reducción de productividad es consecuencia de una serie de factores que se deterioran con el tiempo, y que no toda la finca se comporta igual; en un inicio, solo una pequeña parte del área está bajo el punto de equilibrio, pero conforme pasa el tiempo sin resolver los problemas que causan la baja productividad, otras áreas se suman a las anteriores, haciendo que la productividad de la finca como un todo, llegue o caiga bajo el punto de equilibrio, la empresa entra en crisis financiera, sin capacidad económica para renovar, o conseguir créditos difíciles de pagar.

La productividad del punto de equilibrio, será diferente de acuerdo al grado de manejo de cada finca, y de las expectativas del productor.

Es por ello que se requiere de un método, que permita determinar con facilidad y eficacia, las áreas que caigan bajo el punto de equilibrio, y que por su baja proporción porcentual del total de la finca, no pongan en peligro la capacidad financiera de la empresa, y que al hacer la renovación, no alteren en forma sustancial su oferta a los mercados.

Escenarios con variantes porcentuales bajo el punto de equilibrio

En el Cuadro N° 2, se corrieron tres escenarios, usando como productividad base 2400 cajas/Ha/año, que es la productividad media de Costa Rica de los últimos años, se usó para el ejemplo 10, 20 y 30% del área con productividades de 1400, 1600 y 1800 cajas.

Usando los valores de 2400 y 2030 cajas (punto de equilibrio), como punto de referencia, se observa que los costos de operación se incrementan en US \$0.05 por caja entre 10, 20 y 30% a partir de 2400 cajas, el punto de equilibrio se alcanza con 63% del área con productividad de 2400 y 37% de 1400, a partir de este punto, es ya irrecuperable para la empresa, por su bajo rendimiento sobre inversión.

El productor debe definir, de acuerdo a su situación financiera, cual es el rendimiento sobre inversión deseado, partiendo de un 32.9% para 3000 cajas por hectárea por año, 12.62% para 2400 cajas y 0.00% para el punto de equilibrio, a fin de ajustarse a sus necesidades reales.

AGRICULTURA DE PRECISIÓN, UNA HERRAMIENTA PARA DETERMINAR PRODUCTIVIDAD Y TOMAR ACCIONES CORRECTIVAS

Definición

Agricultura de precisión, es una herramienta estadística, que por correlación, para una posición geográfica definida, permite determinar variables que inciden en forma directa sobre la productividad y con ello en la rentabilidad y salud financiera de la empresa. Su precisión depende del grado de certeza en la toma de muestra y el tamaño de las mismas para que sean representativas.

Dificultad en la toma de muestras

En el cultivo de bananos, la precisión en la toma de muestras en la cosecha, es muy baja, trabajos efectuados en la Finca Comercial de EARTH, Costa Rica, han mostrado diferencias hasta de un 40% (Quirós, 2006), lo que hace esta información poco operable. Sistemas precisos, como introducción de Código de Barras, ubicación de datos posicionales por computadora, como los que está probando CORBANA en Costa Rica mediante el uso del equipo (Soto, E., 2006), son muy costosos, y están en la etapa de investigación y no están al alcance de una empresa en operación rutinaria; es por ello que en forma práctica y de bajo costo, se sugieren los métodos siguientes.

Correlación entre variables fenológicas de desarrollo del fruto y productividad

Correlación de variables fenológicas de desarrollo del fruto

Existen en el desarrollo del fruto de banano, una serie de correlaciones casi perfectas entre diversas variables (Gráficos N° 1, 2, 3 y 4) a donde se observa:

1. Edad vs. Grado de corta $- r^2 = 0.9947$, donde $y = 0.2453(x) + 11.2051$
2. Cajas/racimo vs. Grado de corta $- r^2 = 0.9613$, donde $y = 0.0525(x) + 0.7886$
3. N° de manos vs. Peso del fruto $- r^2 = 0.9951$, donde $y = 4.6894(x) + 11.2696$
4. Cajas/racimo vs. N° de manos $- r^2 = 0.9950$, donde $y = 0.2586(x) + 0.6200$

Las variables de producción:

Donde:

Producción = (población) (retorno) (cajas/racimo)

Si conocemos por conteos periódicos la población, siguiendo los métodos establecidos (Gráfico N° 5) y el retorno por información estadística de la finca, se obtiene el número de racimos producidos. Si determinamos el número de manos promedio, de la fruta parida, durante el conteo de población es posible determinar la relación cajas por racimo, mediante la fórmula siguiente, y con ello la producción para un año.

$$\text{Cajas/racimo} = 0.2586(x) + 0.62$$

x = número de manos del fruto

Con este método es posible medir con toda precisión, la productividad para una posición dada, usando un GPS, sin necesidad de cosechar la fruta, pudiendo hacer proyecciones muy confiables por 12 semanas y hasta para más de un año con menor grado de exactitud, según el método que se use.

Determinación de otras variables que inciden en la productividad

Una vez ubicados los puntos de productividad, por posicionamiento global (GPS) sobre mapas digitales, estos se podrán correlacionar por sobre posición en capas, según:

- Suelos, grados y subgrados de aptitud
- Variables de fertilidad y sus relaciones
- Materiales orgánicos
- Profundidad de Tabla de Agua y Fluctuaciones
- Edad de la plantación
- Población
- Tipo de clon
- Enfermedades y plagas
- Cumplimiento de calidad de las labores del cultivo
- Otras variables

Todo ello medido en posiciones reticulares, a fin de aplicar cualquiera de los programas informáticos que nos permitan hacer mapas tridimensionales, de fácil análisis, para identificar la variable o variables causantes de la disminución de productividad, existen en el mercado, empresas especializadas en este campo.

CÓMO MEDIR LA PRODUCTIVIDAD CON PRECISIÓN EN FORMA RÁPIDA Y EFICIENTE

Método rápido para una finca específica

En un trabajo de investigación, llevado a cabo por Cubillo. A (2005), asesorado por Soto. M, para medir productividad, usando índices fenológicos, en tres áreas de diferente vigor de las plantas y supuestamente de diferente productividad, en la finca comercial de Banano de la EARTH en Costa Rica, se encontró que cuando se usó el número de manos de la fruta, como variable indicativa del peso de la fruta, en plantas paridas, en conteos de población con posicionamiento global (GPS), usando como índice de retorno, el dato del último año de producción, fue posible determinar la productividad en cajas/Ha/año, mediante la siguiente ecuación:

$$y = 296.73(x) + 301$$

y = productividad en cajas/Ha/año
x = N° de manos promedio

Esto nos permite determinar, que para la Finca Comercial de EARTH, con un paquete tecnológico determinado con desmane de Falsa + 2, por condiciones propias de mercado, obtener las siguientes productividades, donde se incrementó en 296.73 cajas por Ha por año por cada mano. (Gráfico #6)

Nº manos	Productividad
5.83	2030 (Punto de Equilibrio)
6.00	2081
6.50	2230
7.00	2378
7.078	2400 (Referente Comercial)
7.50	2528
8.00	2675
8.50	2823
9.00	2971
9.01	3000

Este método, aunque rápido y práctico, adolece del defecto de un conteo preciso del número de frutas por año. Este método como guía rápida de campo, da una idea bastante clara de los niveles de productividad y con ello ubicación de las variables que influyen.

Método para determinar productividad, según población por fases fenológicas de desarrollo de la planta

Si en el conteo de población, posicionado globalmente, mediante GPS, Harbin, Modelo 101 u otro, se identifican la totalidad de las plantas, por fases fenológicas de desarrollo (Gráfico N° 10), y conociendo el tiempo de duración de cada fase de producción, nos es posible conocer el número de frutas ha procesar en la planta de empaque, si restamos las pérdidas en campo (3 a 5%) y en planta (3%).

Si conocemos con exactitud el número de frutas ha procesar, y el número promedio de manos para las plantas paridas, es posible conocer la productividad para cada punto de observación mediante la siguiente ecuación:

$$\text{Productividad (cajas/Ha/año)} = \frac{\text{(Número de fruta ha procesar) (Y)}}{\text{Ciclos/año}}$$

Donde:

Ciclos/año = N° días del ciclo/365

$$Y = 0.2586(x) + 0.62$$

Y = cajas por racimo

X = número de manos

Los conteos de población, deberán hacerse cada 12 semanas, a fin de mostrar una tendencia, conteos cercanos al punto de equilibrio deben observarse con gran cuidado, es recomendable hacer un gráfico por área en análisis, destacando el punto de equilibrio.

Localizadas las áreas bajo el punto de equilibrio, se hace necesario por agricultura de precisión, localizar la causa o causas, si son corregibles, hacer las correcciones antes de la renovación de la plantación, si no son posibles de corregir, debe abandonarse el área, o hacer una explotación económica acorde con el nivel de productividad, para bajar el punto de equilibrio. No es saludable financieramente, sacrificar áreas de alta productividad, por áreas de baja.

La fijación de límites de áreas de productividad, se harán por GPS en forma cíclica, siguiendo los contornos que se determinen.

Fijación de umbrales para determinar rentabilidad por productividad									
Rentabilidad por productividad y punto de equilibrio									
(Costos e Ingresos por caja de 18.14 Kgr en US\$)									
	Punto de Equilibrio								
Productividad (cajas/Ha/año)	3,000	2,800	2,600	2,400	2,200	2,030	2,000	1,800	1,600
Ingreso/caja	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
Egresos/caja									
Costos fijos/ha	1.47	1.58	1.7	1.84	2.01	2.18	2.21	2.46	2.76
Costos variables/caja	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44
Total costos de operación/caja	3.91	4.02	4.14	4.28	4.45	4.62	4.65	4.9	5.2
Saldo de operación	1.79	1.68	1.56	1.42	1.25	1.08	1.05	0.8	0.5
Carga financiera (12%)	0.27	0.29	31	0.34	0.37	0.4	0.41	0.45	0.51
Superávit operación	1.52	1.39	1.25	1.08	0.88	0.68	0.65	0.35	-0.01
Impuesto de renta 30%	0.46	0.42	0.37	0.32	0.26	0.21	0.19	0.11	0
Utilidad después Impuestos/caja	1.06	0.97	0.87	0.76	0.62	0.48	0.45	0.25	-0.01
Amortización Inversión	0.32	0.34	0.37	0.4	0.44	0.48	0.48	0.54	0.6
Superávit neto/caja	0.74	0.63	0.5	0.35	0.18	0	-0.03	-0.29	-0.61
Rentabilidad neta/caja	2,221	1,764	1,308	852	395	0	-61	-518	-974
Rendimiento/capital (%)	32.9	26.14	19.38	12.62	5.85	0	-0.91	-7.67	-14.43
Ejemplo: Costa Rica (has): 1,00; Inversión/Ha: \$6,750; Amortización (años): 7; Interés: 12%; Costos fijos/Ha: \$4,420; Costos variables/caja: \$2.44									

Cuadro #2

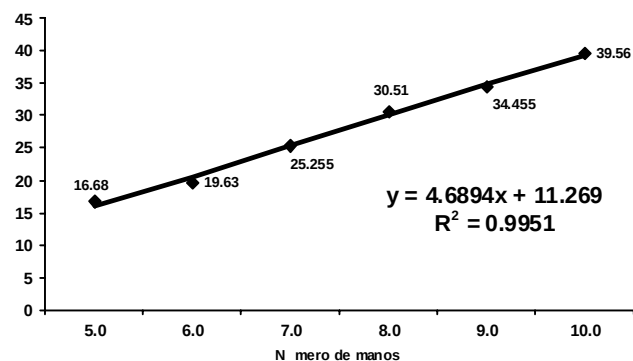
Escenarios con variantes porcentuales bajo el punto de equilibrio
Tres escenarios con productividades de 90%, 80% y 70% de productividades de 2400 cajas
más 10%, 20% y 30% del 1800, 1600, 1400
(Costos e Ingresos por caja de 18.14 Kgr en US\$)

	2400	2400 + 37%		2400+10%			2400+20%			2400+30%	
Cajas/hectarea/año	1400	1800		1600	1400	1800	1600	1400	1800	1600	1400
Productividad	2400	2030	2340	2320	2300	2280	2240	2200	2220	2160	2100
Ingreso/caja	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7	5.7
Egresos/caja											
Costos fijos	1.84	2.18	1.89	1.91	1.92	1.94	1.97	2.01	1.99	2.05	2.1
Costos variables/caja	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44
Total costos de operación por caja	4.28	4.62	4.33	4.35	4.36	4.38	4.41	4.45	4.43	4.49	4.54
Saldo costos de operación	1.42	1.08	1.37	1.35	1.34	1.32	1.29	1.25	1.27	1.21	1.16
Carga financiera (12%)	0.34	0.4	0.35	0.35	0.35	0.36	0.36	0.37	0.36	0.38	0.39
Superávit operación	1.08	0.68	1.02	1.01	0.99	0.97	0.93	0.88	0.9	0.84	0.77
Impuesto de renta	0.32	0.21	0.31	0.3	0.3	0.29	0.28	0.26	0.27	0.25	0.23
Utilidad Desp. Impuestos por caja	0.76	0.48	0.72	0.7	0.69	0.68	0.65	0.62	0.63	0.59	0.54
Amortización	0.4	0.48	0.41	0.42	0.42	0.42	0.43	0.44	0.43	0.45	0.46
Superávit neto / caja	0.35	0	0.31	0.29	0.27	0.25	0.22	0.18	0.2	0.14	0.08
Rentabilidad neta por Ha	852	0	715	669	623	578	486	395	441	304	167
Rendimiento/inversión (%)	12.6	0	10.59	9.91	9.23	8.56	7.21	5.85	6.53	4.5	2.47

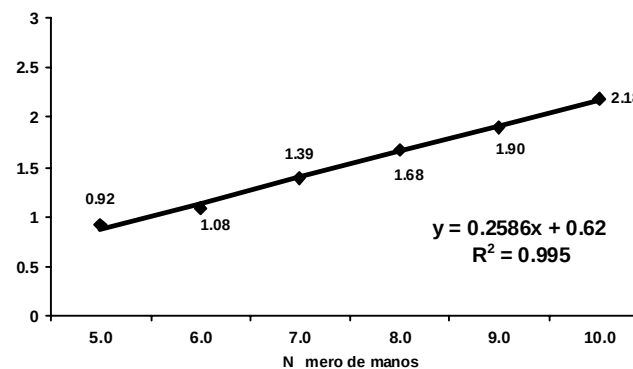
Ejemplo: Costa Rica (has): 1,00; Inversión/Ha: \$6,750; Amortización (años): 7; Interés: 12%; Costos fijos/Ha: \$4,420;
Costos variables/caja: \$2,44

Gráficos 1, 2, 3 y 4

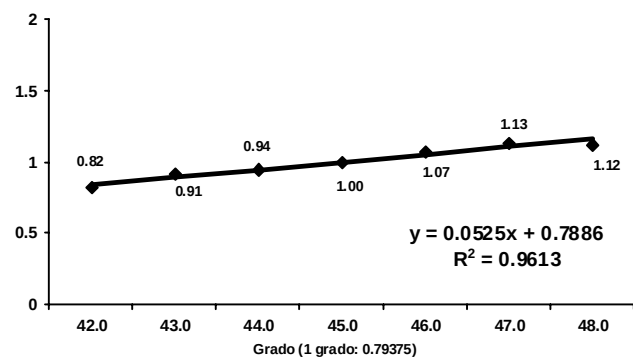
Correlación entre tamaño de la fruta en número de manos y el peso de la fruta



Correlación entre tamaño de la fruta en número de manos y cajas/racimo



Correlación entre el grado de corta y cajas/racimo



Comportamiento del grado de la fruta con respecto a su edad en días

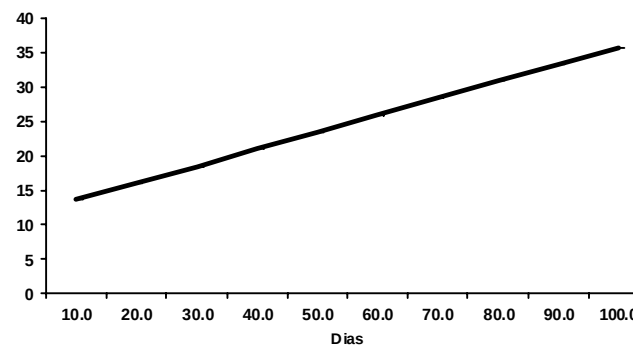


Gráfico 5

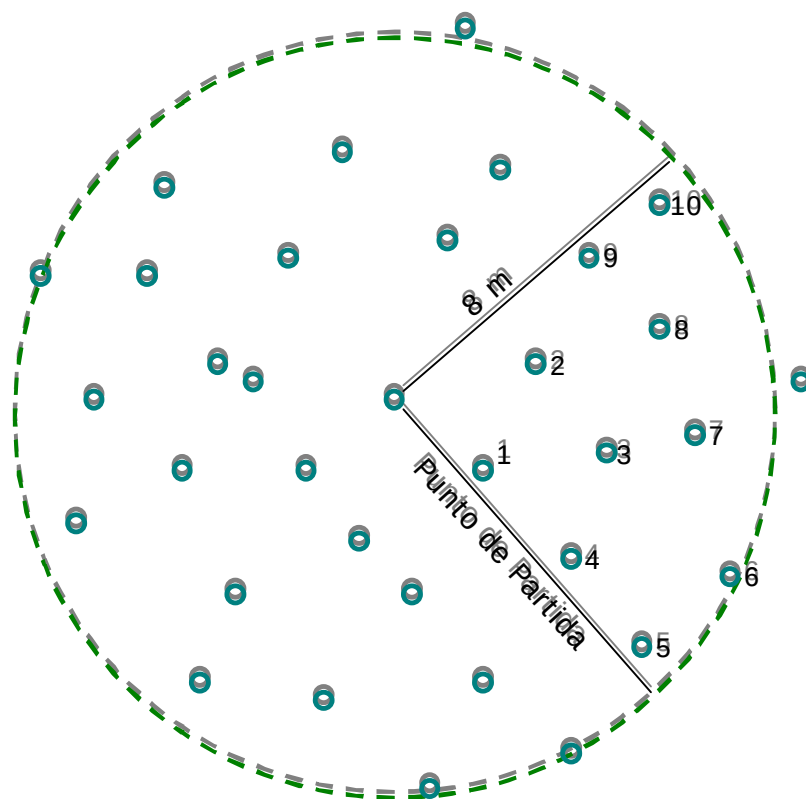


Gráfico 6

**Correlación entre tamaño de la fruta en número de manos y
productividad en cajas/ha/año**

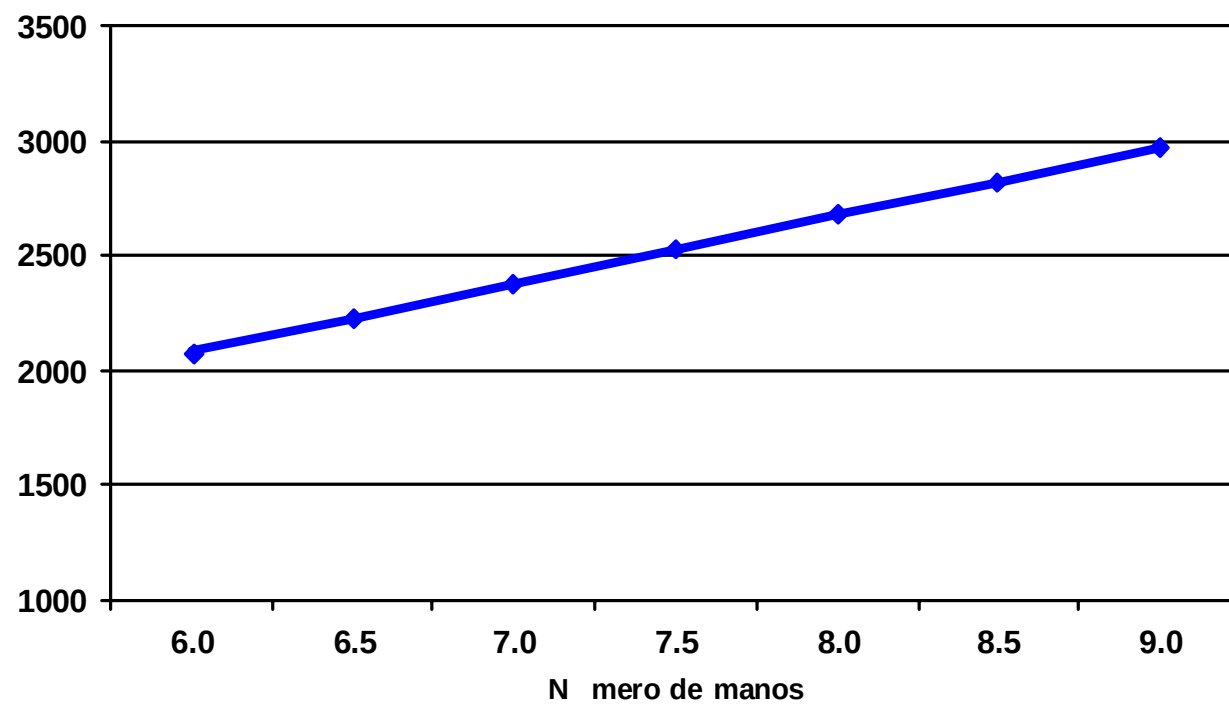
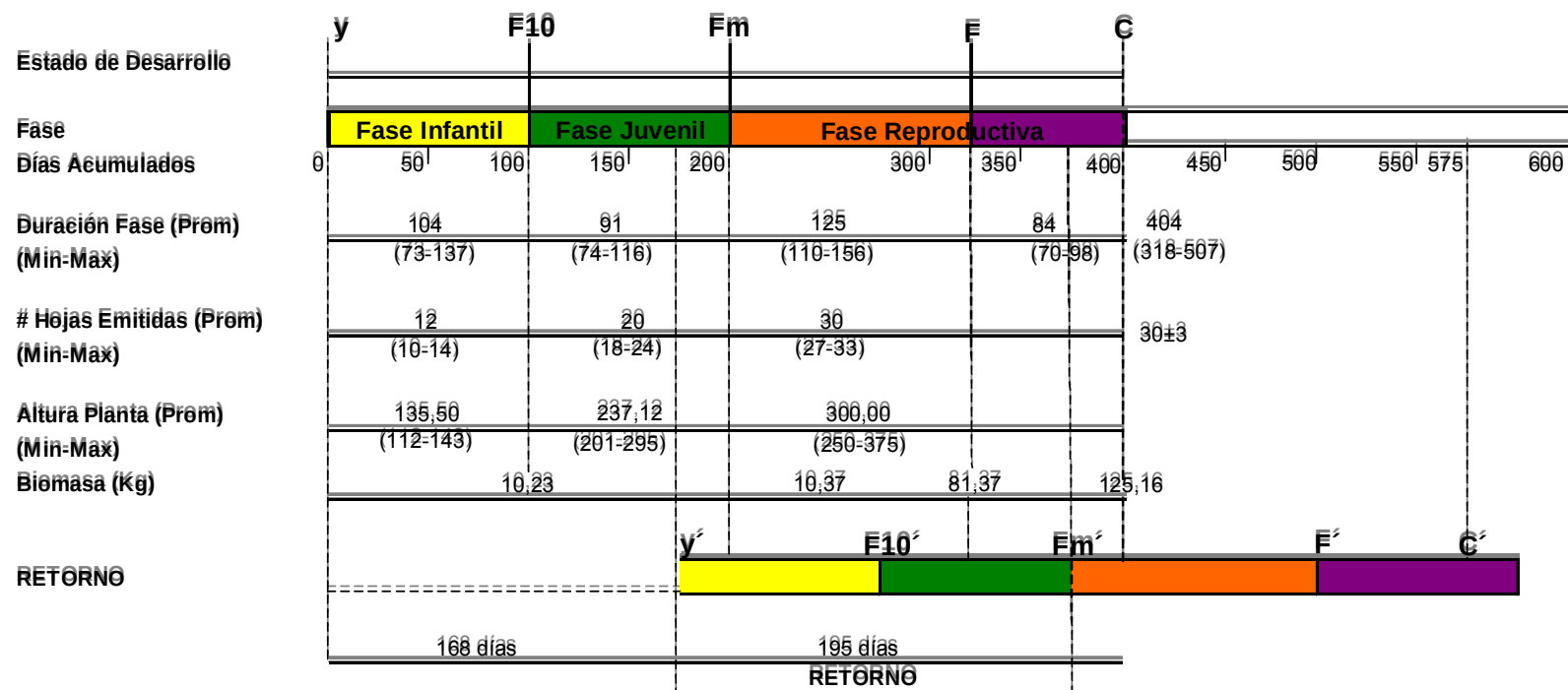


Gráfico 7



MINERAL NUTRITION OF BANANA AND ITS INTERACTION WITH IRRIGATION

NUTRICIÓN MINERAL EN EL BANANO Y SU INTERACCIÓN CON EL RIEGO

Emanuel Lahav¹; Anat Aycicegi-Lowengart² & Hanan Ben Shalom³

¹Agricultural Research Organization, The Volcani Center, Bet-Dagan, Israel. emilahav@gmail.com;

²Ministry of Agriculture, Extension Service, Western Galilee, Israel. anatlw@shaham.moag.gov.il;

³Western Galilee Banana Growers. Israel. dhshalom@netvision.net.il

SUMMARY

Irrigation is an important factor when considering banana nutrition but the research on the interaction between them is quite limited. Irrigation water may be used as a carrier for plant nutrients, for leaching salts from the profile in dry areas and for moving surface-applied fertilizer into the root zone. Limited water supply results in partial closure of stomata and reduced photosynthesis which entails reduced growth and production and hence the uptake of N, P and other nutrients is restricted. Whenever possible, N is applied with the irrigation water. This method is ideal since N supply can be accurately matched with expected demand. The changes in fertilization practices with the change in irrigation methods are well demonstrated by the Israeli banana experience. Consequently with shortening the irrigation interval due to the change from flood to sprinkler and subsequently to drip irrigation, also the fertilization interval was shortened. An experiment will be demonstrated comparing a weekly and continuous fertilizer application under several water amounts. In banana growing areas throughout the world, mainly in the subtropics, the limited water supply is a major factor limiting production. In these areas the main potential water resource for agriculture in the future will be treated wastewater. It seems that the banana is a suitable crop to be irrigated with such water since it is relatively salt resistant, has a high nutrient consumption, it is mostly drip irrigated and the fruit is peeled with no direct contact with the water. An experiment was conducted in a banana plantation irrigated with treated wastewater. The treatments included increased fertilization. The increased fertilizer quantities did not give any advantage i.e. the nutrients in the wastewater are partly or fully available to the banana plant and hence should be considered when calculating fertilization requirements.

Keywords: irrigation system, fertilization interval, treated wastewater, plant analyses.

RESUMEN

El riego es un factor importante cuando se considera la nutrición del banano, sin embargo la investigación de la interacción entre ambos factores es limitada. El agua de riego puede ser utilizada como portador de los nutrientes para el cultivo, para lavar las sales del perfil del suelo en áreas secas y para introducir fertilizantes aplicados sobre la superficie hacia el interior de la zona radicular. La provisión limitada del agua puede resultar en un cierre parcial de los estomas y en una reducción de la fotosíntesis, los cuales acarrearán una reducción en el crecimiento y en la producción, y en consecuencia una restricción de la absorción de N, P y otros nutrientes. Siempre que es posible, el nitrógeno es aplicado con el agua de riego. Este método es ideal debido a que la provisión de nitrógeno puede armonizarse con la demanda del cultivo. Los cambios en las prácticas de fertilización debido a los cambios en las prácticas de riego han sido bien demostrados en la experiencia israelí en el cultivo del banano. En consecuencia, la reducción del intervalo de riego debido al cambio del riego por inundación al riego por aspersión, y a continuación al riego por goteo, condujo a la reducción del intervalo de fertilización. Será presentado un experimento en el cual se fue comparada la fertilización semanal con la fertilización continua utilizando diferentes cantidades de agua de riego. En zonas de cultivo de banano en el mundo, especialmente en las zonas sub-tropicales, la provisión limitada de agua es un importante factor limitante de la producción. En estas zonas, la principal fuente potencial de agua para la agricultura en el futuro, serán las aguas servidas tratadas. Aparentemente el banano es un cultivo apropiado para ser irrigado con este agua debido a su relativamente alta resistencia a la salinidad, su alto consumo de nutrientes, el ser regado en la mayoría de los casos por goteo y que su fruto es pelado y no tiene contacto directo con el agua de riego. Fue conducido un experimento en una plantación de bananos regada con agua servidas domésticas tratadas y recicladas. Los tratamientos incluyeron un incremento en la fertilización. El incremento de la cantidad de fertilizante no dio ninguna ventaja, es decir los macro nutrientes en las aguas recicladas son parcialmente o

totalmente disponibles para la planta de banano y en consecuencia pueden ser considerados en el cálculo de los requerimientos de fertilización.

MINERAL LOSSES BY RAINFALL AND IRRIGATION

Water supply and irrigation is an important factor when considering mineral nutrition, but the research on the relations between them is very limited. Few of the first observations on these two factors related the plant nutrients to rainfall. Heavy precipitation (or overhead sprinkling) lead to leaching of nutrients from the banana leaf. This may be enhanced either by active excretion or guttation, or by loss from damaged leaf surfaces (as by wind). The amount of a nutrient that is leached depends on the amount and intensity of rainfall or irrigation. These losses in tropical regions are, as expected, very high. It would appear that light but continuous rainfall leads to greater losses through leaching than strong rainfall. Losses of K are particularly high. Bhan *et al.* (1959) reported 2.3% P, 8% K and 14.6% Mg were leached from the leaves after a 500 mm artificial rain (operated by overhead sprinkling for 24 hours) (Table 1). Much smaller water amounts applied by overhead sprinkling resulted in leaching of 4.1% K (Lahav, 1972). The losses by guttation are presently investigated in Israel (Shapira, 2006).

Table 1 . Analysis of banana plants (% d. m.) before and after leaching with 24 hours of stimulated rain (Bhan *et al.*, 1959).

Species	K	Mg	P
<i>Ensete sp.</i>			
Before leaching	4.20	0.49	
After leaching	4.01	0.46	
Per cent loss	4.50	6.10	
<i>Musa cavendishii</i>			
Before leaching	3.61	0.41	0.43
After leaching	3.32	0.35	0.42
Per cent loss	8.0*	14.6*	2.30

*Significant at 1 per cent level

Irrigation water may be used as a carrier for plant nutrients (Lahav and Kalmar, 1981), for leaching salts from the profile in dry areas, and for moving surface-applied fertilizer into the root zone. If water supply limits growth, than N uptake and perhaps also other nutrients is restricted. Reduced water supply resulted in reduced P concentration in the leaves (Lahav, 1977).

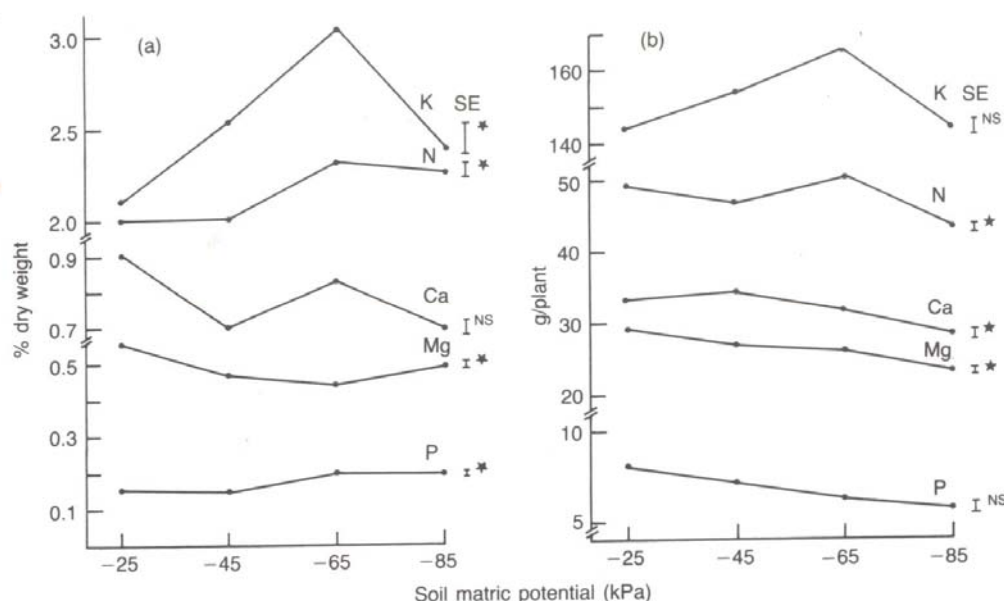
The effect of irrigation on banana nutrition was tested on cv. 'Robusta' in India (Hegde and Srivinas, 1989b). Soil matrix potential (achieved by frequency of irrigations) significantly affected nutrient concentration in the tissues. Frequent irrigations resulted in low N, P and K levels in the leaves, probably because of dilution by extra growth but K was reduced also at the highest water stress (Fig. 1a).

When the effect of soil matrix potential on the total uptake was calculated (Hegde and Srivinas, 1989a), N, P, Ca, and Mg generally declined with decreasing water amount (Fig. 1b), while the trend of K was similar to that of its concentration. These effects can be related to variation in dry matter production but also to reduced mobility of nutrients. Quite similar results were obtained by Krishnan and Shanmugavelu (1981), who showed that decline in total uptake of macroelements parallel closely the decline in dry matter. However, the water regime in the early stages of growth had a more pronounced effect on both dry matter and nutritional uptake than it did after bunch emergence. The effect of moisture stress on the nutrient accumulation in the fruit is discussed by Hegde and Srivinas (1989c).

THE EFFECT OF IRRIGATION FREQUENCY

Nutrient uptake is a relatively slow and continuous process, and therefore fertilizers should be applied frequently. Frequent applications are much less important where soil and plant reserves are high, although there may be difficulty in assessing soil reserves, especially of N. In many banana growing areas, N is still applied manually (especially by small growers and/or on steep slopes) three or four times a year. This is basically not recommended on sandy soils or where rainfall is very high. On such conditions frequent applications are required especially with N which does not accumulate in the plant.

Figure 1. Nutrient concentration in the leaf at flowering stage (a) and total uptake per plant (b) as affected by soil matrix potential. (After Hegde and Srivinas, 1989b)



Whenever possible, N is applied with the irrigation water. This method is ideal since N supply can be accurately matched with expected demand. The changes in fertilization practices with the change in irrigation methods are well demonstrated by the Israeli banana experience. Consequently, with shortening of the irrigation interval due to the change from flood to sprinkler and subsequently to drip irrigation, also the fertilization interval was shortened. From three fertilizer applications during the season 50 years ago, the growers changed to monthly application and later on to weekly and continuous fertilizer injection into the irrigation system. The parallel yield increase may be closely related to this factor.

The difference between a weekly and continuous fertilizer application was compared under several water amounts (Lahav and Kalmar, 1988). Four water amounts, according to changing seasonal evaporation factors, were compared. In July-September the factors were constant at 0.8, 1.0, 1.2 and 1.4 from a class A evaporation pan. Thus the $f=0.8$ factor represented a considerable reduction in water amount and the $f=1.2$ and $f=1.4$ were significantly higher amounts as compared to the amount applied in commercial Israeli banana plantations. Two fertilizer treatments were given, continuous and weekly. In the former 40 ppm N, 100 ppm K_2O and 20 ppm P_2O_5 were injected continuously into the irrigation system. Therefore, with increased water amounts, also the fertilizers amounts increased (Table 2). In the latter, fertilizers were applied once a week via fertilizer tank, for an annual total of 2 t/ha NH_4NO_3 , 2 t/ha KCl and 330 kg/ha H_3PO_4 .

Table 2 . Amount of water (m^3/ha) and fertilizers (t/ha) applied to the banana plantation (5 years average).

Fertilization Method	Fertilizer	Irrigation Factor			
		0.8	1.0	1.1	1.4
Continuous	NH_4NO_3	1.7	2.09	2.49	2.95
	H_3PO_4	0.32	0.39	0.47	0.55
	KCl	1.58	1.94	2.31	2.74
Weekly	NH_4NO_3		2.10		
	H_3PO_4		0.31		
	KCl		2.17		
Water amount *		8450	10370	12370	14470

*In addition to 600 mm of rain

The effect of irrigation treatments was much greater than that of fertilization regime. Irrigation factors influenced both growth and yield components (Table 3). Sucker height was affected

significantly. Suckers irrigated at $f=0.8$ were 8-13 cm shorter than those irrigated at any other irrigation factor. Hence, yield components were affected. Most inferior of all were the suckers irrigated at $f=0.8$. In this treatment fewer than 1800 bunches/ha were counted and bunch weight was reduced by 0.2-0.6 kg as compared with the other treatments. The yield under this irrigation factor was therefore reduced by 2.1-4.4 t/ha (Table 3). Fertilization regime did not affect bunch number/ha, but weekly application increased bunch weight by 0.7 kg and yield by 2.2 t/ha as compared with continuous application (Table 4).

Table 3. Effect of irrigation factor on growth and yield parameters (5 years average).

Irrigation factor	0.8	1.0	1.2	1.4	S.E.	Sig.
Height (cm)	184 b	192 a	197 a	196 a	1.9	0.01
Precocity *	39.9 b	43.4 a	42.5 ab	41.9 ab	1.04	0.05
Bunch weight (kg)	31.7	32.2	31.9	32.3	0.45	N.S.
Bunches / ha	1775 c	1815 bc	1825 ab	1865 a	16	0.01
Yield (t/ha)	64.8 b	66.9 ab	67.1 ab	69.2 a	1.3	0.05

Values followed by different letter differ significantly.

*Precocity expressed as % of bunches emerged up to the end of August out of total number of bunches.

Table 4. Effect of fertilization method on growth and yield parameters (5 years average)

Fertilization method	Continuous	Weekly	S.E.	Sig.
Height (cm)	191	194	1.5	N.S.
Precocity *	42.3	41.4	0.66	N.S.
Bunch weight (kg)	31.7 b	32.4 a	0.2	0.01
Bunches / ha	1810	1830	10	N.S.
Yield (t/ha)	66.1 b	68.3 a	0.6	0.01

Values followed by different letter differ significantly.

* Precocity expressed as % of bunches emerged up to the end of August out of total number of bunches.

The increasing fertilizer amounts applied continuously with the increasing water amounts had a significant effect on the nutrient concentrations. The levels of N, K and P increased in the sampled organs (especially in the 7th petiole) as a consequence of the increased amount applied. Calcium and Mg decreased because of antagonism with K as previously found in bananas (Lahav, 1978). The antagonism between P and some micronutrients as Zn, Cu and B, is also well demonstrated. The highly significant increase in Mn concentration in both lamina and petiole can be explained partly by the depressant effect of Mg and Ca (Mass *et al.*, 1969). Since but slightly differences exist between the continuous and weekly fertilizer application, the grower should consider which is the preferred method, according to reduced investment (weekly application) or reduced labor (continuous injection).

THE EFFECT OF IRRIGATION SYSTEM

The method of fertilizer application can alter the concentrations of nutrients in plant tissues and may be important in the overall nutrition of the crop. The concentrations of K and P in the petiole are reduced by drip irrigation, compared with sprinkler or flood irrigation (Table 5). Applying water using the drip system significantly reduced Fe chlorosis.

Table 5. Effect of irrigation method on N, P and K concentrations (% d.w.) in the 7th petiole of 32 plantations of 'Dwarf Cavendish' and 27 plantations of 'Williams' in Israel.

Nutrient	Cultivar	Irrigation system		SE	Sig.
		Sprinkler	Drip		
N	Williams	0.7	0.6	0.05	N.S.
	Dwarf	0.7	0.7	0.06	N.S.
P	Williams	0.11	0.09	0.006	0.05
	Dwarf	0.12	0.10	0.004	0.05
K	Williams	4.3	3.5	0.12	0.05
	Dwarf	5.8	3.5	0.17	0.01

THE EFFECT OF TREATED WASTEWATER

Water consumption in semi arid regions is increasing while water resources are decreasing. In parallel the amount of treated wastewater for agricultural use is increasing. Among all subtropical fruit trees the banana seems to be a suitable crop to be irrigated with such water from the following reasons:

1. It requires relatively large amount of water.
2. Bananas consume large amounts of nutrients (about 500 kg/ha N and 1200 kg/ha K₂O).
3. Bananas respond to large amounts of manure (in Israel 200 t/ha in the preparatory year and 30 t/ha annually). Many organic components are present in the treated wastewater.
4. All banana plantations in Israel and many worldwide are irrigated by drip irrigation. Therefore there is no direct physical contact between water and fruit and the fruit has in-edible peel.
5. The banana is relatively less sensitive to salinity as compared to other fruit trees. The upper chloride limit for commercial banana production is about 500 ppm (Israeli *et al.*, 1986).

In the world literature there are hardly any reports on banana irrigation with treated wastewater. Only two experiments were conducted in Australia. In the first, secondary treated sewage effluent were applied by sprinklers and drippers (Johns and McConchie, 1994a). The level of nutrients in the water was low and didn't supply all the banana demands. Among all soil parameters only the Na was affected. Its level increased 5 fold as compared to the control. Plant height and number of bunches were not effected. Leaf analysis showed that only the B level was doubled. The level of heavy metals was low.

A second experiment on the effect of treated wastewater on the nutritional balance was conducted in lysimeters (Johns and McConchie, 1994b). Also here plant height was not affected but the wastewater increased the levels of Na (225%), B (81%), Cu (43%) and Cl (26%) in the suckers. The levels of N, P, K and Mg had increased by 16% as compared to fresh water. The concentration of N, P, Ca, Na, S and Cl in the soil had increased. However, most of it leached downward by the end of the experiment. Despite the fact that the two experiments did not include bunch weight, fruit quality and contamination, it was concluded that bananas can be irrigated by wastewater with no major problems.

A preliminary experiment was conducted in Israel with the objectives to adapt the banana plant for irrigation with treated wastewater, with an emphasis on environmental preservation. The experiment was done under the supervision of the Ministry of Health. The treatments are presented in Table 6.

Fertilizer amounts were on the average 2520 kg/ha (NH₄)₂SO₄ (530 kg/ha N); 118 kg/ha H₃PO₄ and 2380 kg/ha KCl. These nutrients were applied in equal amounts to all treatments taking into account the quantities present in the wastewater. It was presumed that all N (NH₄⁺ and NO₃⁻) P and K in the wastewater are fully available to the plant.

Table 6. Water and fertilizer quantities applied during 5 years.

Type of water	Fresh	Treated wastewater	
Distance between drippers (cm)	80	80	80
Relative water amount (%)	100	100	100
Actual water quantity (m ³ /ha)	10980	11640	11580
in (%)	94.3	100.0	99.5
Fertilization regime	Standard	Completed to standard	Completed + standard
(NH ₄) ₂ SO ₄ (kg/ha)*	2350	2530	3420
H ₃ PO ₄ (kg/ha)*	105	124	196
KCl (kg/ha)*	2310	2350	3060

* including amount in treated wastewater.

Water composition. (regarding plant nutrients) of the fresh and treated wastewater is presented in Table 7. The fresh and treated wastewater are low in salts and high in carbonates. The salinity components increase from spring to autumn.

Soil Analyses. Treated wastewater increased Na, SAR and B in the soil profile. Variations in mineral N (NH_4^+ and NO_3^-), between spring and autumn were caused by leaching due to rainfall. Autumn N concentration was higher under treated wastewater irrigation as compared to fresh water. Phosphorus and K concentrations in the soil were not affected by water type or water amount.

Table 7. Composition of fresh and treated wastewater during the experiment.

Parameter	Fresh	Treated wastewater
pH	6.9 - 8.2	7.0 - 8.3
E.C. (dS/m)	0.77 - 0.99	1.45 - 1.68
Chlorides (mg/l)	34 - 127	161 - 234
Na (meq/l)	0.37 - 1.90	4.73 - 6.12
Ca + Mg (meq/l)	7.2 - 8.6	7.1 - 8.0
SAR	0.2 - 0.92	2.66 - 3.88
HCO_3^- (mg/l)	372 - 410	499 - 694
N- NH_4 (mg/l)		15.3 - 39.5
N- NO_3 (mg/l)	0.1 - 1.8	0.5 - 3.0
N-Total (mg/l)		30.4 - 48.7
P-Total (mg/l)		4.9 - 15.9
P-Soluble (mg/l)		2.7 - 7.8
K (mg/l)		31 - 45
B (mg/l)	0.07 - 0.10	0.36 - 0.53

Plant analyses. Third lamina and 7th petiole were sampled annually in the autumn for macro, micro, Cl and Na analyses. Generally all nutrient levels were in the adequate range except Zn which was below the critical level (18 ppm in the lamina). No differences were found in N, P and K levels and despite the difference in soil concentrations no differences were found in Na and Cl in the plant tissues. The only relationship found between the concentration in the soil, water and plant was with B. The B concentration in the lamina of the plants irrigated with fresh water was 13.9 ppm as compared to 18.2 - 28.3 ppm in suckers irrigated with treated wastewater.

In the autumn roots were sampled from plants irrigated with equal amounts of fresh and treated wastewater. Nutrient concentration in the roots is sometimes much higher than that of the leaves and petioles. Thus P concentration is higher 5 to 10 fold than that of the lamina and petiole, Fe is higher 10 and 20 times and B 3.5 and 7 times respectively. The levels of Na in the roots were extremely high. Roots of plants irrigated with fresh water contained 30 times more Na as compared to the lamina and 20 times more than the petiole. The parallel levels in the petiole were 100 and 60 times. Irrigation with treated wastewater increased the levels of N, Cl and Na and decreased the levels of Mn and possibly Fe as compared to plants irrigated with fresh water (Table 8). No differences were found in the other nutrients.

Table 8: The effect of treated wastewater on the nutrient concentration in the roots (dry weight basis).

Nutrient	Fresh	Treated	S.E.	Sig.
N (%)	1.09 b	1.24 a	0.037	0.044
P (%)	0.82	0.84	0.005	N.S.
K (%)	5.18	5.61	0.293	N.S.
Ca (%)	1.31	1.49	0.069	N.S.
Mg (%)	0.56	0.67	0.045	N.S.
Na (%)	0.088 b	0.277 a	0.024	0.013
Cl (%)	1.38 b	1.77 a	0.095	0.04
Fe (ppm)	1990	1252	224	N.S.
Zn (ppm)	16.9	15.4	0.97	N.S.
Mn (ppm)	88.3 a	63.8 b	4.69	0.018
Cu (ppm)	9.0	8.0	0.46	N.S.
B (ppm)	70.1	69.7	13.55	N.S.

Flowering time. The differences in flowering time among the treatments were relatively small (2-4 days) and generally (except the last year) not significant (Table 9). During all the years the suckers irrigated with treated wastewater tended to flower earlier than the fresh water irrigated suckers.

Yield. The yield of banana plantations is determined by average bunch weight and the number of bunches/ha. Generally, there were less (non-significant) bunches/ha in the treated wastewater irrigated plots than the fresh water irrigated control. The average bunch weight was heavier by 1.9-2.5 kg in the fresh water irrigated plants as compared to the treated wastewater irrigated bunches (Table 9). The smallest bunches were those receiving increased fertilization. Treated wastewater plots produced about 7 tons/ha less as compared to the fresh water control.

Table 9. Effect of treated wastewater on flowering and yield as compared to fresh water (5 years average).

Type of water	Fresh	Treated wastewater		S.E.	Sig.
Relative water amount (%)	100	100	100		
Distance between drippers (cm)	80	80	80		
Fertilization regime	Standard	Completed to standard	Completed + standard		
Flowering time	15/9 a	13/9 ab	12/9 b	0.066 days	0.005
Bunches/ha	2109	2000	2068	2.31	N.S.
Bunch wt (kg)	32.8 a	30.9 b	30.3 b	0.40	0.002
Yield (t/ha)	68.1 a	61.2 b	61.6 b	0.12	0.001

There was no relationship between the fertilizers applied, their concentrations in the soil and their levels in the leaves except for B. Also the yield and its components had no relationship with the lamina or petiole composition. A significant relationship was found between Na and Cl levels in the soil and in the roots, their concentrations were higher in the treated wastewater as compared to the freshwater soil and roots. Banana roots are known as preferred organs to be sampled for Na and Cl assessment (Israeli *et. al.*, 1986). Van der Vorm and van Diest (1982) reported that among 13 elements tested, Na has the highest concentration in banana roots and 69% of the total Na is in the roots as compared to 5-45% in the other 12 nutrients.

It was concluded that the availability of mineral N (NO_3 and NH_4), K and P in the treated wastewater should be taken into account. Only additional quantities required by the crop should be applied as fertilizers to complete the full demand of the crop.

BIBLIOGRAPHY

1. Bhan, K. C., Wallace, A. and Lunt, O. R. (1959). Some mineral losses from leaves by leaching. Proceedings of the American Society for Horticultural Sciences. 73:289-293.
2. Israeli Y., Lahav E. and Nameri N. (1986) The effect of salinity and sodium absorption ratio in the irrigation water on growth and productivity of banana under drip irrigation conditions. Fruits 41: 297-302.
3. Johns G.G. and McConchie D.M. (1994a) Irrigation of bananas with secondary treated sewage effluent. I Field evaluation of effect on plant nutrients and additional elements in leaf, pulp, and soil. Australian Journal Of Agricultural Research 45: 1601-1617.
4. Johns G.G. and McConchie D.M. (1994b) Irrigation of bananas with secondary treated sewage effluent. II Effect on plant nutrients, additional elements and pesticide residues in plants, soil and leachate using draining lysimeters. Australian J. Agric. Res. 45:1619-1638.
5. Hegde, D. M. and Srivinas, K. (1989a). Effect of soil matric potential and nitrogen on growth, yield, nutrient uptake and water use of banana. Agriculture Water Management. 16:109-117.
6. Hegde, D. M. and Srivinas, K. (1989b). Irrigation and nitrogen fertility influences on plant water relations, biomass and nutrient accumulation and distribution in banana cv. Robusta. Journal of Horticultural Science. 66:91-98.
7. Hegde, D. M. and Srivinas, K. (1989c). Effect of soil moisture stress on fruit and nutrient accumulation in banana cultivar 'Robusta'. Fruits 44:135-138
8. Krishnan, B. M. and Shanmugavelu, K. V. (1981). Studies on the effect of different soil moisture depletion levels on the distribution of dry matter and nutrients in banana cv. 'Robusta'. Mysore Journal of Agricultural Science 15:63-73.
9. Lahav, E. (1972). Facteurs influencant la teneur en potassium dans la troisieme feuille du rejet de bananier. Fruits 27:585-590.

10. Lahav, E. (1977). l'aptitudede l'echantillonnage du petiole a la determination des teneurs en minéraux du bananier. Fruits 32:294-307.
11. Lahav, E. (1978). The value of the K/Ca+Mg ratio for determination of the nutritional status of the banana sucker. Fruits 33:3-6.
12. Lahav E. and Kalmar D. (1981) Shortening the irrigation interval as a means of saving water in a banana plantation. Australian Journal of Agricultural Research. 32:465-477.
13. Mass, E. V., Moore, D. P. and Mason, B. J. (1969). Influence of calcium and magnesium on manganese absorption. Plant Physiology 44:796-800.
14. Shapira, O., Shani, U., Israeli, I. And Schwartz, A. (2006). The role of guttation in cleaning the boron leaf xylem vessels from boron excess. ACORBAT, Joinville, Brazil.
15. Van der Vorm, P.D.J. and Van Diest, A. (1982). Redistribution of nutritive elements in a 'Gro Michel' banana plant. Netherland Journal of Agricultural Science 30:286-296.

GUIA PARA EL DIAGNOSTICO DE LA CALIDAD Y LA SALUD DE SUELOS BANANEROS

DIAGNOSTIC GUIDE FOR BANANA SOILS QUALITY AND HEALTH

Franklin E. Rosales¹; Luis E. Pocasangre¹; Javier Trejos³; Edgardo Serrano²; Oscar Acuña³; Alvaro Segura²; Eduardo Delgado¹; Tony Pattison⁴; Werner Rodriguez³ & Charles Staver⁵

¹INIBAP, c/o CATIE, Turrialba 7150, Costa Rica, inibap@catie.ac.cr;

²CORBANA. Apdo.390-7210, Guápiles, Costa Rica, eserrano@corbana.co.cr asegura@corbana.co.cr;

³Universidad de Costa Rica, San José, Costa Rica, oacuna@cia.ac.cr jtrejos@cariari.ucr.ac.cr wernerr@racs.co.cr;

⁴Queensland Department of Primary Industries & Fisheries, PO Box 20, South Johnstone, Queensland, 4859, Australia, Tony.Pattison@dpi.qld.gov.au; ⁵INIBAP, Parc Scientifc Agropolis II, Montpellier Cedex Francia, c.staver@cqi.org

RESUMEN

El INIBAP (Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano) y MUSALAC (Red de Investigación y Desarrollo de Plátano y Banano para ALC), con el financiamiento de FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria) esta promoviendo una iniciativa en América Latina y el Caribe, que ha permitido una serie de acciones orientadas a proveer un mayor entendimiento de la salud y la calidad de los suelos, con el propósito de recuperar o mantener la productividad de las plantaciones bananeras. Uno de los productos más importantes de esta iniciativa regional es el desarrollo de una guía para el diagnóstico de la calidad y la salud del suelo. La guía fue desarrollada con la identificación y estudio de 22 indicadores principales (68 diferentes variables) que cubrían componentes físico-químicos del suelo así como parámetros microbiológicos. La investigación se hizo en 42 fincas de cuatro países de ALC. Para verificar la conveniencia y funcionalidad de los diferentes indicadores, se probó la guía en fincas con diferentes grados de producción y manejo agronómico (fincas de exportación, producción convencional y orgánica, fincas para mercado local, pequeñas, medianas y grandes). A su vez cada finca se caracterizó en sitios de producción buena, regular y mala. Se explica el proceso y la metodología establecida para el desarrollo de la guía (selección final de indicadores y construcción del índice). La guía estará disponible en tres idiomas.

Palabras clave: guía diagnostico, calidad suelo, salud suelo, indicadores, índice salud

SUMMARY

A Latin American and Caribbean (LAC) initiative, promoted by INIBAP and MUSALAC with funding by FONTAGRO, has allowed a series of actions aimed towards achieving a better understanding of banana soils quality and health with the purpose of recovering and/or maintaining the productivity in banana farms. One of the main products of this initiative is the development of a diagnostic guide to identify critical soil factors (physical, chemical and microbiological) that affect normal growth and productivity. The guide was developed by initially identifying and testing 22 principal indicators (68 different variables) covering soil physical and chemical components as well as microbiological parameters. The testing was done on 42 farms in four LAC countries. In order to verify the convenience and functionality of the various indicators, the farms were selected from a very wide range of contrasts on management practices and productivity levels (farms for export and local production, organic and conventional farming) and farm size (small, medium and large). The farms were also divided in three different areas based on productivity (good, regular and bad). The process and methodology established for the development of the guide (final selection of indicators and index construction) is explained. The guide will be available in 3 different languages.

Keywords: diagnostic guide, soil quality, soil health, indicators, health index, banana.

ANTECEDENTES

A finales del año 2004 se consolidó una iniciativa regional promovida por el INIBAP (Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano), MUSALAC (Red de Investigación y Desarrollo de Plátano y Banano para ALC) y FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria). Este último financió el proyecto conocido como "Innovaciones tecnológicas para el manejo de la calidad y salud de los suelos bananeros en América Latina y el Caribe". Su principal objetivo es contribuir a recuperar o mantener la productividad de las plantaciones bananeras basados en el mejoramiento de las características físicas, químicas y principalmente biológicas del suelo. La

iniciativa busca generar mayor información sobre la microbiología de los suelos bananeros, estudiando las interacciones entre los microorganismos y la rizosfera que permita un mayor entendimiento de la salud de los suelos y su efecto sobre la productividad. Los detalles y estrategias de dicha iniciativa fueron presentados en la XVI Reunión Internacional de ACORBAT, en Oaxaca, México (Rosales y Jaramillo, 2004).

Para el desarrollo del proyecto se han consolidado equipos técnicos multidisciplinarios en cuatro países de ALC (Costa Rica, República Dominicana, Panamá y Venezuela), enfocando el problema desde un punto de vista holístico y buscando ofrecer recomendaciones técnicas, ambiental y económicamente sostenibles. Uno de los productos de esta iniciativa es una guía para el diagnóstico de la calidad y salud de suelos bananeros, cuya primera versión se presenta en esta reunión dando énfasis en el proceso y la metodología establecida para su prueba y el desarrollo de la misma. El proceso ha generado un cúmulo de conocimientos que van mas allá de la producción de la guía per se y ha permitido comprender mejor una serie de interacciones y la importancia de ciertas relaciones y su posible impacto en la productividad bananera, algunas de las cuales serán también presentadas en esta reunión (Serrano *et al.* 2006 y Acuña *et al.*, 2006). Otro producto de este esfuerzo ha sido el poder diagnosticar los factores críticos que afectan a las 42 fincas en donde se realizó la prueba de la guía. Esto permitirá diseñar las alternativas tecnológicas para su mejoramiento productivo, el cual sería monitoreado y evaluado durante unos dos ciclos de producción.

INTRODUCCIÓN

La importancia del suelo y sus componentes

La fertilidad del suelo, la textura y la estructura son importantes para la agricultura porque determina la mayor o menor facilidad en el trabajo de la tierra, la resistencia del suelo, la erosión, la capacidad de infiltración del agua, las condiciones de desarrollo de las raíces, la temperatura del suelo, la actividad de los organismos (bacteria, hongos, lombrices, etc.), la circulación del aire y del agua y muchas otras cualidades.

La materia orgánica juega un papel muy importante y múltiple en la dinámica y propiedades del suelo: constituye el medio de cultivo para los microorganismos proporcionando nutrientes; contribuyendo a la génesis y estabilidad de la estructura del suelo; aumenta la vida del suelo y la resistencia de las plantas a plagas y enfermedades. El humus influye en la fertilidad del suelo y en la productividad de los cultivos.

El suelo es también hogar de muchos microorganismos, los cuales directamente o indirectamente impactan en el crecimiento de los cultivos a través de múltiples funciones entre las que sobre salen la descomposición de la materia orgánica en nutrientes disponibles para las plantas. Fabrican el Humus que mejora la estructura del suelo, producen sustancias que ayudan a los cultivos a crecer, a defenderse de las plagas y enfermedades, entre otras funciones. Las bacterias son las más activas en la descomposición de la materia orgánica, pero cuando el suelo queda ácido, son substituidas por los hongos; y cuando el suelo queda muy seco, el trabajo es realizado por los actinomicetes.

Por lo tanto, el suelo con cada uno de los componentes que lo forman ya sea en su función química, física o biológica, es un recurso natural fundamental para la agricultura como soporte de los ecosistemas naturales, así como del ciclo del agua y de los elementos químicos, incluyendo carbón, nitrógeno, y fósforo. Por ello, para que un suelo produzca bien debe contener todos estos componentes en una proporción bien balanceada tanto en cantidad como calidad.

¿Qué entendemos por calidad y salud del suelo?

Muchas son las definiciones que se han dado para "calidad del suelo" pero la definición mas simple a sido dada por la "Sociedad de las Ciencias del Suelo de América (SSSA por sus siglas en ingles) que la definió en 1994 como "la capacidad del suelo para funcionar"; podríamos decir en sentido general, funcionar bien para un uso específico. Sin embargo, el termino "salud del suelo" es usado (según Doran y Zeiss, 2000) en forma mas amplia para indicar la capacidad del suelo para funcionar como un sistema vital para mantener la productividad biológica, promoviendo la calidad ambiental y manteniendo la salud humana y animal. En este sentido apreciamos que la "salud del suelo" es sinónimo de sostenibilidad. Aunque existen diferencias en los conceptos, los términos "calidad del suelo" y "salud del suelo" se usan muchas veces como sinónimos. Ambos conceptos han ido evolucionando, especialmente el de "calidad" al cual se le han agregado nuevos atributos tales como sostenibilidad y calidad ambiental (Roming *et al.*, 1995., Karlen *et al.*, 1997). También varios autores consideran necesaria la unificación de criterios, por lo que en esta presentación lo vamos a usar como equivalentes.

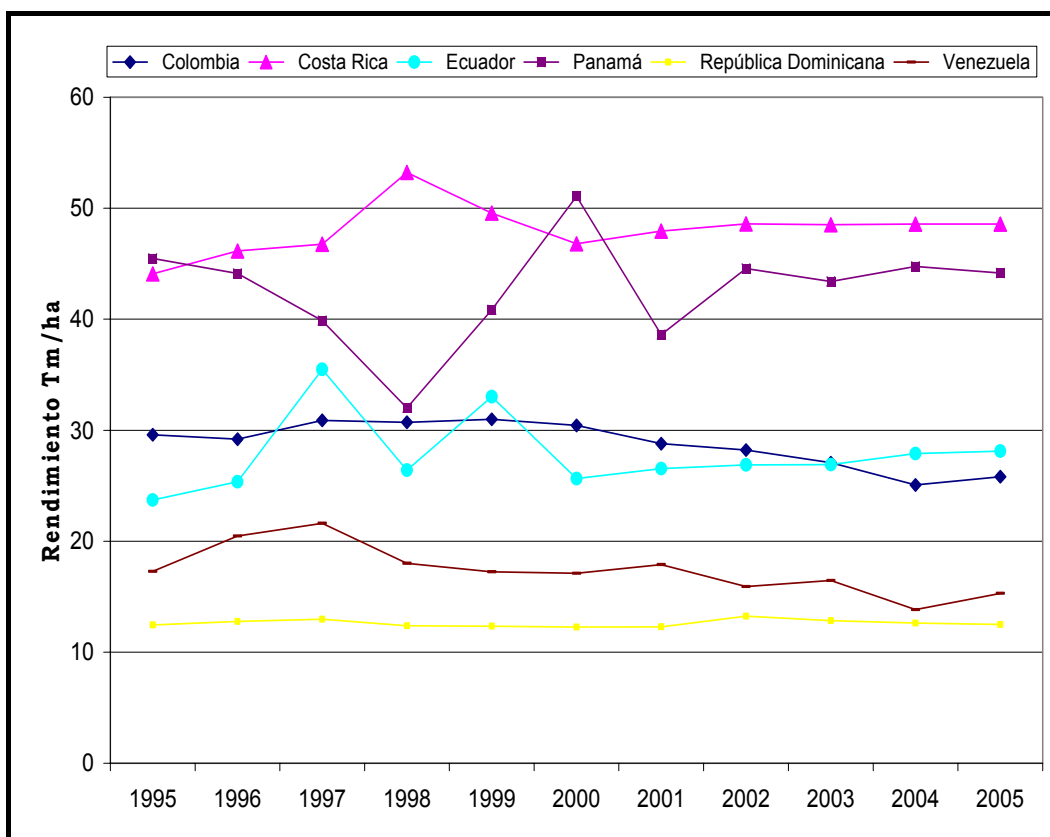
En los sistemas agrícolas, un suelo de alta calidad y salud provee un crecimiento productivo y sustentable de los cultivos con un mínimo impacto sobre el ambiente, gracias a su alta disponibilidad de nutrimentos y aireación, buena infiltración y retención de agua, buena estabilidad estructural y alto nivel de actividad biológica. Es comúnmente aceptado que la producción agrícola convencional provoca un decrecimiento de la calidad del suelo, aunque muchos no entienden las múltiples funciones que el suelo provee como una base para un manejo sustentable. Muchas de esas funciones y sus interacciones con la parte biológica del suelo crean una complejidad que no está todavía suficientemente conocida, entendida o apreciada por la comunidad científica, especialmente su relación directa con producción. Esto aplica especialmente al sector bananero que se desarrolla en suelos y climas tropicales en donde todavía hace falta mucha investigación en este sentido.

¿Están perdiendo los suelos bananeros su salud?

A pesar de la aplicación de técnicas e insumos de alto costo, incluyendo el uso intensivo de agroquímicos en las plantaciones comerciales de banano en América Latina y el Caribe (ALC), se ha registrado en los últimos diez años una reducción considerable en la productividad, debido al cambio y deterioro acelerado de los factores físicos, químicos y biológicos del suelo. La interacción de estos últimos tres factores ha sido poco estudiada e investigada, pero en la actualidad se considera fundamental para resolver la problemática del agotamiento y baja productividad de las plantaciones. Se tiene evidencia de la relación directa entre la reducción de la productividad y la pérdida de la calidad y salud del suelo, por el impacto adverso del sistema convencional de producción (Gauggel *et al*, 2005; Pattison, 2005).

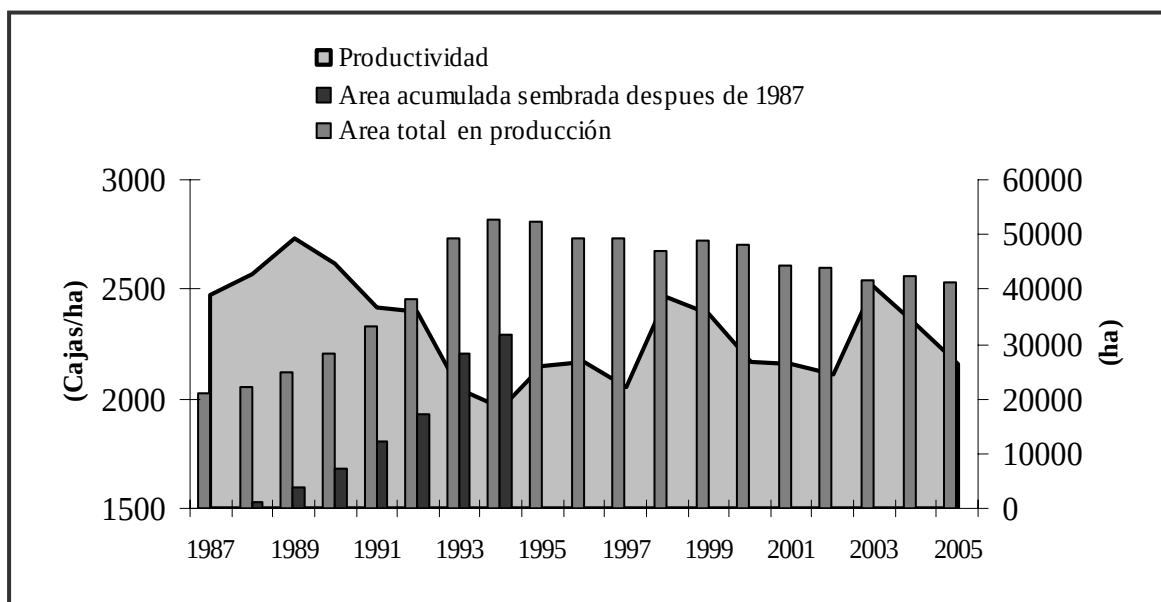
Las fincas bananeras se han establecido en áreas que anteriormente fueron bosques tropicales. En estos ecosistemas naturales las relaciones equilibradas entre sus componentes producen un sistema eficiente, estable y con una alta capacidad de resistencia al cambio. La cultura monocultivista e intensiva del banano ha provocado cambios sustanciales en este ambiente, tales como la disminución de la biodiversidad, pérdida del recurso suelo por erosión, y desequilibrios entre los componentes químicos, físicos y biológicos del suelo antes mencionados. La alta carga de desechos de polietileno en los suelos bananeros, el uso intensivo de biocidas para el combate de nematodos y la Sigatoka negra y la aplicación de dosis de fertilizantes por encima de la capacidad de extracción del cultivo, constituyen elementos de manejo críticos que han contribuido en mayor o menor grado al deterioro de los suelos bananeros.

La productividad de las plantaciones bananeras en varios países de América Latina y el Caribe, por ejemplo en Colombia, Ecuador, Panamá y Costa Rica han mostrado oscilaciones considerables durante la última década (Figura 1). Existe evidencia no bien documentada de que estas caídas de producción están asociadas a un decaimiento general del cultivo o lo que se conoce como agotamiento o cansancio de los suelos, que ha ocasionado el abandono de muchas áreas de producción ya no rentables para el comercio. En algunos países se nota en ocasiones el incremento en la productividad (ver Fig. 2, caso Costa Rica), pero es muy probable que este sea producto del abandono de muchas hectáreas en producción o de fincas ya no rentables, que hace aparente el incremento pero como consecuencia de una manipulación de datos de menos fincas con mejores producciones que las de las unidades de producción abandonadas. Por el contrario, la producción bananera en Venezuela y República Dominicana, caracterizada por una mayor utilización de sistemas de producción orgánica o de menos uso de insumos químicos, ha mantenido una notoria estabilidad durante los últimos diez años (Fig. 1).



Fuente FAOSTAT.

Figura 1. Rendimiento (TM/Ha) en seis países productores de banano en América Latina y el Caribe.



Fuente CORBANA

Figura 2. Productividad (cajas /Ha) y área total sembrada durante el periodo 1987-2005 en Costa Rica.

De los muchos efectos del deterioro de la salud del suelo, se comenta con mucha más y creciente preocupación el aparente y visible efecto en la estructura y funcionamiento del sistema radical de las plantas y su posible gran impacto en el logro de una productividad aceptable y sostenible.

Tanto la Agenda 21, derivada de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre Ambiente y Desarrollo de 1992, como el llamado acuerdo comercial GATT han sintetizado la preocupación de la comunidad internacional sobre el tema ambiental, estableciendo cánones para incentivar el manejo sustentable de los sistemas de producción agrícola (ISO 14000). Este nuevo entorno político y comercial impone restricciones a las formas convencionales de producción y crea oportunidades para aquellas sociedades que logren diseñar mejores planes de manejo para sus cultivos de exportación.

La necesidad de diagnosticar y monitorear la salud del suelo para ayudar a resolver el problema del decaimiento de la productividad

Durante más de cien años se ha cultivado el banano en varios países del trópico americano y América Latina lidera la economía mundial de este cultivo por su proporción del comercio mundial. Es indiscutible la importancia de la industria bananera en el desarrollo económico y social de los países de ALC especialmente en la generación de empleos directos e indirectos y en el ingreso de divisas, por ser la región que exporta mas del 80% del banano en el mundo. Si consideramos que en el año 2000 (FAOSTAT) el valor total de las exportaciones de banano era de aproximadamente US \$7000 millones, los ingresos de importación por este rubro son sumamente importantes para la región.

Por esta importancia social y económica del banano en ALC, se hace necesario revisar críticamente los sistemas de producción y formular innovaciones tecnológicas que garanticen su sostenibilidad en procura de una mejor calidad de vida. Esta aspiración implica la preservación integral de los recursos naturales, dentro de los cuales el componente suelo es de vital importancia. Los principios de la revolución verde desarrollados a mediados del siglo pasado, determinaron el diseño de paquetes tecnológicos de alto nivel de insumos, que permitió alcanzar mayores niveles de producción y de rentabilidad del cultivo. Este movimiento motivó que muchos países promovieran la siembra de cultivos siguiendo el mismo esquema, como alternativa de crecimiento económico, pero como mencionamos anteriormente en el caso del banano las expectativas no han sido sostenibles a lo largo del tiempo y el mantenimiento del sistema se hace cada día más costoso desde el punto de vista financiero y ambiental.

La aplicación de una guía para el diagnóstico y el monitoreo de la calidad y salud del suelo bananero, permitiría a los productores de banano caracterizar los factores críticos mas importantes de su suelo e identificar las mejores prácticas de manejo para evitar su deterioro o para recuperar la salud perdida hasta donde sea posible. Es apropiado recordar que la degradación del suelo puede ocurrir en un lapso de tiempo corto como consecuencia de un mal manejo pero que su restauración es lenta y costosa. La descripción del estado actual de la salud del suelo y su ulterior evolución, constituye la base de información necesaria para comprender las causas y dinámica del proceso de deterioro y para diseñar innovaciones tecnológicas alternativas. Esta evolución del sector bananero latinoamericano hacia un enfoque agroecológico más amigable y sostenible es indispensable para garantizar su productividad a largo plazo y una adecuada inserción en el mercado mundial, en donde los consumidores tienden a exigir niveles superiores de protección del ambiente.

DESARROLLO DE UNA GUÍA PARA EL DIAGNÓSTICO DE LA CALIDAD Y LA SALUD DE SUELOS BANANEROS

Actualmente, los métodos utilizados para medir la capacidad o potencial productivo de un suelo para el cultivo de banano, se basan principalmente en el estudio de las propiedades físicas y químicas del mismo y de sus relaciones con algunas características especiales como la topografía y las condiciones climáticas predominantes. Estos métodos raramente consideran los niveles o estado de la salud del suelo y no son suficientes para explicar las complejas interacciones del suelo y su rizosfera (Pattison, 2004).

Mediante la Iniciativa de INIBAP y sus asociados, antes mencionada, se esta desarrollando una Guía de diagnóstico de la calidad y la salud de los suelos, para lo cual se seleccionaron una serie de indicadores tomando en cuenta las propiedades físicas, químicas y principalmente biológicas del suelo. Como una base para la selección inicial de los indicadores se usan algunos criterios de los identificados por Doran y Parkin, 1994; y Pattison (Comunicación personal), que se enumeran a continuación: Capaces de describir los procesos del ecosistema; repetibles; sensitivos a los cambios de manejo en el suelo; sensitivos a las variaciones climáticas; capaces de funcionar en diferentes suelos y ambientes; fáciles de entender; accesibles a mucho usuarios y aplicables a las condiciones de campo; y que puedan correlacionarse con otras características físicas, químicas y biológicas del suelo.

La información presentada en esta versión escrita esta basada en los avances obtenidos a mediados del 2006 y basados principalmente en datos provenientes de Costa Rica. El proceso y los pasos metodológicos que se describen a continuación ya están establecidos y serán utilizados para

analizar el resto de los datos provenientes de los otros tres países socios. Al final del proceso esperamos ratificar o cambiar los indicadores hasta ahora establecidos, lo que a su vez cambiaría la constitución final del índice de salud de suelos bananeros, que es el tema central de esta presentación.

La visión de elaboración de la guía ha sido la de ir de lo complejo a lo sencillo, buscando que la versión final de la misma pueda cumplir con la mayoría de los requisitos de selección de indicadores mencionados anteriormente. El desarrollo de la Guía se inició con la identificación y estudio de 22 indicadores principales que se clasificaron en 11 grupos de datos (ver Cuadro 1) los cuales sumaban en conjunto 68 diferentes variables.

Cuadro 1. Indicadores principales y variables seleccionadas al inicio y estudiadas durante el proceso de elaboración de la guía

Grupo Indicadores Principales	Variables Estudiadas
Fitonematodos	Peso de raíz total (g); Peso de raíz Funcional (g); Radopholus similis; Helicotylenchus milticintus; total de fitonematodos
Nematodos de vida libre	Nematodos de vida libre; Fitonematodos; total de nematodos; % de nematodos de vida libre; % de fitonematodos
Hongos endofíticos	Número de Aislados Trichoderma; Numero aislados Fusarium; otros hongos; Total de hongos aislados; Total hongos purificados
Caracterización del sistema radical	Peso radical; longitud radical; área (cm ²); diámetro (mm); volumen (cm ³); índice de necrosis (%)
Conteo poblaciones totales	Bacterias; actinomicetos y hongos
Respiración microbiana	mg 100 g ⁻¹ 10 días ⁻¹
Biomasa microbiana	Valores en mg C · 100 g ⁻¹ suelo seco a 105°C; Flujo de C en Flujo-C / Factor 0,45; fumigados y no fumigados
Conteos de microartrópodos	Nº de individuos y Nº familias
Indicadores componente químico del suelo	pH, Al, acidez intercambiable, Ca, Mg, K, suma cationes, Ca/Mg, Ca/K, Mg/K, %sat K, %sat Ca, P, Fe, Cu, Zn, Mn, % M.O., % AlFe, % fosfatos, % sat bases
Indicadores componente físico del suelo	Profundidad efectiva, textura, %arena, % limo, %arcilla, resistencia tangencial, resistencia a la penetración, densidad aparente, densidad partículas, infiltración, porosidad
Indicadores de producción	Circunferencia planta madre, numero de manos/racimo y altura del hijo

Se elaboró una Guía (versión de trabajo) y se distribuyó a los socios del proyecto para realizar un diagnóstico a nivel de campo en 42 fincas de los cuatro países. El trabajo se inició con la **selección de las fincas**, las cuales para ser incluidas en el estudio deberían contar con datos históricos de manejo y producción con un mínimo de tres años, ya que esta información es sumamente importante al momento de analizar los resultados del diagnóstico y también para diseñar las alternativas de producción que mejorarían la calidad y salud del suelo. Para verificar la conveniencia y funcionalidad de los diferentes indicadores, se probó la guía en fincas con diferentes grados de producción y manejo agronómico (fincas de exportación, producción convencional y orgánica, fincas para mercado local, pequeñas, medianas y grandes). A su vez cada finca se caracterizó en sitios de producción buena, regular y mala. De esta manera los Indicadores podrían ser medidos y evaluados por su calidad discriminatoria en ambientes productivos a nivel macro (diferencias entre fincas) y a nivel micro (diferencias dentro la misma finca). Para una mejor comprensión del proceso utilizaremos como ayuda didáctica la Figura 3 que esquematiza todo el trabajo realizado.

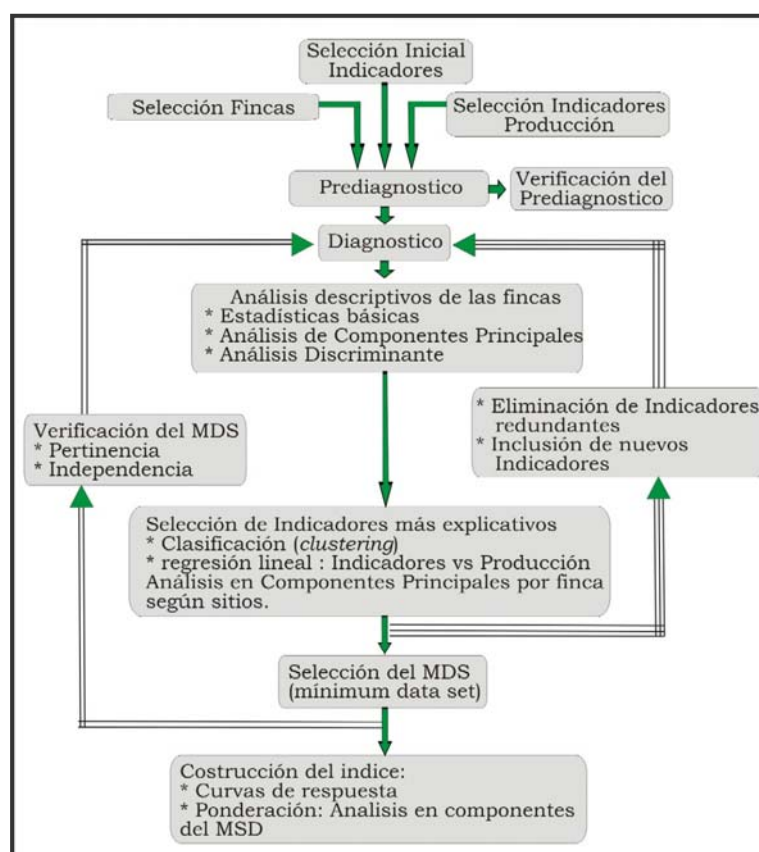


Figura 3. Proceso de diseño, prueba y selección de indicadores e índices para la guía de diagnóstico de suelos bananeros.

Un paso simultaneo y complementario a la selección de fincas, fue la actividad llamada “**Pre-diagnóstico**” y es donde se obtiene el historial de la finca, basados en entrevistas con los productores, información secundaria y verificación in situ de la situación productiva de la finca a través de la aplicación de los indicadores de producción. Durante el Pre-diagnóstico, en cada finca se seleccionaron tres áreas (buena, regular o mala). Cada área tenía un tamaño aproximado de cuatro hectáreas y en cada una de las áreas se delimitaron cuatro parcelas de 20x50 metros cada una (o en forma de cuadrado), correspondiente a 1000 m², donde **se calculó la densidad poblacional** y luego **se identificaron 20 plantas paridas** de las últimas tres cintas cercanas a cosecha para la determinación de los parámetros de producción; para un total de 80 plantas en las 4 hectáreas. A las plantas seleccionadas se les tomaron datos de: **altura y circunferencia de la planta madre y número de manos**, que son los indicadores de la producción.

Una vez terminado el Pre-diagnóstico y ubicados los sitios de muestreo, se procedió a ejecutar el “**diagnóstico**” *per se*. Las “minicalicatas” son el vehículo que permitió la captación de los datos de campo, a través de la aplicación y medición de los indicadores para el estudio de la parte física, química y microbiológica del suelo. En cada una de las áreas identificadas, se abrieron cuatro “minicalicatas” (una por hectárea) con una dimensión de 60 cm. X 60 cm. X 60 cm., de largo, ancho y profundidad, respectivamente, para un total de 8-12 calicatas por finca estudiada. En Costa Rica, que fue el sitio inicial de prueba, se utilizaron las 3 áreas contrastantes por finca, pero por la dificultad de identificar con certeza los sitios de producción intermedia se decidió luego utilizar en los otros países socios, solo sitios de diferencias extremas como ser producción buena y producción mala. Al finalizar la actividad con las calicatas, se tomaron las muestras para los análisis microbiológicos.

Una vez finalizado el trabajo de campo y de laboratorio, se procedió al **análisis cuantitativo** de los datos usando una metodología integradora que permitiera evaluar la efectividad y relación entre los diferentes indicadores; es decir se procedió a evaluar el comportamiento de cada uno de los Indicadores en su habilidad de “indicar” las diferencias entre sitios contrastantes dentro y entre las fincas estudiadas.

Inicialmente se hizo un Análisis Factorial Discriminante de los datos del prediagnóstico para verificar si la clasificación de las áreas dentro de las fincas (alta y baja productividad) se había hecho correctamente; el análisis discriminante mostró que esta clasificación previa era adecuada. La selección de las variables más significativas se hizo, en primer lugar, con base en regresiones lineales paso a paso (tanto hacia delante como hacia atrás), utilizando la productividad como variable a explicar. A la vez se hizo un Análisis en Componentes Principales (ACP) con todos los datos físicos, químicos y microbiológicos, para estudiar las relaciones que existen entre las diferentes variables y de nuevo ver si la información suministrada con algunas de estas se puede obtener de otras variables. Por otra parte, se analizó el comportamiento de las fincas mediante sendos análisis en componentes principales, que mostraron total coherencia entre las variables utilizadas y las variables de productividad, y de esta manera se seleccionaron nuevas variables para el conjunto. Con la información obtenida de los diferentes análisis se eliminaron los indicadores o variables ineficientes o que por su alta correlación con otros indicadores de más fácil o más barata obtención pudiesen ser apreciados sin tener que ser estudiados por se.

Con este proceso de selección de variables, se formó el Conjunto Mínimo de Datos (Minimum Data Set), el cual fue revisado mediante análisis de conglomerados, o clasificación automática, mostrándose la pertinencia de las variables escogidas, así como su independencia. Cada una de estas variables del MDS, entró luego en un índice matemático con un peso y una curva de respuesta. El peso fue estimado a partir de la importancia de la variable correspondiente en las dos primeras componentes principales del análisis con todas variables del MDS. Por su parte, la curva de respuesta se construye a partir de la opinión de los especialistas en la materia. Así, se obtiene un Índice General que describe la calidad y salud del suelo a partir de los indicadores, teniéndose también una representación gráfica del mismo para una más fácil comprensión de los resultados integrados de todos los indicadores. Se construyen también Índices particulares para las variables físico-químicos y las microbiológicas.

Actualmente, en base al estudio ya realizado, se esta editando una versión preliminar de la Guía para una revisión técnica por expertos internacionales. Esta primera versión esta constituida por un Conjunto Mínimo de Datos de **15 indicadores principales** para los componentes Físicos, Químicos y Microbiológicos en números de 2, 6 y 7 indicadores para cada uno de ellos, respectivamente. **Los indicadores** son variables que nos ayudan a evaluar la condición (calidad y salud) del suelo. **El Índice**, en nuestro caso, se refiere al instrumento que agrupa a varios indicadores con el objetivo de analizar y cuantificar en una forma simplificada los varios fenómenos e interacciones que ocurren en la rizosfera y que pueden estar incidiendo en la productividad de los suelos bananeros. Los indicadores en referencia son los siguientes:

1. **Físicos (2):** Infiltración del agua y Porosidad
2. **Químicos (6):** pH, Fósforo (P), relación Ca/Mg, Retención de fósforo, Acidez intercambiable y relación Mg/K
3. **Microbiológicos (7):** Población total de bacterias, Población total de hongos, Peso radical, Nematodos de vida libre (géneros), Nematodos de vida libre fungíveros, porcentaje de fitonematodos, Biodiversidad (microartrópodos).

Para cada uno de los indicadores se han elaborado curvas de respuesta y los rangos indicativos de su condición beneficiosa o detrimental para la producción de banano. También se cuenta con un programa que elabora una representación grafica del Índice General de la calidad y salud del suelo, que facilita la interpretación de los factores críticos que están incidiendo en la producción de una finca en particular.

DISPONIBILIDAD DE LA GUÍA

Una vez realizado el ajuste y afinamiento de los indicadores, y contando con la retroalimentación del Comité Científico Internacional encargado de la revisión de la versión preliminar de la Guía, se procederá a la edición final de la misma. La edición en su versión en español, será financiada en su impresión y distribución en ALC por FONTAGRO y socios regionales. El IPGRI-INIBAP por su parte, se hará cargo de las versiones en ingles y francés, tanto en su impresión como en su distribución a nivel mundial.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a las instituciones socias del proyecto y a todo el personal técnico-científico de las mismas que están colaborando con el proyecto *"Innovaciones tecnológicas para el manejo y mejoramiento de la calidad y salud de suelos bananeros de América Latina y el Caribe"*: Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE); Corporación Bananera Nacional (CORBANA), Costa Rica; Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), Venezuela; Instituto de Investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP), PANAMA; Instituto de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), Republica Dominicana. Agradecemos también a FONTAGRO, quien con su significativo apoyo financiero ha hecho posible la puesta en marcha de esta Iniciativa Regional, que esperamos pueda seguir desarrollándose y fortaleciéndose con aportes del sector publico y privado de los países bananeros de ALC. Reconocimiento especial a la Universidad de Costa Rica por colaboración de su personal en las Facultades de Matemáticas, Biología y Agronomía. Agradecimiento a la Bióloga Johanna Romero Murcia de la Unidad de Fotoprotección del CATIE, por su gran apoyo en artes graficas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Doran, J.W. and Parkin, T.B. (1994). Defining and assessing soil quality. In: Defining Soil Quality for a sustainable Environment. Doran, J.W., Coleman, D.C. Bezdicek, D.F., and Steward, B.A. (eds). Soil Science Society of America, Inc., Madison, pp. 3-21.
2. Doran, J.W. and Zeiss, M. R. (2000). Soil health and sustainability: managing the biotic component of soil quality. *Applied Soil Ecology* 15: 3–11.
3. Gauggel, C.A., Sierra, F., and Arévalo, A. (2005). The problems of banana root deterioration and its impact on production: Latin America's experience. In Turner D. W. and F.E. Rosales (eds). *Banana Root System: towards a better understanding for its productive management: Proceedings of an International Symposium / Sistema Radical del Banano: hacia un mejor conocimiento para su manejo productivo: Memorias de un simposio internacional*. INIBAP, Montpellier, France, 13-22.
4. Karlen, D.L., Mausbach, M.J., Doran, J.W., Cline, R.G., Harris, R.F., and Schuman, G.E. (1997). Soil Quality: A concept, definition and framework for evaluation. *J.SSSA*, Vol, 61, January-February, pp.4-10.
5. Meneses, A., Pocasangre, L.E., Somarriba, E., Riveros, A.S., y Rosales, F.E. (2003). Diversidad de hongos endofíticos y abundancia de nematodos en plantaciones de banano y plátano de la parte baja de los territorios indígenas de Talamanca. *Agroforestería de las Américas*. 10(37):59-62.
6. Neilsen, M. N. & Winding, A. (2002). Microorganisms as Indicators of Soil Health. National Environment Research Institute, Denmark. Technical Report No. 388.
7. Paoletti, M. G. (1999). Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74, 1-18.
8. Pattison, T., Badcock, K., Lindsay, S. Armour, A., Velupillai, R., Moody, P., Smith, L., Gullino, L. and Cobon, J. (2004). Banana root and soil health project – field workbook. Departament of Primary Industries and Fisheries, Queensland, Australia. 15p.
9. Pattison, T., Smith, L., Moody, P., Armour, A., Badcock, K., Cobon, J. Rasiah, V., Lindsay, S. and Gullino, L. (2005). Banana Root and Soil Health Project – Australia. In Turner D. W. and F.E. Rosales (eds). *Banana Root System: towards a better understanding for its productive management: Proceedings of an International Symposium / Sistema Radical del Banano: hacia un mejor conocimiento para su manejo productivo: Memorias de un simposio internacional*. INIBAP, Montpellier, France, 149-165.
10. Pocasangre, L.E. (2003). Nuevas estrategias para el manejo de nematodos en Musáceas. In Taller Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de Musáceas. Guayaquil, Ecuador 11-13 agosto, 2003. INIBAP-LAC, Costa Rica. pp. 38
11. Romig, D.E., Garlynd, M.J., Harris, R.F., McSweeney, K., 1995. How farmers assess soil health and quality. *Journal of Soil and Water Conservation* 50, 229–236.
12. Rosales F.E. y Jaramillo R. 2004. Calidad de vida en la rizosfera del banano: una visión de nuevas iniciativas en América Latina. En: Resúmenes Publicaciones Especiales XVI Reunión ACORBAT. 26 septiembre al 01 octubre, 2004. Oaxaca, México. Pp. 131-136.
13. Serrano, E. (2005). Relationship between functional root content and banana yield in Costa Rica. In Turner D. W. and F.E. Rosales (eds). *Banana Root System: towards a better understanding for its productive management: Proceedings of an International Symposium / Sistema Radical del Banano: hacia un mejor conocimiento para su manejo productivo: Memorias de un simposio internacional*. INIBAP, Montpellier, France, 25-34.

IMPORTANCIA DE LOS INDICADORES FÍSICO-QUÍMICOS EN LA CALIDAD DEL SUELO PARA LA PRODUCCIÓN SUSTENTABLE DEL BANANO EN COSTA RICA.

THE IMPORTANCE OF PHYSICAL-CHEMICAL INDICATORS IN THE SOIL QUALITY FOR THE SUSTAINABLE PRODUCTION OF BANANA IN COSTA RICA

Edgardo Serrano¹; Jorge Sandoval²; Luis Pocasangre³; Franklin Rosales⁴ & Eduardo Delgado⁵

¹Coordinador de la Sección de Suelos y Drenajes CORBANA. eserrano@corbana.co.cr;

²Director de Investigaciones-CORBANA. jsandoval@corbana.co.cr;

³Proyecto FONTAGRO-INIBAP. lpoca@catie.ac.cr;

⁴Coordinador Regional para América Latina y el Caribe Proyecto FONTAGRO-INIBAP. frosales@catie.ac.cr;

⁵Manager Proyecto Calidad y Salud de suelos FONTAGRO-INIBAP. edelgado@catie.ac.cr

RESUMEN

Se mostraron 3 fincas de la zona bananera ubicada al Este del río Reventazon y 3 de la zona ubicada al Oeste de dicho río en la zona Caribe de Costa Rica, en cada zona se escogió una finca con buena productividad, una de mediana productividad y una de baja productividad. Dentro de cada finca se seleccionaron suelos con vigor bueno, regular y pobre. Utilizando la metodología de minicalcatas (4 por cada tipo de vigor), se estudiaron 16 propiedades químicas, 5 relaciones de bases y 9 propiedades físicas en los horizontes presentes en el perfil de 0 a 60 cm de profundidad. La amplitud del horizonte superficial (Ap) osciló entre 8 y 12 cm, acumuló materia orgánica humificada de la cual derivó su color oscuro y sus propiedades físico-químicas fueron alteradas por la adición de agroquímicos. Las variables físico-químicas de este horizonte se relacionaron estadísticamente con la variables biométricas de vigor y producción; circunferencia de pseudotallo (medida a un metro del nivel de suelo), altura de hijo y número de manos en 20 plantas próximas a ser cosechadas. Los indicadores químicos, acidez intercambiable, pH, Al³⁺ las relaciones de bases (Ca/Mg, Mg/K, % Sat. K y % Sat. Ca), retención de fosfatos y contenido de P afectaron significativamente el vigor y la productividad del cultivo. Por otra parte la infiltración básica y el % de porosidad fueron las propiedades físicas que más explicaron los cambios en el vigor y la producción.

Palabras Claves: Acidez, relaciones de bases, porosidad, infiltración, vigor, minicalcata, horizonte.

ANTECEDENTES

Dos de las recomendaciones incluidas en las memorias del Primer Simposio Internacional denominado **“El Sistema Radical del banano: hacia un mejor conocimiento para su manejo productivo”** realizado en Costa Rica a finales del 2003 fueron: 1. Investigar sobre factores biológicos, físicos y químicos que provocan el deterioro del suelo y 2. Identificar indicadores para determinar la calidad y salud del suelo. Con base en estas recomendaciones a finales del 2004 se consolidó una iniciativa para Latinoamérica formada por INIBAP (Red de Internacional para el Mejoramiento y Desarrollo del Banano y del Plátano), MUSALAC (Red de Investigación y Desarrollo del Banano y del Plátano para ALC) y FONTAGRO (Fondo Regional de Tecnología Agropecuaria). Este último financió en cuatro países (Costa Rica, Panamá, República Dominicana y Venezuela) el proyecto conocido como “Innovaciones tecnológicas para el manejo de la calidad y salud de los suelos bananeros en América Latina y el Caribe. La Corporación Bananera Nacional., como colaborador directo de INIBAP asesoró técnica y logísticamente en el trabajo de muestreo en Costa Rica. Como antecedente técnico, Pattison y colaboradores (2005) en Australia probaron un grupo básico de indicadores, correlacionando positivamente la estabilidad de agregados con las raíces de más de 5mm. La correlación de estas raíces con la densidad real fue negativa. Dichos investigadores encontraron que el uso de enmiendas orgánicas con alto contenido de carbono, fueron capaces de suprimir significativamente el nematodo fitoparásito *R. similis* de las raíces de banano con respecto a las áreas no tratadas. En cuanto a indicadores físico-químicos y su relación con el vigor y productividad del cultivo del banano, la información publicada es muy poca por no decir que inexistente. Es necesario seguir dedicando recursos, tanto técnicos como económicos en ese sentido.

INTRODUCCIÓN

Durante más de cien años se ha cultivado el banano en varios países del trópico americano. No hay duda de la importante contribución histórica de la industria bananera al desarrollo económico y social de muchos países de la región. Hoy es inminente la necesidad de revisar críticamente los

sistemas de producción bananera para formular innovaciones tecnológicas que garanticen su sostenibilidad, en procura de una mejor calidad de vida. Esta aspiración implica la preservación integral de los recursos naturales, dentro de los cuales el componente suelo es de vital importancia. Los principios de la revolución verde desarrollados a mediados del siglo pasado, determinaron el diseño de un paquete tecnológico con alta cantidad de insumos, que permitió alcanzar altos niveles de producción y de rentabilidad del cultivo.

Estas ganancias motivaron que muchos países promovieran la siembra de este cultivo como alternativa de crecimiento económico. Costa Rica no ha sido la excepción y según se indica en el cuadro 1, se han producido variaciones significativas en el área cultivada, en el volumen total de cajas exportadas y en la productividad en cajas/ha/año del país en el período comprendido entre los años 1987 y 2002. En 1987 el área sembrada de banano era de 20.987 ha, con una productividad promedio de 2.476 kg/ha/año y 56,60 millones de cajas exportadas de 18,14 kg. En solo tres años; (1991-1993) se sembraron 21.098 ha, área equivalente a la que se tenía en 1987. Entre 1988 y 1994 se sembraron 31.750 ha en el programa de fomento bananero (151% más de lo que se tenía sembrado en 1987), Si bien es cierto, se aumentó el volumen de cajas exportadas a 103,34 millones, la productividad en el año 1994 decayó a 1.960 cajas/ha/año (la más baja de todo el período estudiado). Otros han sido señalados como años de recuperación, como 1998 y 1999 donde se llegó a producir 2.466 y 2.385 cajas/ha/año con 115,83 y 116,49 millones de cajas exportadas respectivamente.

Sin embargo, existe una clara tendencia a la baja, tanto en productividad, como en el volumen total de cajas exportadas del año 2000 al año 2002 donde se alcanza la tercera productividad más baja del período analizado con 2.107 cajas/ha/año en las 42.182 ha cultivadas. Estos cambios drásticos en la productividad por hectárea, a pesar de poseer tanta área nueva deben ser explicados. Varios factores se han conjugado para que a lo largo de esos 16 años la productividad se haya comportado de forma tan contrastante. Uno de ellos, sin duda, es el peso de la raíz funcional el cual es afectado por factores bióticos como los nematodos y los microorganismos de suelo, y los abióticos como el drenaje superficial e interno, el deterioro físico-químico de la rizosfera, altas y bajas temperaturas y precipitaciones.

Serrano (2005 a), informó de una clara relación entre cantidad de raíz funcional y productividad de Costa Rica entre 1987 y el 2002 donde se encontró un coeficiente de determinación (R^2) de 0,71 entre las dos variables (Fig 1). Años antes en finca San Pablo, Serrano y Marín (1998) correlacionaron el peso de raíz funcional con la productividad anual en cajas/ha/año y las cajas producidas por racimo procesado de 1987 a 1997 encontrando coeficientes de 0,85 y 0,92 respectivamente. Calvo y Araya (2001), determinaron los contenidos de raíz total y funcional en los diferentes cantones productores de banano en Costa Rica de 1995 a 1999, encontrando que fincas con productividades cercanas a las 3.000 cajas/ha/año tenían los pesos de raíz total y funcional más altos que fincas con menor productividad.

Conociendo que parte de la respuesta en la disminución o aumento en la productividad se encuentra en los factores de suelo que afectan la raíz (rizosfera), planifiqué y llevé a cabo este estudio, cuyo objetivo fue determinar cuáles son los indicadores físico-químicos que diagnostican estadísticamente el estado de salud y calidad del suelo con respecto al vigor y la producción de plantaciones bananeras establecidas en Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación de fincas muestreadas y criterios de selección

El estudio se realizó en el área bananera del Caribe de Costa Rica. En tres fincas de la zona de producción ubicada al oeste del río Reventazón con suelos de origen volcánico y tres fincas de la zona de producción ubicada al Este de dicho río con suelos de origen sedimentario. Para la zona oeste se seleccionó una finca de buena productividad (Cartagena con 3000 a 3500 cajas/ha/año), una con productividad histórica media (Calinda con un rango entre 2500 a 2900 cajas/ha/año) y una de baja productividad como las Juntas con un rango de 2000 a 2200 cajas/ha/año. En el caso de la zona Este la finca de buena productividad fue Palo Verde 1 (con 3000 a 3500 cajas/ha/año), la de productividad media El Esfuerzo (con un rango entre 2500 a 2900 cajas/ha/año) y la de baja productividad San Pablo (2000 a 2300 cajas/ha/año) (Fig 2).

Selección de áreas dentro de la finca y metodología de muestreo

Dentro de cada finca se escogieron áreas de vigor contrastante (bueno medio y bajo). Para la descripción de los indicadores físico-químicos de estos sitios, se abrieron 12 minicalicatas (4 por tipo de vigor) de 60 cm ancho * 60 cm largo * 60 cm fondo en la banda de fertilización de plantas de

banano recién florecidas (Fig 3), con el objetivo de clasificar el perfil en su aptitud para el cultivo del banano. Con barreno holandés se profundizó hasta 220 cm. Alrededor de la minicalicata se registraron los datos biométricos de vigor; altura del hijo, circunferencia del pseudotallo (tomada 1 m de altura del nivel del suelo) y número de manos de 20 plantas próximas a cosecha. Las muestras fueron enviadas al Laboratorio Analítico de Suelos y Foliares de CORBANA. Los cuadros 2 y 3 se detallan los análisis físico-químicos realizados así como la referencia de las metodologías utilizadas.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. Variables de vigor y producción en sitios buenos, medios y pobres

La longitud del pseudotallo y su circunferencia están en relación directa en primer término con el tipo de clon y luego con el vigor de la planta producto de su estado de crecimiento. Normalmente una planta con buen vigor es aquella que presenta una mayor cantidad de hojas bien desarrolladas, y por consiguiente una mayor circunferencia del pseudotallo. Estas dos características a su vez le representan a la planta de banano mejor capacidad fotosintética, mayor acumulación de reservas, y como consecuencia de esto mayor peso de racimo y número de manos (Soto, 1992).

La Sección de Suelos y Drenajes de CORBANA., (1999 y 2001), realizó estudios integrales detallados de suelos, vigor, clima y producción, en una finca de la zona este (finca Siquirres, 1999) y en una finca de la zona oeste (finca Calinda, 2001). Los perfiles de suelos se describieron en cuadrícula 100 * 100 m y en cada estación de suelos se tomó la circunferencia del pseudotallo y el número de manos de 10 plantas recién florecidas. En ambas fincas los suelos clasificados como clase I y II, mostraron datos más altos de circunferencia de pseudotallo y número de manos que los clasificados como III y IV. En finca Siquirres, la circunferencia de pseudotallo y el número de manos fue de 81,6 cm y 8,1 respectivamente, en los suelos de clase I y II. En suelos de grado III y IV, los valores fueron; en circunferencia 76,1 cm y 7,6 en el número de manos (suelos de clase III); y 69,0 cm y 6,8 manos para los perfiles de grado IV. Para finca Calinda los suelos clasificados como clase I y II la circunferencia de pseudotallo fue de 77,5 cm y el número de manos fue de 7,4. Mientras que en los suelos de grado III y IV, los valores fueron; en circunferencia 72,7 cm y 7,0 en el número de manos (suelos de clase III); y 69,0 cm y 6,4 manos para los perfiles de grado IV.

El comportamiento de las variables de número de manos, circunferencia de pseudotallo y altura de hijos a la cosecha tomadas para los sitios de vigor bueno, medio y pobre no fue diferente a lo informado en los estudios anteriores. Según se observa en el cuadro 4, los sitios buenos presentaron 1,25 manos más que los sitios medios y 2,75 manos más que los sitios pobres. La circunferencia de pseudotallo también denotó este comportamiento, mostrando los sitios buenos 13,3 cm más que los sitios medios y 24,2 cm más que los sitios pobres. Esta diferencia fue estadísticamente significativa, probando de esta manera que los sitios fueron correctamente seleccionados. Las correlaciones entre variables de vigor y producción fueron altas y significativas; teniendo así que entre el número de manos y la circunferencia de pseudotallo existe un $r=0,90$, y entre el número de manos y la altura de hijos a la cosecha de 0,76. Finalmente entre la circunferencia de pseudotallo y la altura de hijos a la cosecha el $r=0,78$.

2. Indicadores químicos

- **Retención de fosfatos y contenido de P.**

La zona Caribe del país se divide en dos grandes regiones geológicas (Dóndoli, Dengo y Malavasi, 1968), de manera que los suelos de la zona Caribe Oeste se desarrollan sobre coladas de lava, rocas piroclásticas, rocas andesíticas, lahares pequeños, basaltos, ignimbritas, cenizas del cuaternario y pocas rocas sedimentarias. Las áreas de la zona Caribe Este, tienen suelos derivados de partículas provenientes de depósitos marinos clásticos finos y localmente calizas. Lara (1970) y Jiménez (1972) utilizan el río Reventazón como límite geográfico entre las dos áreas, y Jiménez (1972) clasifica a los suelos de la zona Oeste como de baja fertilidad y los de la zona este de alta fertilidad. Las dos principales zonas de producción de banano en las llanuras aluviales del Caribe son conformadas por cuencas hidrográficas de ríos que nacen en las cordilleras Volcánicas Central (los de la zona Oeste) y la de Talamanca (los de la Este).

Además de tener utilidad para la interpretación de la fertilidad actual de los suelos, la retención de fosfatos es un indicador que ayuda reconocer si los suelos estudiados poseen propiedades ándicas (Soil Survey Staff, 1999).

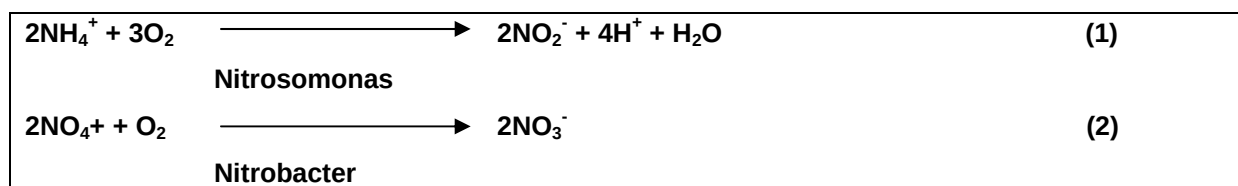
El cuadro 5 muestra que los suelos de la zona Oeste son significativamente más fijadores de fosfatos que los de la zona Este. También encontramos de este cuadro que los suelos clasificados como Andisoles (Typic Hapludands), presentaron más del 90% de retención de fosfatos. Según lo

informa Espinosa (1996) un porcentaje de retención de fosfatos por encima del 85% en suelos volcánicos se relaciona a la presencia de minerales amorfos de rango corto (arcillas no cristalinas como alofana, halloisita y metahallosita) y a los complejos del humus con el Al amorfo. Relacionado a este complejo encontramos la particularidad de que los suelos volcánicos presentan porcentajes altos de materia orgánica total; sin embargo, esta no se encuentra disponible para la planta en su totalidad. La forma de fijación encontrada para los suelos sedimentarios de la zona este son los fosfatos de calcio y magnesio presentes en las arcillas 2:1 expandibles como la montmorillonita y no expandibles como la illita (Nieuwenhuys, Jongmans y Van Breemen, 1994). Fassbender (1984) encontró al fraccionar fosfatos inorgánicos, que en suelos de pH de más de 5,0 predominaban los fosfatos de calcio. Murrel (1998), informó que los fosfatos de Fe y Al (presentes en suelos ácidos con pH menor a 5,5) son menos solubles que los fosfatos de Ca. Añade Sánchez (1986), que la transformación de una forma de fosfato a otra está controlada principalmente por el pH del suelo.

De acuerdo con el nivel crítico de 10 mg/L de P extraído en solución Olsen para los suelos de Costa Rica (Bertsch, 1987), el primer horizonte (Ap) de la figura 4 muestra niveles muy altos de P para los tres tipos de vigor; mientras que en el horizonte suprayacente (Bw1) existe deficiencia. Este comportamiento se debe principalmente a que el contenido de P total está estrechamente ligado a los contenidos más altos de materia orgánica y de los fosfatos orgánicos presentes en el horizonte Ap; por lo tanto al disminuir el porcentaje de materia orgánica total y de los fosfatos orgánicos en el horizonte Bw1 disminuye el fósforo total (Fassbender, 1984; Sánchez, 1986). Debido a que los valores de pH detectados en este primer horizonte son menores a 5,5; posiblemente mucho del P inorgánico aplicado como fertilizante y acumulado en este primer horizonte se encuentra fijado en formas de fosfatos de Al y Fe. La agroecología propone el uso de otras fuentes de nutrimentos para las plantas en lugar del uso de los fertilizantes inorgánicos. Hayman (1987), informó que una alta disponibilidad de P se correlaciona negativamente con la actividad de la micorriza arbuscular HMA. Esta evidencia nos induce a cuestionar si las aplicaciones excesivas de este o cualquier otro elemento están afectando no solo la dinámica de la química del suelo, sino también la biológica.

- **pH, acidez y aluminio intercambiable (Al^{+3})**

Los suelos de la zona Caribe, en su mayoría pertenecen a los órdenes de los andisoles e inceptisoles que no son naturalmente ácidos (López, 1963; Jiménez, 1972; López y Solís, 1991; Nieuwenhuys y Kroonenberg, 1994; Stoorvogel y Eppink, 1995; Mata, 2000). Con base en esa evidencia, Serrano (2002, 2005b) atribuye el proceso de acidificación en la banda de fertilización próxima al hijo de sucesión, a la adición de fertilizantes nitrogenados que contienen o forman amonio (NH_4^+). Esta forma de (N) se convierte en nitrato por medio de la nitrificación y produce un exceso de H^+ que acidifica el suelo. El proceso se representa en las ecuaciones (1) y (2) (Espinosa y Molina, 1999):



Los suelos donde se cultiva banano son intensamente fertilizados con N. Para suplir las necesidades del cultivo se aplican entre 375 y 450 kg de N/ha/año, utilizando fertilizantes nitrogenados amoniacales que en mayor o menor grado acidifican el suelo. Esta acidez residual o inducida se mide mediante el índice de acidez fisiológica, que indica la cantidad en kg de $CaCO_3$ que podría neutralizar el efecto de la acidez causada por 100 kg de fertilizante. Entre más alto el valor neto de este índice, mayor es el efecto residual que produce el fertilizante. En las fincas de la zona este del río Reventazón, para suplir 387 kg de N/ha/año, se utilizan 1,402 kg de materias primas, el 81% son fuentes nitrogenadas que tienen o producen amonio (Cuadro 6).

Este exceso de acidez causada por fertilizantes nitrogenados de reacción ácida en la banda de fertilización provoca la disminución del pH, y cuando el valor de este es menor a 5,5 se solubiliza el aluminio como octaedro hexahidratado $[Al(H_2O)_6]^{+3}$, frecuentemente abreviado como Al^{+3} (Lora, 1994). En el cultivo del banano no se considera al Al^{+3} como un nutriente ya que no es esencial para que la planta cumpla su ciclo (Lahav y Turner, 1992).

La figura 5 presenta el efecto de la acidez acumulada sobre el vigor de la plantación. El efecto fue detrimental para el vigor y la producción cuando se aumentó la acidez, y esta a su vez bajó el pH, solubilizando Al^{+3} . Rufyikiri *et al.* (2000, 2001), trabajando en hidroponía con soluciones

nutritivas ácidas ($78\mu\text{M Al}^{+3}$) encontró para el cultivar Grande Naine una disminución en la biomasa total, en el número y diámetro de raíces, en los contenidos de Ca y Mg, en la absorción total de agua y nutrimentos por la planta. Delvaux (2005), confirma que el Al^{+3} disminuye significativamente la tasa de transpiración de la planta de banano, decreciendo la absorción de Ca y Mg. Añadió, asimismo, que las raíces de banano son capaces de extraer este elemento tóxico de los minerales del suelo y absorberlo, y que la concentración de Al^{+3} en la rizosfera esta muy relacionada con la capacidad de intercambio catiónico de las raíces de banano.

- **Relaciones de bases (% Sat. de K, % Sat. Ca, Ca/Mg, Mg/K,)**

Lahav y Turner, 1992; Delvaux, 1995; y Robinson, 1996 coinciden en indicar a los nutrientes N y K como los más importantes para la nutrición mineral del cultivo del banano. Sin embargo, López (1983), en plantaciones comerciales bananeras, informó de desbalances en el suelo entre los contenidos K, Ca y Mg. Además, incluso señaló que en la mayoría de casos estudiados existía un exceso de K con respecto al Ca y Mg. Vimpany y colaboradores (1991) en Australia, corroboraron la afirmación de López e introdujeron el concepto que las aplicaciones excesivas de K, agravan el problema de acidez del suelo perdiéndose por lixiviación grandes cantidades de Ca y Mg. Afirman también que bajo estas condiciones puede presentarse una deficiencia de Ca y/o Mg, aunque se encuentren niveles adecuados de estos elementos en el suelo. La figura 6 con datos del proyecto indica una relación inversa entre el % de saturación de K y el % de saturación de Ca. Los suelos con vigor pobre mostraron saturaciones de K más altas y saturaciones de Ca más bajas que los de buen vigor. Por otra parte y según se infiere de la figura 7, los suelos con las mejores condiciones de vigor y producción presentaron relaciones más altas de Ca/Mg y Mg/K que los suelos de vigor pobre. Podemos afirmar entonces que bajo las condiciones en que se realizó este estudio el exceso de K afectó tanto al Ca como al Mg; y que logrando en algún momento un equilibrio del K, el Mg en exceso relativo con respecto al Ca inhibiría la absorción de este. Aparte de manejar niveles críticos en el suelo para las bases (Ca, Mg y K) los países donde se cultiva banano deberían tener sus relaciones de bases locales para no incurrir en desbalances y efectos detrimentales sobre el vigor y la productividad.

3. Indicadores físicos

- **Infiltración básica y % de Porosidad**

La infiltración básica es una de las propiedades físicas más completas que se puede determinar en suelos dedicados al cultivo del banano, ya que es afectada por otras propiedades como la textura, la densidad aparente, la porosidad, la estructura y la retención de humedad (Delvaux, 1995). Jaramillo y Vásquez (1990), establecieron un rango óptimo de 6 a 15 cm/h. Según Vaquero (2005), de ser menor tendríamos problemas de anoxia radical; de ser mayor un grave problema de retención de agua (déficit hídrico en épocas de menor precipitación y lixiviación de nutrientes en períodos de alta pluviosidad). Según lo observamos en la figura 8 tanto en la zona este como en la oeste existe una infiltración básica más alta para los suelos de vigor pobre. Sin embargo, los suelos más livianos de la zona oeste (volcánicos con fragmentos medios y gruesos en el subsuelo) mostraron una infiltración básica clasificada como excesiva; en los de la zona este la infiltración clasificó como muy rápida. Es probable que ambos suelos sufran de déficit hídrico en períodos de menor precipitación y esto haya disminuido su potencial productivo.

En la misma figura se observan valores óptimos de porosidad (56 a 62%) en ambas zonas. Sin embargo, Amézquita (2004) hace la aclaración que además de un buen porcentaje de porosidad es necesaria una adecuada distribución de macro, meso y microporos. En los suelos volcánicos de la zona Oeste dominan los macroporos y bioporos (antiguas raíces), por donde se infiltra y se mueve el agua de lluvia que llega al suelo. Existen pocos mesoporos donde se acumula el agua útil que es donde se aprovisiona la planta para cumplir sus funciones de nutrición y transpiración. En los suelos más arcillosos de la zona Este hay predominancia de microporos que es donde ocurre la reducción de elementos como el Mn y Fe para que sean disponibles para la planta, también existe carencia de mesoporos. Esto según Amézquita, (1994), limita los procesos de interceptación radical, flujo de masas y difusión, por los cuales llegan los nutrientes a ponerse en contacto con las raíces.

CONCLUSIONES

- El presente estudio estableció la relación significativa de los indicadores químicos, acidez intercambiable, pH, relaciones de bases (Ca/Mg, Mg/K, % Sat. K y % Sat. Ca), retención de fosfatos y contenido de P sobre el vigor y la producción del cultivo del banano en la zona

Caribe de Costa Rica. Asimismo, se señala que al manejo inadecuado (excesivo en la mayoría de los casos) de las aplicaciones de los elementos N, K y P, como agentes causales de toxicidades y desbalances que afectan el rendimiento del cultivo.

- El hecho de que de todos los indicadores físicos estudiados, la infiltración básica y el % de porosidad fueron los que afectaron significativamente el vigor y la producción del cultivo, se debe probablemente a la preselección de suelos que se dio en el Programa de Fomento Bananero, como requisito para optar por el financiamiento e incentivos para la siembra de nuevas entre los años 1987 y 1994.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a los matemáticos Javier Trejos y Mario Villalobos por la asesoría brindada para la interpretación de los resultados de este estudio. Es extensivo también este agradecimiento a los compañeros de CORBANA Werner Rodríguez y Alvaro Segura de las Sección de Agrofisiología por sus aportes verbales para la conclusión de este escrito y al Ing. Roddy Ortega de la Sección de Suelos y Drenajes por su esfuerzo en la fase de campo de este proyecto.

LITERATURA CITADA

1. Amézquita E. 1994. Las propiedades Físicas y el Manejo Productivo de los Suelos. In Silva, F. Ed. Fertilidad de suelos: diagnóstico y control. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, CO. Pp: 137-153.
2. Amézquita E. 2004. Fertilidad física del suelo. In Valenzuela, I. Ed. Suelo, Ambiente y Seguridad Alimentaria. Programa y Memorias del XVI Congreso Latinoamericano de la Ciencia del Suelo, Cartagena de Indias, CO, 26 de setiembre a 1 octubre, 2004. 175 p.
3. Bertsch, F. 1987. Manual para la interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. 2 ed. San José, CR, Oficina de Publicaciones de la Universidad de Costa Rica. 157 p
4. Blakemore, L.C., Searle, P.L., Daly, B.K. 1981. Methods for chemical analysis for soils. New Zealand Soil Bureau Scientific report 10A
5. Bouyoucos, G.L. 1951. Recalibration of hydrometer method for making mechanical analysis of soil. Agronomy Journal 43(9): 434-438.
6. Calvo, C. y Araya, M. 2001. Cantidad de raíces de banano en los diez cantones productores de Costa Rica. CORBANA 27(54): 47-64.
7. Chapman, H.D. 1965. Cation-exchange capacity, In Methods of soil analysis Chemical and microbiological properties. Ed. by C.A. Black. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy Series n°9, pt 2, p.814-901.
8. Delvaux, B. 1995. Bananas and Plantains: Soils. In Gowen, S. Ed. London, UK. Chapman & Hall 2-6 Boundary Row. Pp. 235-315.
9. Delvaux, B.; Rufyikiri, G.; Dufey J. 2005. Ion absorption and proton extrusion by banana roots. In Turner, D. and Rosales, F. Eds. Banana Root System: towards a better understanding for its productive management. Proceedings of an international symposium held in San José, Costa Rica, 3-5 November 2003. Pp. 114-121.
10. Dóndoli, C.; Dengo, G.; Malavassi, E. 1968. Mapa geológico de Costa Rica. San José, Dirección de Geología, Minas y Petróleo. Esc. 1:700000 color.
11. Espinosa, J. 1996. Fijación de fósforo en suelos derivados de ceniza volcánica. Informaciones Agronómicas. N° 23. Instituto de la Potasa y el Fósforo, Quito, EC. 15 p.
12. Espinosa, J. y Molina, E. 1999. Acidez y encalado de los suelos. Instituto de la Potasa y el Fósforo, Quito, EC. 42 p.
13. Fassbender, H. W. 1984. Química de suelos con énfasis en suelos de América Latina. Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola, 4^{ta} reimpresión, San José, CR. 398 p.
14. Forsythe, W. 1980. Física de Suelos: manual de laboratorio. 1^a ed. 2^a reimpresión. San José C.R.: IICA. 212 p.
15. Hayman, D.S. 1987. VA mycorrhizas in field crop systems. In: Ecophysiology of VA mycorrhizal plants. Ed. Safir, G.R. CRC Press, Boca Raton. 171-192.
16. ILRI (International Institute for Land Reclamation and Improvement). 1977. Principios y aplicaciones del drenaje: Estudios e investigaciones. Edición 16. Wageningen, Holanda. volumen III.
17. Jaramillo, R.; Vásquez, A. 1990. Manual de procedimientos para presentación y realización de estudios detallados de suelos y clasificación de tierras para el cultivo de banano. Edición revisada. Departamento de Investigaciones, San José CR Asociación Bananera Nacional. 29p.
18. Jiménez, T. 1972. Génesis, clasificación y capacidad de uso de algunos suelos de la Región Atlántica de Costa Rica. Tesis Ing. Agr. San José, CO, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 180p.
19. Lahav, E. y Turner, DW. 1992. Fertilización del banano para rendimientos altos. Segunda edición. Boletín N°7. Instituto de la Potasa y el Fósforo, Quito, EC. 71p.
20. Lara, F. 1970. Problemas y procedimientos bananeros en la zona Atlántica de Costa Rica. San José, CR, Hermanos Trejos. Pp 11-12
21. López, A. y Solís P. 1991. Contenidos e interacciones de los nutrimentos en tres zonas bananeras de Costa Rica. CORBANA 15(36):25-32
22. López, C. 1963. Identificación y clasificación de los minerales de arcilla presentes en nueve suelos de Costa Rica Tesis Ing. Agr. San José CO, Facultad de Agronomía, Universidad de Costa Rica. 57 p.
23. López, C. 1983. Diagnóstico del estado nutricional de plantaciones bananeras. CORBANA 6(19):13-18.

24. Lora, R. 1994. Factores que afectan la disponibilidad de nutrimentos para las plantas. *In* Silva, F. Ed. Fertilidad de suelos: diagnóstico y control. Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo. Bogotá, CO. P: 28-55.
25. Mata, R. 2000. Caracterización de suelos: Proyecto Hidroeléctrico Jiménez. Tecno-ambiente Centroamericano. San José, CR. 92 p.
26. McLean, E.O. 1982. Soil pH and lime requirement. *In* Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties, Ed. by A.L. Page, R.H. Miller, R. Keeney. ed Madison, Wis., American Society of Agronomy, Agronomy Series n^o. 9, pt. 2, p. 199-224.
27. Mehlich, A. 1984. Mehlich 3 Soil test extractant: A modification of Mehlich 2 extractant. *Commun. In Soil Science Plant Analysis*. 15 (12): 1409-1416.
28. Munsell Color Company. 2000. Munsell soil color charts. 617 Little Britain Road, New Windsor, NY 12553. 27 p.
29. Murrel, S. 1998. Preguntas más comunes sobre los fertilizantes portadores de fósforo. Informaciones Agronómicas. N° 33. Instituto de la Potasa y el Fósforo, Quito, EC. 15 p.
30. Nelson, D.W.; Sommers, L.E. 1982. Total carbon, organic carbon, and organic matter. *In* Methods of soil analysis. Chemical and microbiological properties. Ed. by A.L. Page, R.H. Miller, R. Keeney. 2 ed. Madison, Wis., American Society of Agronomy, Agronomy Series n^o. 9, pt. 2 p 539-279
31. Nieuwenhuys, A.; Jongmans A.; Van Breemen N. 1994. Andisol formation in Holocene beach ridge plain under the humid climate of the Atlantic coast of Costa Rica. *Geoderma*, 57:423-442.
32. Nieuwenhuys, A; Kroonenberg, SB. 1994. Volcanic origin of Holocene beach ridges along the Caribbean coast of Costa Rica. *Marine Geology* 120: 13-26.
33. ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN (FAO/UNUD). 1968. Guía para la descripción de perfiles de suelos. Roma, Italia, 60 p.
34. Pattison, T.; et al. 2005 . Banana root and soil health project-Australia. *In* Turner, D. and Rosales, F. Eds. Banana Root System: towards a better understanding for its productive management. Proceedings of an international symposium held in San José, Costa Rica, 3-5 November 2003. Pp. 149-165.
35. Robinson, J. C. 1996. Bananas and plantains. Wallingford, UK, CAB Internacional. 237 p.
36. Rufyikiri, G.; Nootens, D.; Dufey, J.E.; Delvaux, B. 2000. Effect of aluminium on bananas (*Musa spp.*) cultivated in acid solutions. I. Plant growth and chemical composition. *Fruits*, 55(6):367-378.
37. Rufyikiri, G.; Nootens, D.; Dufey, J.E.; Delvaux, B. 2001. Effect of aluminium on bananas (*Musa spp.*) cultivated in acid solutions. II. Water and nutrient uptake. *Fruits*, 56(1):5-15.
38. Sánchez, P. 1981. Suelos del Trópico: características y manejo. Camacho, E. Trad. Instituto Interamericano de Cooperación Agrícola San José, CR. 660 p.
39. Sánchez, O. y Zuñiga, M. 2003. Costa Rica informe anual de estadísticas de exportación de banano. CORBANA S.A., San José, CR. 54 p.
40. Sección de Suelos y Drenajes. 1999. Estudio integral detallado de suelos, vigor, clima y productividad finca Bananera Siquirres. Corbana S.A., Siquirres, Limón, CR. 20 p
41. Sección de Suelos y Drenajes. 2001. Estudio integral detallado de suelos, vigor, clima y productividad finca Bananera Calinda. Corbana S.A., Guácimo, Limón, CR. 33 p
42. Secretaría de medio ambiental y recursos naturales. 2003. Especificaciones fertilidad, salinidad, clasificación de suelos, estudio muestreo y análisis. SMARN, Ciudad de México, MX. 85 p.
43. Serrano, E. y Marín DH. 1998. Disminución de la productividad bananera en Costa Rica. *CORBANA* 23(49):85-96.
44. Serrano, E. 2002. Diagnóstico físico-químico del suelo y su relación con el crecimiento del cultivo del banano en fincas con diferentes condiciones edafoclimáticas de la zona Caribe de Costa Rica. *In* Sandoval, J. Ed. Informe anual 2002, Dirección de Investigaciones, CORBANA, San José CR. P:113-117.
45. Serrano, E. 2005 a. Relationship between functional root content and banana yield in Costa Rica. *In* Turner, D. and Rosales, F. Eds. Banana Root System: towards a better understanding for its productive management. Proceedings of an international symposium held in San José, Costa Rica, 3-5 November 2003. Pp. 25-34.
46. Serrano, E. 2005 b. Banana soil acidification in the Caribbean coast of Costa Rica and its relationship with increased aluminium concentrations. *In* Turner, D. and Rosales, F. Eds. Banana Root System: towards a better understanding for its productive management. Proceedings of an international symposium held in San José, Costa Rica, 3-5 November 2003. Pp. 142-148.
47. Stoorvogel, J. y Eppink, GP. 1995. Atlas de la Zona Atlántica Norte de Costa Rica. Guápiles, CR. Programa Zona Atlántica (CATIE/UAV/MAG).
48. SOIL SURVEY STAFF. 1999. Soil Taxonomy a Basic System of Soil Classification for Making and Interpreting Soil Surveys. Second Edition, Natural Resources Conservation Service, Department of Agriculture, United States, Washington, USA. 392 p.
49. Soto, M. 1992. Banano cultivo y comercialización. 2^{ed}. San José, CR, Litiografía e imprenta LIL, S.A. Pp: 42-44
50. Thomas, G.W. 1982. Exchangeable cations. *In* Methods of soil analysis. Chemical and Microbiological properties. Ed. by A.L. Page, R.H. Miller, R. Keeney. 2 ed. Madison, Wis., American Society of Agronomy. Agronomy Series n^o. 9, pt.2, p. 159-165.
51. USDA. 1995. Soil survey laboratory methods manual. USA, USDA.
52. Vaquero, R. 2005. Soil physical properties and banana root growth. *In* Turner, D. and Rosales, F. Eds. Banana Root System: towards a better understanding for its productive management. Proceedings of an international symposium held in San José, Costa Rica, 3-5 November 2003. Pp. 125-131.
53. Vimpany, I.; Johns, G.; Atkinson I. 1991. Fertilising Bananas in New South Wales. *In* Bevan, P. Ed. Wollongbar Agricultural Institute, Wollongbar, AU. 22 p.

Cuadro 1. Área en producción y productividad de banano en cajas totales de 18,14 kg y cajas/ha/año en el período comprendido entre 1987-2002.

Año	Área en producción (ha)	Área en nueva acumulada sembrada después de 1987	Cajas de 18,14 kg exportadas (en millones)	Productividad en cajas/ha/año
1987	20987			2476
1988	22022	1035	56,60	2570
1989	24722	3735	67,52	2731
1990	28296	7309	74,14	2620
1991	33400	12413	80,56	2421
1992	38119	17132	91,36	2397
1993	49394	28407	101,06	2046
1994	52737	31750	103,34	1960
1995	52166		112,09	2149
1996	49191		106,60	2167
1997	49192		101,17	2057
1998	46968		115,83	2466
1999	48887		116,49	2385
2000	47982		104,05	2169
2001	44423		95,89	2158
2002	42182		88,88	2107

Fuente: Sánchez, O. y Zuñiga, M. 2003. Costa Rica, Informe anual de estadísticas de exportación de banano.

Cuadro 2. Indicadores físicos de suelo y referencias de las metodologías utilizadas en su medición.

Indicador	Referencias de metodologías
Descripción del perfil de la minicalicata	-FAO/PNUD, (1968) -Jaramillo y Vásquez (1990)
Textura	-Textura al tacto tomada en el campo por horizonte - Bouyoucos, (1951).
Drenaje	- Munsell soil color charts, (2000)
Estructura	- USDA (1995)
Densidad aparente, de partículas y porosidad	- Forsythe (1980)
Infiltración básica	- ILRI (1977)
Resistencia a la penetración	-Forsythe (1980)
Resistencia al corte tangencial	-Forsythe (1980)

Cuadro 3. Indicadores químicos de suelo y referencias de las metodologías utilizadas en su medición.

Indicador	Referencias de metodologías
-Nutrientes extraídos en Mehlich 3 (Ca, Mg, K, P, Fe, Cu, Zn, Mn)	Mehlich (1984)
-Materia orgánica total (Walkley and Black)	Nelson y Sommers (1982)
-pH in water (1:2.5)	McLean (1982)
Acidez y Aluminio intercambiables	Thomas (1982)
Geles amorfos de Al y Fe	Blakemore (1981)
Capacidad de intercambio catiónico	Chapman (1965)
Retención de fosfatos	Secretaría de medio ambiental y recursos naturales (2003)

Cuadro 4. Variables de vigor y producción de acuerdo a sitio bueno, medio y pobre

Tipo de vigor	Nº de manos	Circunferencia de pseudotallo (cm)	Altura de hijo (cm)
Bueno	8,70	90,0	250,9
Medio	7,45	76,7	201,5
Pobre	5,95	65,8	160,8

Cuadro 5. Clasificación taxonómica y agrológica para el cultivo del banano de 72 mini-calicatas.
Proyecto de calidad y salud de suelos de Costa Rica.

Zona	Vigor	Clasificación Taxonómica (USDA, 1999)	Clasificación actual/potencial para banano (Jaramillo y Vásquez, 1980)	Retención de fosfatos en horizonte diagno stí co (%)
Oeste	Bueno	Andic Dystrudepts (58%)	II s2	72
		Andic Eutrudepts (25%)	II s2	78
		Typic Hapludands (17%)	III(f1)/I	95
		(Fase profunda +120 cm)		
	Medio	Dystric Fluventic Eutrudepts(42%)	II s2	54
		Andic Dystrudepts (25%)	II s2	71
		Andic Eutrudepts (25%)	II s2	74
		Typic Hapludands (8%)	II s2	74
	Pobre	(Fase profunda +120 cm)	III(f1)/I	90
		Andic Dystrudepts (25%)	II s2	77
		Andic Eutrudepts (25%)	II s2	79
		Typic Hapludand (75%)	III(f1,s1,s2 are)	96
		(Fase poco profunda are -60 cm)		
Este	Bueno	Dystric Fluventic Eutrudepts(58%)	II s2	40
		Fluvaquentic Eutrudepts (42%)	III(d1)/II s2	49
	Medio	Dystric Fluventic Eutrudepts(58%)	II s2	40
		Fluvaquentic Eutrudepts (42%)	III(d1)/II s2	48
	Pobre	Fluvaquentic Eutrudepts (33%)	II s2	47
		Fluvaquentic Endoaquepts (67%)	V(d1)/III s2	58

s2: Limitación factor Textura
f1: Limitación factor Fertilidad
d1: Limitación factor Drenaje

Cuadro 6. Fuentes de fertilizantes nitrogenados aplicados en plantaciones bananeras ubicadas al este del río Reventazón.

Fertilizante nitrogenado	Kg de N/ha/año	Kg de fertilizante/ha/año	Índice de acidez fisiológica
Sulfato de amonio $[(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4]$	71,9	342,4	-112
Nitrato de amonio $(\text{NH}_4)_2\text{NO}_3$	130,0	388,1	-63
Urea $(\text{NH}_4)_2\text{CO}$	92,0	200,0	-84
Diamonio fosfato $[(\text{NH}_4)_2\text{HPO}_4]$	36,6	203,3	-74
Nitrato de amonio calcáreo	56,5	269,0	0
Total	387,0	1402,8	

Índice de acidez fisiológica = (-) kg CaCO_3 /100 kg de fertilizante

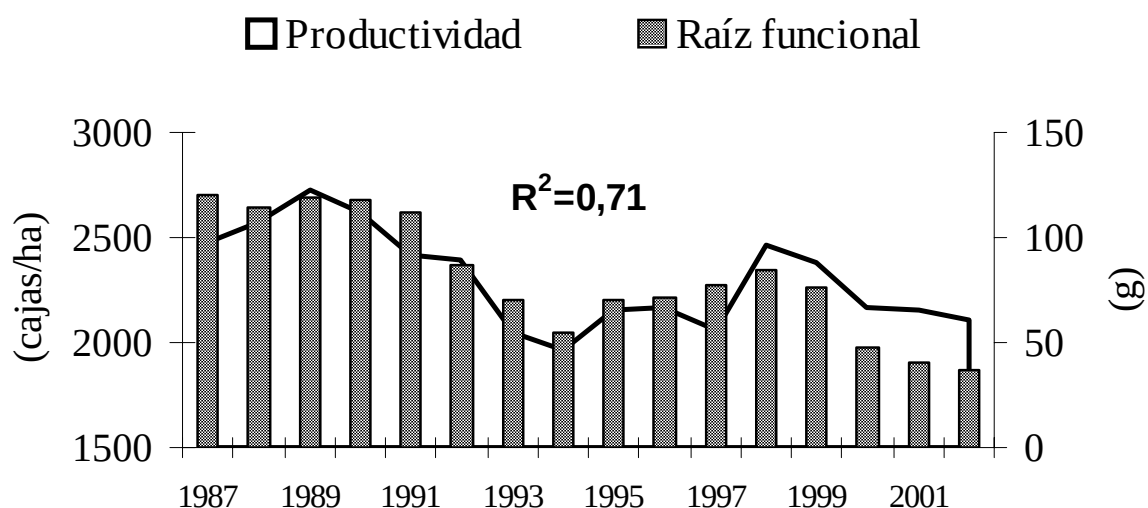


Fig 1. Relación entre raíz funcional y productividad en Costa Rica. 1987-2002

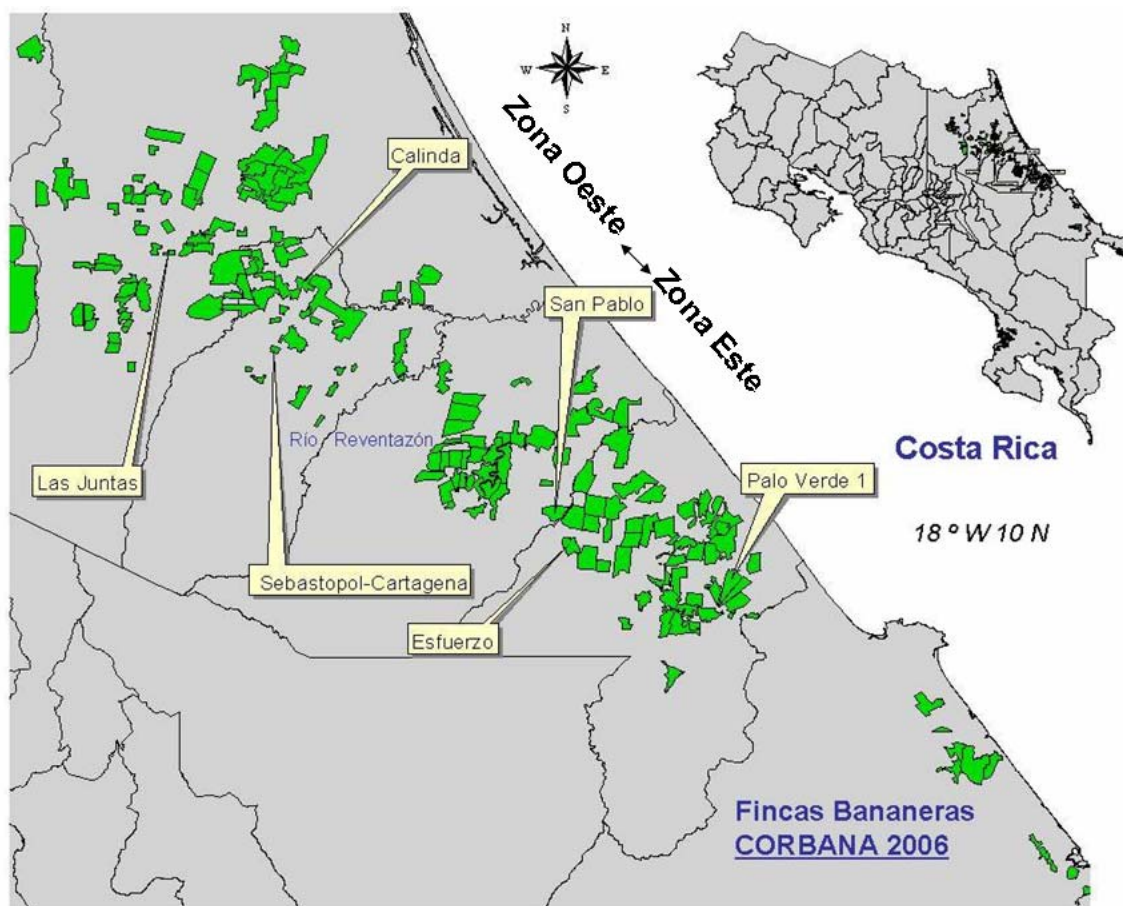


Fig 2. Ubicación de fincas bajo estudio con respecto a zona de producción.

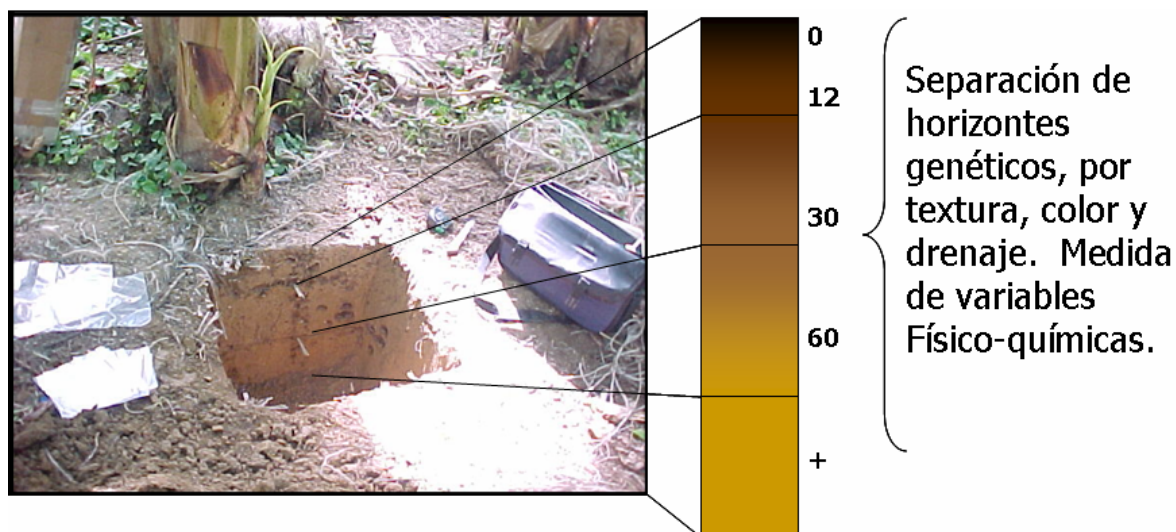


Fig 3. Minicalcata en ubicada en el área de influencia de la banda de fertilización

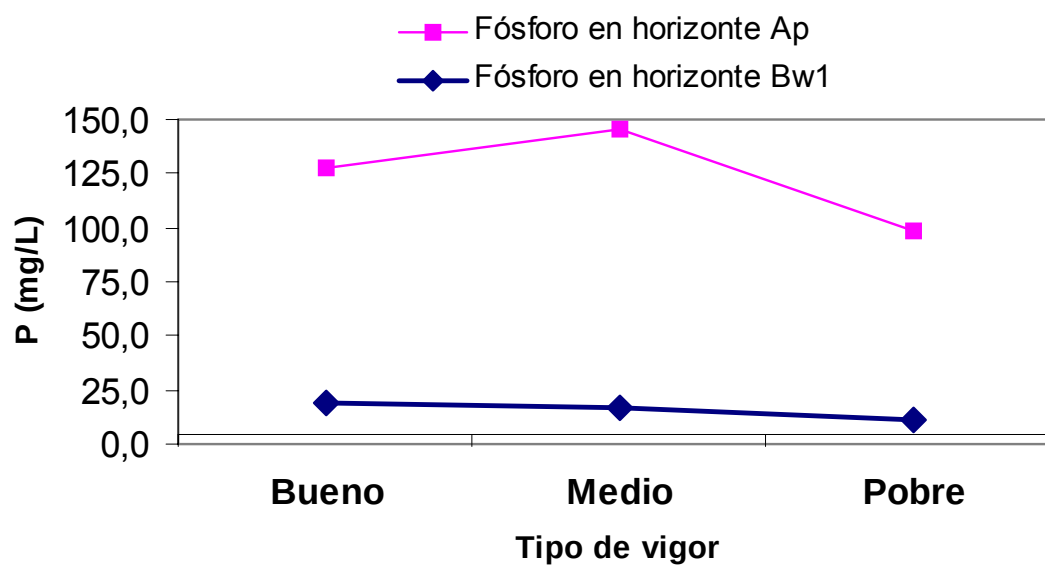


Fig. 4. Fósforo total de acuerdo al tipo de vigor en horizontes Ap y Bw1, Proyecto de Calidad y Salud de Suelos en Costa Rica.

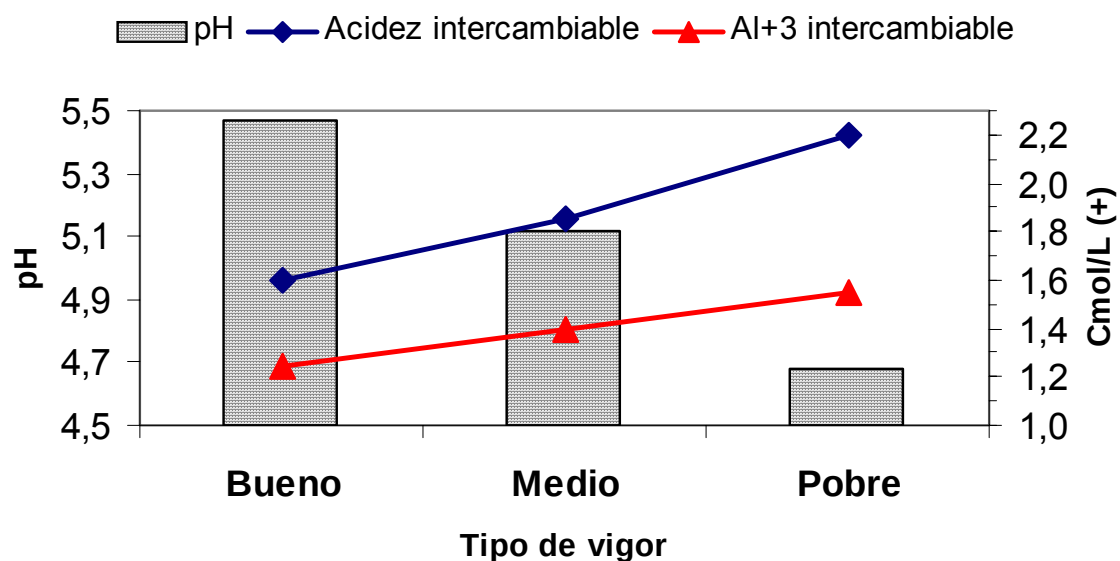


Fig 5. Relación del vigor con el pH, la acidez intercambiable y el aluminio intercambiable, Proyecto de Calidad y Salud del Suelo en Costa Rica

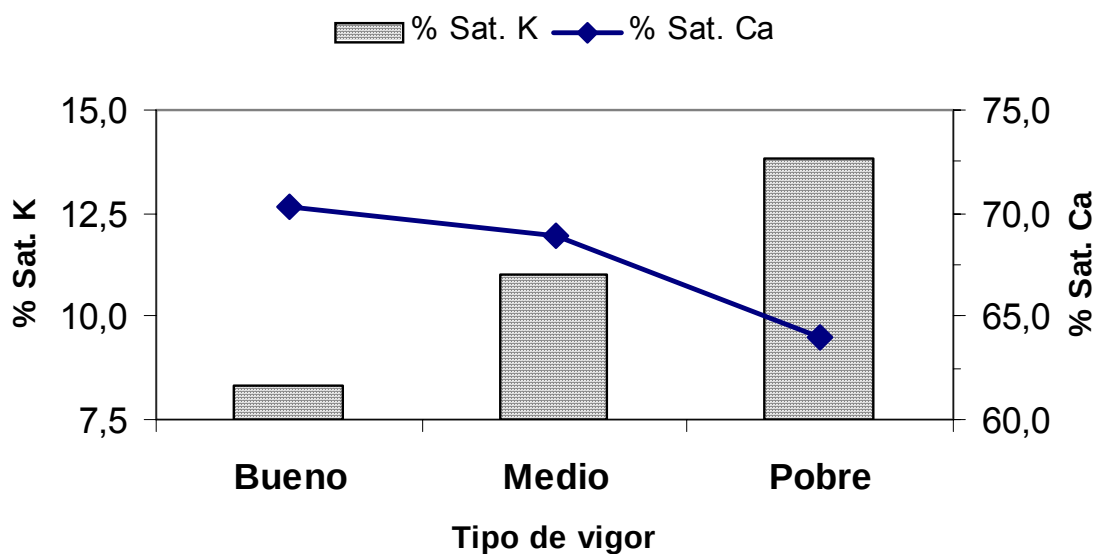


Fig 6. Relación del vigor con el % de sat. de K y el % de Sat. de Ca, Proyecto de Calidad y Salud del Suelo en Costa Rica.

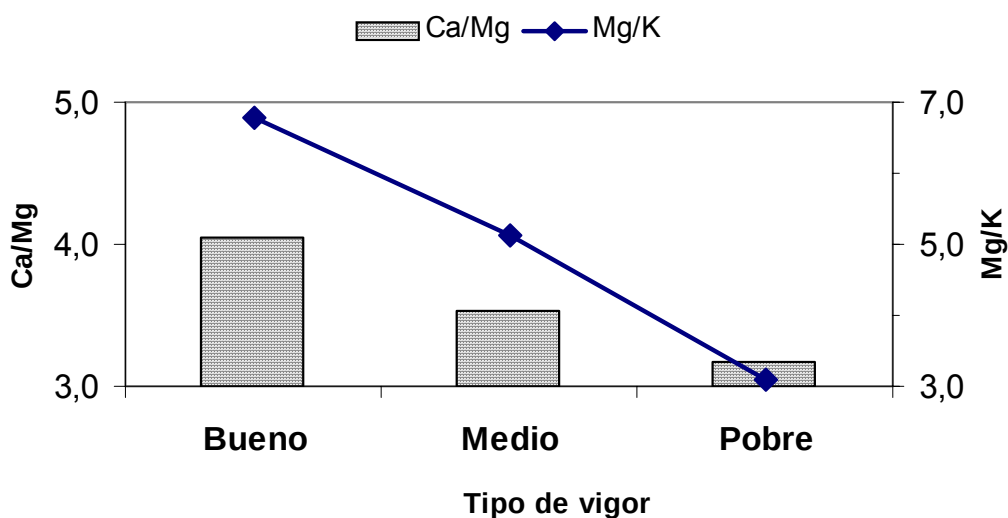


Fig. 7. Relación del vigor con los ratios Ca/Mg y Mg/K, Proyecto de Calidad y Salud del Suelo en Costa Rica.

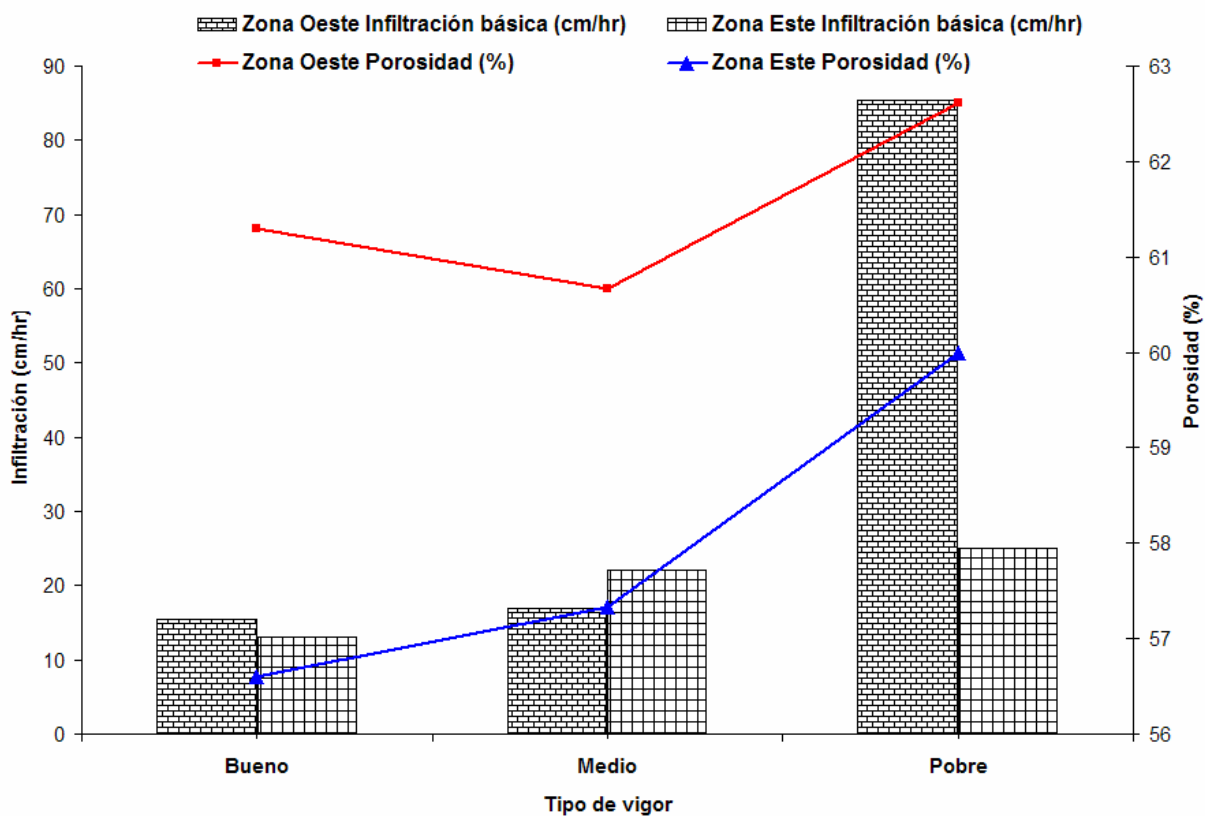


Fig. 8. Relación del vigor con el % de porosidad y la infiltración básica en las zonas Este y Oeste de las plantaciones de banano del Caribe de Costa Rica, Proyecto de Calidad y Salud del Suelo.

LA IMPORTANCIA DE LOS MICROORGANISMOS EN LA CALIDAD Y SALUD DE SUELOS

IMPORTANCE OF MICROORGANISMS FOR SOILS QUALITY AND HEALTH

Oscar Acuña¹; Wagner Peña¹; Edgardo Serrano²; Luis Pocasangre³; Franklin Rosales³; Eduardo Delgado³; Javier Trejos⁴ & Alvaro Segura²

¹Laboratorio de Bioquímica, Centro de Investigaciones Agronómicas – Universidad de Costa Rica. Apdo. 2060 San José, Costa Rica. acuna@cia.ucr.ac.cr; wpenac@cia.ucr.ac.cr; ²Dirección de Investigaciones, CORBANA. Apdo. 390-7210 Guápiles, Costa Rica. eserrano@corbana.co.cr asegura@corbana.co.cr; ³INIBAP/CATIE. Turrialba 7150, Costa Rica, inibap@catie.ac.cr;

⁴Escuela de Matemática Universidad de Costa Rica jtrejos@cariari.ucr.ac.cr

RESUMEN

La calidad del suelo no es fácil de conceptualizar, ya que la misma se define en función al uso y manejo del medio edáfico que favorece determinadas condiciones (suelos agrícolas, forestales, industriales, etc.); no obstante, debe de tomar en cuenta el equilibrio medioambiental y las funciones básicas del suelo: filtración, productividad y degradación (Doran *et al.* 1994.; Blum, 1998). Desde un punto de vista sostenible y de salud para el agroecosistema, debe definir la capacidad del medio para mantener su productividad biológica, su calidad ambiental, promoviendo además la salud de animales, plantas y hasta del propio ser humano (Doran y Parkin, 1994). Así, los parámetros microbiológicos aportan información relativa a la actividad metabólica que se haya en el suelo, pues son los que mantienen una mayor sensibilidad frente a procesos no deseables tales como la contaminación o el mal manejo. Es por ello que los efectos de prácticas agrícolas, así como los producidos por fertilizantes y sistemas de cultivo, pueden ser evaluados a partir de las determinaciones de la biomasa microbiana, su actividad metabólica y el conteo de las poblaciones microbianas más importantes de la microflora del suelo. Dentro del proyecto de *calidad y salud de suelos bananeros en Costa Rica*, ejecutado por el equipo investigador de la UCR, CATIE, INIBAP y CORBANA, financiado por FONTAGRO, se realizaron varias investigaciones con el objetivo de determinar el estado actual de la microbiología, la química y física de los suelos en seis fincas comerciales de banano de la zona atlántica de Costa Rica. En el presente trabajo se estudió el efecto de los indicadores bioquímicos más comunes, biomasa y respiración microbiana del suelo, recuento de poblaciones microbianas y los índices de mineralización y cociente metabólico, éstos últimos derivados de las relaciones de dichas propiedades biológicas y bioquímicas. Dicho estudio relaciona estas variables sobre parámetros de vigor de plantaciones bananeras, observándose en primera instancia un comportamiento normal, en donde los suelos con plantaciones de mayor vigor o productividad son los que presentaron mayores poblaciones de microorganismos y una actividad metabólica más eficiente con respecto a los demás suelos de las fincas estudiadas; además, tras las correlaciones existentes se llega a determinar que en los suelos de mayor contenido en materia orgánica la mineralización es menor, posiblemente debido a la acumulación del sustrato orgánico y el carácter recalcitrante del mismo que favorece la inmovilización de elementos esenciales, resultado del uso y manejo convencional de la unidad productiva, lo que hace que estas propiedades sean buenos parámetros para evaluar la calidad y salud de los suelos bananeros.

Palabras clave: Parámetros bioquímicos, indicadores microbiológicos, índice de mineralización, actividad microbiana, materia orgánica, suelos Costa Rica.

SUMMARY

Soil quality is not easy to conceptualize, as it defines itself in terms of the use and management of its edaphic medium which favors certain conditions (agriculture, forest, industrial soils, etc.). However, it should also consider the environmental balance and basic soil functions: filtration, productivity and degradation (Doran *et al.* 1994.; Blum, 1998). From a sustainable and agroecosystem health standpoint, it should define the environment's capacity to maintain its biological productivity and environmental quality, besides promoting animals, plants and even man's health (Doran y Parkin, 1994). Consequently, microbiological parameters offer information related to metabolic activity that occurs in the soil as they keep a higher sensitivity against undesirable processes such as contamination or bad management. That is why agriculture practice effects as those caused by fertilizers and crop systems can be evaluated considering microbial biomass estimations, metabolic activity and counts of most important microbial populations of soil's microflora. Within the banana soils

quality and health Project, financed by FONTAGRO and executed by INIBAP with the support of a research team from the University of Costa Rica, CATIE, INIBAP and CORBANA, several investigations have been conducted to determine current microbiological, chemical and physical state of soils in six commercial banana farms located in the Atlantic region of Costa Rica. The purpose of this work was to study the effect of most common biochemistry indicators, biomass and soil microbial respiration, microbial population counts and mineralization and metabolic quotient indexes. These latter were derived from relationships between the biological and biochemistry properties mentioned above. The present research relates these parameters to banana plantations vigor parameters, observing in the first place, a normal behavior where soils with higher vigor or productivity plantations show higher microorganism populations and more efficient metabolic activity in regards to soils from remaining farms under study. Furthermore, after conducting all correlations, it is possible to determine that in soils with higher organic matter content, mineralization is lower probably due to organic substrate accumulation and its recalcitrant character which favors immobilization of essential elements. This is the result of conventional use and management of the productive unit which turns these properties into good parameters to evaluate banana soils quality and health.

Keywords: biochemistry parameters, microbiological indicators, mineralization index, microbial activity, organic matter, soils Costa Rica.

INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la producción agrícola presentó una gran evolución con la aplicación creciente de fertilizantes minerales y productos químicos, lo que se reflejó en un incremento ininterrumpido de los rendimientos agrícolas. A través de los años, para mantener ese potencial productivo, los cultivos requerían de una aplicación masiva de diversos insumos químicos, lo que empezó a generar, junto con su efecto positivo, una serie de condiciones y factores negativos en los agroecosistemas actuales, por lo que en muchos suelos agrícolas se observaron acumulaciones importantes de nitratos, nitritos, pesticidas y otras combinaciones ecológicamente dañinas.

Una de las principales causas de que no se hayan detenido a tiempo los procesos negativos en la agricultura intensiva, lo fue el desconocimiento de las implicaciones en el uso excesivo de los insumos y al poco estudio de su efecto sobre la microflora del suelo y sobre los procesos biológicos que condicionan la fertilidad de los mismos. El efecto final fue una destrucción sustancial de las asociaciones microbianas y su actividad funcional o bioquímica.

En la actualidad, los factores biológicos se han convertido en criterios importantes para valorar el manejo de los suelos, de tal forma que se crea la necesidad de orientar la producción agrícola hacia nuevas tecnologías fundamentadas en la recuperación de los suelos mediante un manejo agroecológico sostenido.

La fertilidad de un suelo se define como su capacidad para proporcionar a las plantas un medio físico, que permita su establecimiento y desarrollo y suministre, en cantidad y forma adecuada, los nutrientes que necesitan para satisfacer sus necesidades durante toda su existencia. Las propiedades químicas, físicas, biológicas y climáticas que actúan normalmente en interacción, son las que identifican la fertilidad de los suelos. Entre estos factores, quizás los componentes biológicos sean los últimos que se han tomado en cuenta en investigación y producción de los cultivos, además hoy se acepta que la actividad de los microorganismos no solo es un factor clave en la fertilidad del suelo, sino que también lo es en la estabilidad y funcionamiento de ecosistemas naturales como los agroecosistemas (Trasar *et al.*, 2000).

Como es bien conocido, las partículas minerales y orgánicas del suelo se asocian para formar agregados, constituyendo un entramado de materia que queda inmerso en las llamadas fases gaseosa (la atmósfera del suelo) y fase líquida (la solución acuosa del suelo), que en conjunto es un hábitat favorable para los microorganismos. Tanto en la superficie de las partículas, como en el interior de los agregados, o bien asociados a las raíces de las plantas, se ha detectado una amplia variedad de microorganismos. Entre éstos se incluyen bacterias, hongos, algas y protozoos, además de virus, cuyas cifras indican decenas de millones de microorganismos viables, muchos de ellos cultivables por gramo de suelo. Sin embargo, la disponibilidad de nutrientes asimilables y particularmente la de sustratos carbonados metabolizables (materia orgánica lábil), limita la actividad de la microbiota.

La función de los microorganismos en el suelo, especialmente la de algunos grupos definidos, puede ser manipulada para permitir que determinadas actividades microbianas, bioquímicas y enzimáticas se expresen de forma eficaz, de allí que pueden jugar un papel preponderante como indicadores de calidad y salud de los suelos.

LOS MICROORGANISMOS DEL SUELO

La importancia de los microorganismos en ambientes naturales deriva de su cantidad, diversidad y, sobre todo, de su gran espectro de actividades que, en la mayoría de los casos, repercuten en los seres superiores con los cuales comparte un determinado hábitat. Concretamente en el suelo, los microorganismos desarrollan una amplia gama de acciones que inciden en el desarrollo y nutrición vegetal. Sin embargo, el nivel de actividad de las poblaciones microbianas de diversos suelos es muy bajo, salvo en el microhábitat donde haya una suficiente cantidad de fuente de carbono metabolizable (C-lábil). Cuando se introducen plantas en el sistema, la situación de los microbios cambia drásticamente, ya que las plantas son las principales suministradoras de sustratos energéticos al suelo, de los que los microorganismos se aprovechan cuando se encuentran en la zona próxima a la raíz y proliferan en ella (Barea y Olivares, 1998).

La rizosfera fue definida por Hiltner (1904) como "la zona alrededor de las raíces de las plantas, donde se estimula el crecimiento de las bacterias", según cita de Box y Hammond (1990). Esta definición se ha ido ampliando a través del tiempo (Ferrera -Cerrato, 1989; Campbell y Greaves, 1990 y Hund, 1990), reconociéndose en la actualidad varias zonas, por ejemplo la ectorizosfera (zona alrededor de la raíz). El incremento de la actividad microbiana en la rizosfera, ejercido por el suministro de compuestos orgánicos que aportan los exudados radicales y otros materiales, recibe el nombre de *efecto rizosférico*, que puede afectar positiva o negativamente la actividad microbiana del medio edáfico.

Los tipos de exudados que frecuentemente se encuentran son: carbohidratos del tipo de los monosacáridos, di, tri y oligosacáridos. Como exudados importantes también se encuentran factores del crecimiento como la tiamina, niacina, colina, inositol, piridoxina, ácido *N*-metil nicotínico, etc., que son necesarios para el desarrollo tanto de hongos, bacterias, actinomicetos y algas como para la microfauna (protozoos, nemátodos e insectos) (Ferrera- Cerrato y Pérez-Moreno, 1995). Los cambios de pH en la rizosfera también afectan a las poblaciones microbianas, en algunas ocasiones basta con inducir cambios en la acidez del medio a través del manejo mecánico, químico, físico o el uso de la tierra para favorecer algunos grupos microbianos, que pueden resultar benéfico o dañino a la plantación.

Existen una gama de compuestos que inducen cambios de pH en la raíz, entre ellos los agroquímicos utilizados comúnmente en una finca agrícola, además de compuestos químicos naturales como los ácidos orgánicos que forman parte del *Ciclo de Krebs*, tales son el ácido cítrico, ácido acético y málico (Alexander, 1980). Se encuentran también otros compuestos como son los nucleótidos (adenina, guanina, uridina y citocina), flavomonas y enzimas (fosfatasa, invertasa, amilasas, proteasas), así como hormonas vegetales (auxinas, citoquininas, ácido giberélico, etc.) y otros importantes para la actividad microbiana en la rizosfera. ya que ayudan a formar quelatos asociados con poblaciones microbianas y nutrientes del suelo, aunque también participan en la inmovilización de elementos esenciales.

En resumen, los compuestos químicos que exudan las raíces modifican las poblaciones de bacterias, hongos y actinomicetos y provocan cambios en los protozoos y algas. Los estudios cualitativos revelan cierto efecto selectivo en el sistema radical, al encontrarse una estimulación preferencial sobre los microorganismos *Gran negativos*, no esporulados. Los géneros frecuentemente encontrados son *Pseudomonas*, *Arthrobacter*, *Agrobacterium*, *Azotobacter*, *Mycobacterium* etc. (Ferrera-Cerrato y Pérez- Moreno, 1995).

Desde el punto de vista de sus relaciones con las plantas, los microorganismos del suelo se dividen en tres grandes grupos: a) saprofitos, que utilizan compuestos orgánicos procedentes de residuos de animales, vegetales o microbianos; b) simbioses parasíticas o "patógenos", causantes de enfermedades a las plantas; c) simbioses, los cuales benefician el desarrollo y nutrición vegetal. Entre los beneficios para el sistema suelo-planta, pueden citarse los siguientes:

- ✓ Estimulación de la germinación de las semillas y del enraizamiento.
- ✓ Incremento en el suministro y disponibilidad de nutrientes
- ✓ Mejora de la estructura del suelo como consecuencia de la contribución microbiana en la formación de agregados estables.
- ✓ Protección de la planta frente a estrés hídrico y abiótico

La fuente de dichos beneficios en general es atribuible a las colonias bacterianas y actinomicetos, relacionados con la mineralización del sustrato orgánico y procesos metabólicos y fisiológicos en la rizosfera. Así las bacterias rizosféricas, conocidas en la literatura como *PGPR* (del inglés "Plant Growth Promoting Rhizobacteria"), desempeñan funciones importantes para la planta (solubilización de fosfatos, fijación de nitrógeno y control biológico de patógenos), al facilitar la

emergencia o el enraizamiento; además, se conoce que bacterias fijadoras de nitrógeno y hongos micorrizógenos son los componentes más destacados entre los simbioses mutualistas. Los hongos de tipo micorriza arbusculares (VAM), una vez que colonizan la raíz desarrollan un micelio externo que la conecta con los variados microhábitas del suelo, permitiendo una mayor disponibilidad de nutrientes (fósforo y nitrógeno fundamentalmente), protección frente a estreses bióticos y abióticos. Las bacterias fijadoras de nitrógeno (*Rhizobium*, *Frankia* y de vida libre) efectúan su función en la rizosfera de las plantas a las cuales les incorporan altas cantidades de nitrógeno.

LA IMPORTANCIA DE LOS MICROORGANISMOS COMO INDICADORES DE LA CALIDAD DE SUELOS

La fertilidad y el funcionamiento de los suelos dependen en una gran proporción de las propiedades bioquímicas y microbiológicas, ya que son muy importantes para definir las principales funciones edáficas: productiva, filtrante y degradativa. Por lo tanto, la actividad biológica y bioquímica del suelo es de importancia capital en el mantenimiento de la fertilidad de los hábitat terrestres y consecuentemente del funcionamiento de los ecosistemas forestales y agrícolas.

Indicadores microbiológicos y bioquímicos

Bacterias:

Expresa el número de unidades formadoras de colonias por gramo de suelo. Es un indicador que refleja la población potencial de las bacterias en un determinado suelo, especialmente aquellas que ocupan diferentes nichos o habitats en forma saprofítica. La función básica de las bacterias es la descomposición y mineralización de los residuos orgánicos, de donde obtienen su fuente energética y alimenticia. Mediante su metabolismo liberan al medio sustancias como enzimas, proteínas, reguladores de crecimiento, metabolitos y algunos nutrientes. Los beneficios de las bacterias para los cultivos se relacionan con un incremento en la cantidad de raíces y un aporte importante de elementos básicos para el desarrollo y producción.

El número de bacterias tiene una estrecha relación con algunas propiedades físicas del suelo, como la textura, estructura, porosidad, aireación y retención de humedad, ya que su actividad se beneficia con una mayor disponibilidad de oxígeno, principalmente en aquellos suelos con poca compactación y sin excesos de agua.

Dentro de las propiedades químicas que favorece la actividad de las bacterias se encuentra un pH cercano a la neutralidad, una baja acidez, altos contenidos de materia orgánica y alta disponibilidad de algunos elementos necesarios para su metabolismo, como N, Ca y Mg.

También es importante tomar en cuenta los factores que pueden afectar negativamente las poblaciones de bacterias, dentro de éstos está la presencia de otros organismos antagónicos y de sustancias contaminantes en el suelo, así como la aplicación de agroquímicos.

Hongos:

Es un indicador que refleja la población potencial de los hongos en un determinado suelo (unidades formadoras de colonias por gramo del sustrato), especialmente aquellos que ocupan diferentes nichos o habitats en forma saprofítica.

La función básica de los hongos es la descomposición y mineralización de los residuos orgánicos frescos o recién incorporados al suelo, por esto se les conoce como descomponedores primarios que mediante su metabolismo libera gran cantidad de enzimas capaces de destruir compuestos de estructuras complejas, para así obtener su fuente energética y alimenticia. Además liberan al medio proteínas, reguladores de crecimiento, metabolitos y algunos nutrientes.

Los beneficios de los hongos para los cultivos se relacionan con un incremento en la cantidad de raíces, una protección al ataque de fitopatógenos y un aporte importante de elementos básicos para el desarrollo y producción.

Al igual que las bacterias y actinomicetos, la disponibilidad de oxígeno en el medio es importante, ya que el número de hongos del suelo tiene una estrecha relación con propiedades físicas relacionadas con la función filtrante del suelo: textura, estructura, porosidad, aireación y retención de humedad. En cuanto a parámetros químicos, se favorece la actividad de los hongos a un pH del suelo medianamente ácido, una acidez intercambiable intermedia, altos contenidos de materia orgánica y alta disponibilidad de elementos esenciales. Organismos antagónicos y sustancias contaminantes son factores que también afectan la actividad de los hongos en el suelo.

Biomasa microbiana

La biomasa microbiana es el componente más activo del suelo, forma parte del “pool” de la materia orgánica y cumple una función muy importante en el humus, ya que interviene en los procesos de mineralización de nutrientes (Duchaufour, 1984), una vez muertos ponen a disposición de otros microorganismos y de las plantas los nutrientes contenidos en los restos microbianos (Jenkinson y Ladd, 1981) y, por otro lado, también participan en la inmovilización. Así, los ciclos de algunos nutrientes mayoritarios, como el carbono, demuestran que la biomasa microbiana es clave en la dinámica de los nutrientes esenciales en el sistema edáfico; por ello, algunos autores afirman que la biomasa microbiana y su actividad en el suelo puede ser empleada como índice de comparación entre sistemas naturales o como indicador de las variaciones sufridas en el equilibrio de un suelo debido a la presencia de agentes nocivos o su manejo productivo (Doran *et al.*, 1994). Es decir, que los parámetros microbiológicos, y por lo tanto bioquímicos, sirven para indicar posibles cambios netos en el equilibrio del suelo que no podrían detectarse con métodos tradicionales (Brookes, 1985; Doran *et al.*, 1994; García y Hernández, 2000).

Algunos autores (Nannipieri, 1984; Brookes, 1985; Doran *et al.*, 1994) recomiendan indicadores sencillos de medir y de interpretar. Los más comunes que se utilizan son, entre otros, la biomasa microbiana, la respiración del suelo y las relaciones con la materia orgánica y el estado fisiológico del suelo, donde se ve involucrada la energía en los procesos orgánicos. En cuanto a la biomasa microbiana, este indicador expresa la cantidad de microflora presente en el suelo a través de la extracción del carbono microbiano. El mismo se ve afectado por la agroclimatología que sufren las muestras *in situ*, es decir la humedad, el calor, la biodiversidad de residuos orgánicos al ecosistema y por sustancias agresivas a la actividad microbiana.

Respiración microbiana

La actividad microbiana del suelo puede ser estimada indirectamente en la determinación de la respiración basal. Esta consiste en determinar la producción de O_2 en el medio o bien la concentración de CO_2 desprendido (función de la actividad biológica y del contenido del suelo en carbono orgánico fácilmente mineralizable), mediante la técnica de incubación estática que captura el producto de mineralización en una solución alcalina durante un periodo de tiempo bajo condiciones ambientales óptimas (Alef y Nannipieri, 1995; García *et al.*, 2003).

Comúnmente se analiza la tasa de evolución de CO_2 proveniente de la mineralización del sustrato orgánico del suelo. El flujo de CO_2 teóricamente representa una medición integrada de la respiración de raíces, respiración de la fauna del suelo y la mineralización del carbono desde las diferentes fracciones de la materia orgánica del suelo y del mantillo. Las mediciones también proveen una indicación sensitiva de la respuesta de la actividad microbiana a variaciones de temperatura y humedad, los efectos de humedecimiento – secado, la aplicación de agroquímicos o elementos metálicos, la exudación de sustancias supresoras y el manejo del medio, entre otros (García *et al.*, 2003; Peña, 2004).

A pesar de sus limitaciones, la respiración continúa siendo el método más popular que se usa como indicador de la actividad microbiana y de la descomposición de sustratos específicos del suelo. Estos parámetros indican de manera fehaciente la mineralización que ocurre en el sustrato orgánico del suelo y son indicadores de la calidad de la materia orgánica y salud del suelo.

Tras el análisis de la biomasa microbiana y la respiración del suelo, se recomienda estudiar la “cinética de mineralización del carbono”, que se realiza a través de la velocidad a la que se reduce la proporción del carbono residual (materia orgánica del suelo) durante el periodo de incubación, siguiendo una cinética de primer orden. También se calcula el *índice de mineralización*, que es la proporción estimada de CO_2 en función al C-total del suelo (%), y el *cociente metabólico* (Anderson y Domsch, 1993) o índice de qCO_2 ($\mu g \cdot mg^{-1} h^{-1}$), que relaciona la actividad a través de la respiración microbiana ($\mu g C-CO_2$) y la cantidad de biomasa microbiana (mg C-biomasa) por unidad de tiempo (hora); éste fue descrito por primera vez por Anderson y Domsch (1985) como un índice sencillo de la actividad biológica del suelo; está basado en la hipótesis de la optimización energética de los ecosistemas, derivada de la teoría ecológica de Odum (1985) sobre la sucesión de los ecosistemas y la eficiencia metabólica de la microflora edáfica. Así, en ecosistemas jóvenes (inmaduros) el valor de qCO_2 debe ser elevado y es bajo al referirse a ecosistemas maduros; es decir, la relación entre la respiración total y la biomasa total de un ecosistema debe disminuir progresivamente a medida que el ecosistema alcanza el estado de equilibrio o de estabilidad (Doran *et al.*, 1994), salvo que las condiciones sean adversas para el buen funcionamiento del mismo.

ESTUDIO SOBRE EL EFECTO DE INDICADORES MICROBIOLÓGICOS EN PLANTACIONES BANANERAS

En los suelos bajo producción de bananos en Costa Rica, la actividad microbiológica como indicador de la calidad de los suelos y las propiedades bioquímicas de la misma han sido mucho menos estudiadas que los parámetros físicos o químicos. La actividad metabólica de los microorganismos es la responsable de procesos tan importantes como los de mineralización y humificación de la materia orgánica, los cuales incidirán a su vez sobre otra serie de procesos donde intervienen algunos elementos fundamentales, así como todas las transformaciones en las que interviene la propia biomasa microbiana del suelo.

El funcionamiento de los suelos depende en una gran proporción de las propiedades bioquímicas (Doran *et al.*, 1994), ya que de ellos depende el estado de las principales funciones edáficas; es decir la capacidad de un suelo en producir, filtrar sustancias (debido a una buena estructura y textura del suelo) y degradar compuestos orgánicos de forma eficiente. Por lo tanto, la actividad biológica y bioquímica del suelo es de importancia capital en el mantenimiento de la fertilidad de los hábitats terrestres y, consecuentemente, del funcionamiento de los agroecosistemas.

En los suelos de áreas de producción agrícola en Costa Rica, sobre todo en zonas de bananeras, las propiedades biológicas y bioquímicas han sido muy poco estudiadas, mucho menos que las propiedades físicas y químicas. En la bibliografía no se registra una información detallada que explique el funcionamiento del ecosistema de estos suelos desde el punto de vista microbiológico.

En el país existen áreas bananeras en donde los suelos se caracterizan por su diversa productividad o vigor, ya que algunas plantaciones comercialmente son mejores que otras. Para medir el funcionamiento productivo de estos suelos bananeros, desde el punto de vista de su equilibrio bioquímico y microbiológico, en este trabajo se estudia, además del contenido total de la materia orgánica y el grado de pH, la biomasa microbiana, su actividad respiratoria en los suelos y el conteo de poblaciones microbianas, agrupando los suelos de cada finca bananera según el vigor o productividad de la plantación que sobre ellos se desarrolla.

MATERIALES Y MÉTODOS

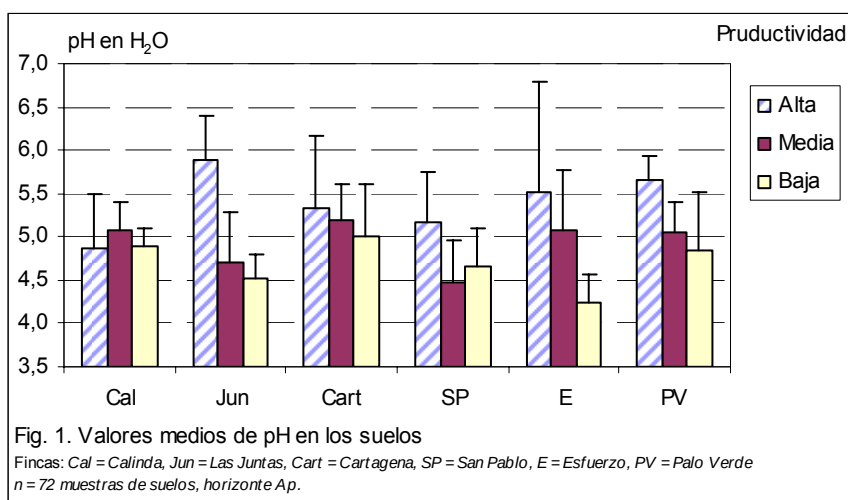
En los suelos de seis fincas agrícolas dedicadas a la explotación del banano, localizadas al Este y Oeste del Río Reventazón (provincia de Limón, Costa Rica), se ubicaron y recolectaron 72 muestras del horizonte superficial (0-20 cm de profundidad) de los suelos con alta, mediana y baja productividad o vigor de la plantación (12 muestras de suelos en 5 has de cada finca bananera). Para determinar esta característica de la plantación, especialistas de CORBANA tomaron en cuenta el número de manos por racimo, el diámetro del pseudotallo y el número de cajas por hectárea, según el historial de las fincas estudiadas. Las muestras de suelos fueron cuidadosamente transportadas al Laboratorio de Bioquímica del Centro de Investigaciones Agronómicas (CIA-UCR), donde se tamizaron en húmedo por 4 mm y se les determinó la cantidad de biomasa microbiana, la mineralización del carbono a través de la respiración basal del suelo y el recuento de las poblaciones microbianas, así como el cálculo del índice de mineralización y el cociente metabólico. Además de éstos, en el Laboratorio de Investigaciones de CORBANA se analizaron propiedades físicas y químicas, pero solo se toman en cuenta el pH y la cantidad de materia orgánica (Page *et al.*, 1982), que son factores que influyen en la actividad microbiana.

La biomasa microbiana es analizada por la técnica de fumigación-extracción (Vance *et al.*, 1987), donde se provoca la muerte de la microbiota del suelo con cloroformo y se realiza la extracción del carbono liberado con K_2SO_4 ; la determinación se efectúa con *Sal de Mohr* y dicromato potásico en medio ácido y se compara con muestras no fumigadas (García *et al.*, 2003). Para la respiración microbiana, el análisis se realiza mediante la técnica de Incubación estática donde se analiza la concentración de CO_2 desprendido (función de la actividad biológica y del contenido del suelo en carbono orgánico fácilmente mineralizable), que es capturado en una solución alcalina (NaOH 0,1N.) durante 10 días de incubación bajo condiciones ambientales óptimas (Alef y Nannipieri, 1995). El recuento de las poblaciones microbianas se realizó mediante la técnica del conteo en placas *Petri* o Unidades Formadoras de Colonias (u.f.c.).

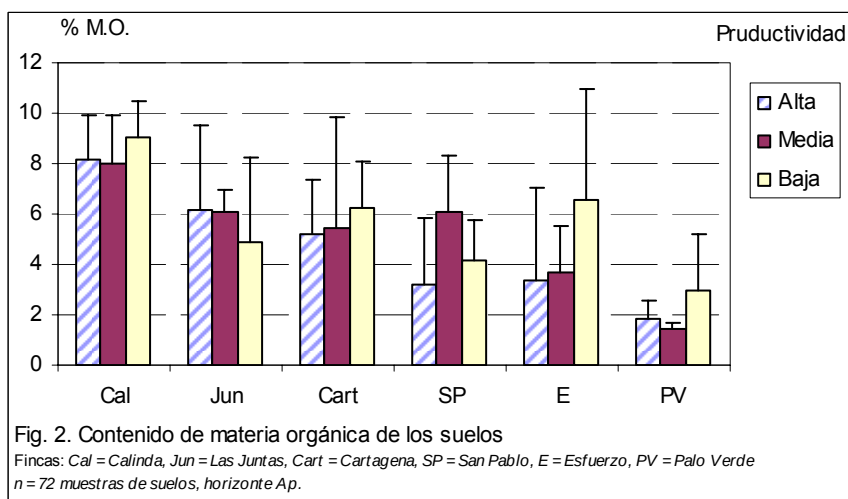
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los suelos estudiados presentan niveles de pH muy variables, entre 4 y 7, aunque suele repetirse a menudo valores de pH 5. En la mayoría de los suelos con alta productividad o vigor de la plantación bananera, los valores medios son mayores que los encontrados en los demás suelos, salvo los que presenta la finca Calinda (**Fig. 1**). Es normal que los suelos de estas fincas presenten

una acidez media, ya que al ser de formación aluvial y por el uso intensivo de agroquímicos en la plantación, la rizosfera tiende a acidificarse.

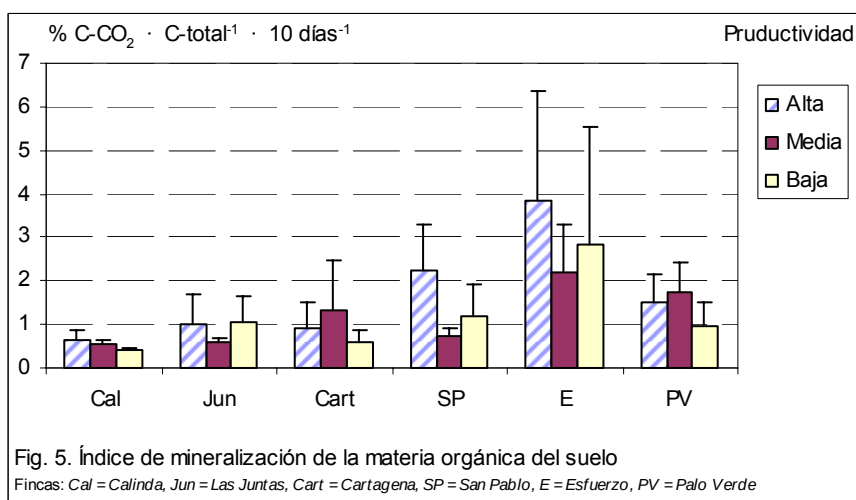
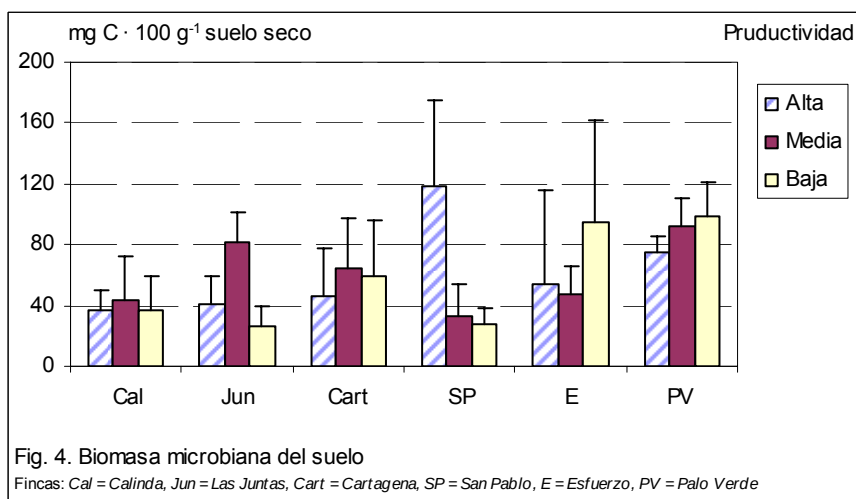
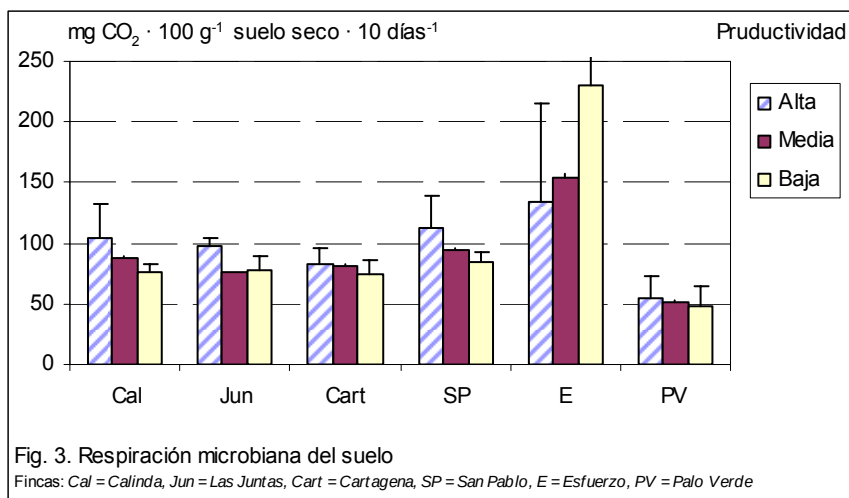


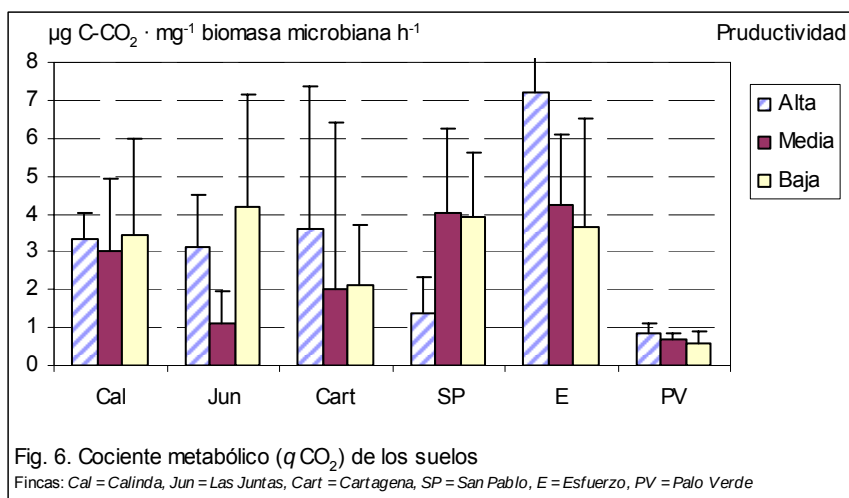
Si se observan los valores de materia orgánica, que igualmente es muy variable (entre 1 y 12 % M.O.), se esperaría que fuesen contenidos bajos. No obstante, solamente los suelos de la finca Palo Verde presentan los menores contenidos, caso contrario sucede con los de Calinda, donde se presentan los de mayor (**Fig. 2**). Esta situación podría reflejar la acumulación del carbono orgánico en los suelos, además de la inmovilización de nutrientes esenciales tal como el nitrógeno.



En finca Calinda, situada en la zona al Oeste del Río Reventazón, a pesar de haber un mayor contenido en materia orgánica y aceptable cantidad de respiración durante una incubación, hay poca población microbiana, lo que se traduce en menor mineralización de la materia orgánica; es decir, menor actividad microbiana en función al contenido de sustrato orgánico en los suelos. Caso contrario a la finca Palo Verde, situada al Este del Río Reventazón (**Fig. 3, 4, 5**).

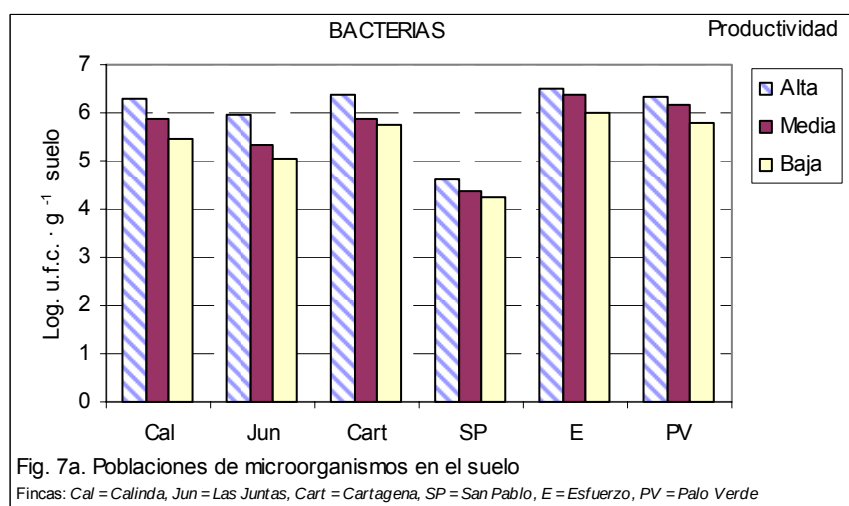
La misma tendencia se observa con el cociente metabólico (qCO_2), los valores de los suelos de finca Palo Verde son menores a los demás suelos estudiados, hay un mejor equilibrio fisiológico y ambiental. En finca El esfuerzo, fue donde los suelos resultaron con mayor estrés microbiano, ya que los valores del qCO_2 son mayores que los demás suelos, lo que implica que en esta finca bananera posiblemente presente un medio edáfico más inmaduro y difícil de mantener su calida y salud en el tiempo (**Fig. 6**).

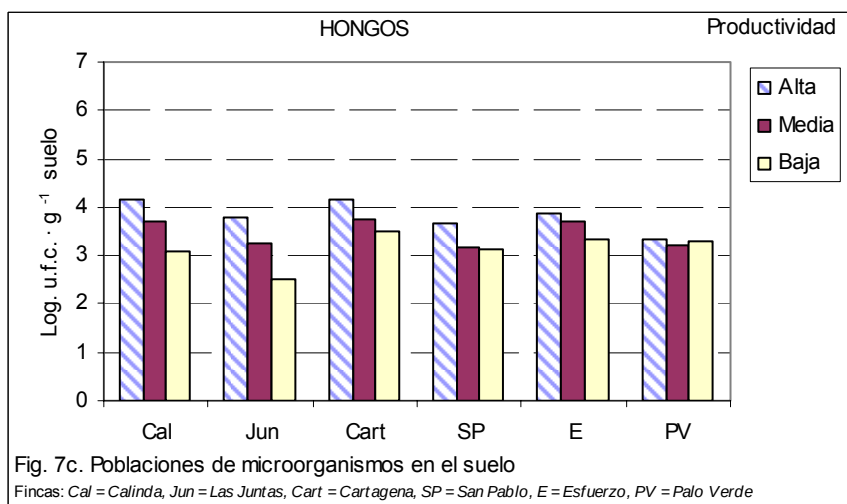
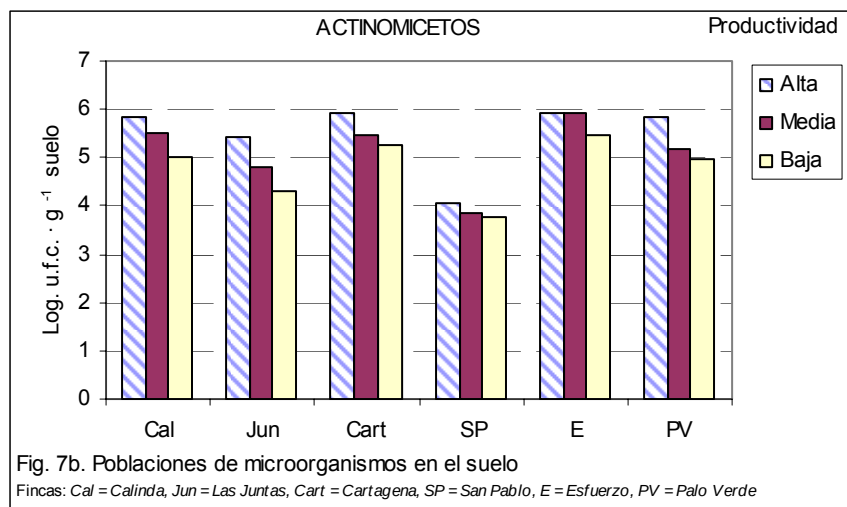




Los valores de colonias de bacterias y actinomicetos en los suelos resultaron ser mayores que los de hongos, posiblemente porque son microorganismos participantes de la nitrificación y amonificación necesaria para la biota del suelo (**Fig. 7**). Esto debería estar relacionado con el grado de acidez y el material orgánico en el medio, sin embargo los resultados de estos parámetros no guardan relaciones significativas, lo que implica que las poblaciones microbianas sobreviven con el aporte de nutrientes añadidos por los fertilizantes, ya que la materia orgánica posiblemente presente un carácter recalcitrante que merma la labor microbiana en los procesos de mineralización.

En cuanto a la comunidad de hongos (**Fig. 7c**), ésta se diferencia claramente entre los suelos de las diferentes fincas estudiadas, pudiéndose decir que esta población microbiana sea un factor determinante en la productividad de los suelos de bananeras. Es importante tomar en cuenta que para algunos autores (Atlas y Bartha, 2002), la mineralización de la materia orgánica se debe principalmente a las poblaciones fúngicas en una relación 3:1 con respecto a las poblaciones bacterianas; este es un enfoque fisiológico de la biomasa microbiana que demuestra el potencial microbiológico, y por lo tanto bioquímico, de los suelos al determinar su calidad.





Los cambios de los parámetros microbiológicos a través de su actividad bioquímica son muy apropiados para el estudio de la evolución biológica y el medio ambiente, por lo que son recomendados como buenos indicadores de la calidad y salud del suelo.

En cuanto a la relación que existe entre los parámetros de los suelos estudiados (**Cuadro 1**), la observada entre materia orgánica y el índice de mineralización es significativamente importante ($p < 0,01$), ya que responde objetivamente lo que está sucediendo con la microbiología en el sustrato orgánico lábil o fácilmente mineralizable de estos ecosistemas; en ella, se describe que al aumentar la cantidad de materia orgánica en los suelos la mineralización de la misma disminuye.

Lo anterior explica la acumulación de la materia orgánica en los suelos, por lo que se puede inferir que el sustrato orgánico es más recalcitrante, provocando que la mineralización sea menor y, aunado a la tendencia ácida de los suelos y la exudación o presencia de sustancias agresivas de la rizosfera, hay menos cantidad de biomasa microbiana activa y baja actividad bioquímica y biológica. Es claro que los suelos estudiados tienden a ser ecosistemas frágiles y de difícil mantenimiento ambiental y productivo. Las características estudiadas de estos suelos, posiblemente sean el resultado del manejo convencional e intensivo del medio, por haber un monocultivo y por las condiciones edafoclimáticas adversas a la microflora del suelo.

No obstante, a pesar de la poca población de microorganismos, la que existe ha tratado de mantener un cierto equilibrio medioambiental, tal como sucede en otros ambientes adversos (Peña, 2004), por lo que si se quiere mejorar las funciones básicas del suelo (productiva, degradativa y filtrante) es recomendable tratar con la eficiencia microbiológica, que es indicativo de la labilidad del

sustrato orgánico en los suelos; es decir, la calidad y salud del suelo se relaciona directamente con la actividad microbiana y la eficiencia que ésta tenga sobre la materia orgánica del suelo, por lo que es acertado el uso de enmiendas orgánicas de composición variada y objetivamente tratadas, de forma tal que se favorezcan los procesos de mineralización de la materia orgánica, dicha práctica acompañada de otras en la gestión sostenible del suelo. Además, se sugiere la utilización de insumos biológicos o microorganismos benéficos, adaptables a las condiciones y seleccionados para que ayuden a acelerar los procesos metabólicos y enzimáticos necesarios en el agroecosistema, ya que es claro que actualmente la microflora presente en la rizosfera del monocultivo estudiado no cumple con las expectativas de mejorar o mantener, de forma sostenible y sustentable, la productividad y vigor de la plantación de bananos en Costa Rica.

Cuadro 1. Matriz de correlaciones entre las variables biológicas estudiadas en los suelos

Propiedad	pH	M.O.	Bact.	Actinos	Hongos	CO ₂	Biom. micr.	Índice miner.	qCO ₂
pH	1								
M.O.	-0.024	1							
Bact.	0.330	-0.055	1						
Actinos	0.362	0.015	0.902*	1					
Hongos	0.333	0.022	0.466*	0.550*	1				
CO ₂	-0.270	-0.004	0.102	0.115	0.100	1			
Biom.micr	-0.137	-0.277	0.090	0.011	0.054	0.260	1		
Índ.miner.	-0.093	-0.635*	0.204	0.126	0.109	0.569*	0.334	1	
qCO ₂	0.077	0.020	-0.010	0.048	0.079	0.240	-0.567*	0.240	1

n = 72 muestras de suelos.

* valores significativos p < 0,05

AGRADECIMIENTO

Esta investigación se realizó gracias al aporte del proyecto: *Technological innovations for the management and improvement of the quality and health of banana soils in Latin America and the Caribbean*, FONTAGRO - INIBAP/CATIE y con el apoyo científico y financiero de CORBANA a través del Dr. Jorge Sandoval, Director de Investigaciones.

LITERATURA CITADA

1. ALEF, K.; NANNIPIERI, P. 1995. Methods in applied soil microbiology and biochemistry. Academic Press, London.
2. ALEXANDER, M. (1980): Introducción a la microbiología del suelo. AGT (Eds.), México. D.F.
3. ANDERSON, T-H; DOMSCH, K. H. 1993. The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. Short Communication, Soil Biology and Biochemistry 25 (3): 393-395.
4. ATLAS, R.; BARTHA, R. 2002. Ecología microbiana y microbiología ambiental. 2ª ed. Trad. Español. Addison Wesley, Madrid. pp 250-261.
5. BAREA, J.M.; OLIVARES, J. 1998. Manejo de las propiedades biológicas del suelo. En: Jiménez Díaz, L.R. y R. Lamo de Espinosa (ed). Agricultura Sostenible. Editorial Mundi Prensa. Madrid, 173-193.
6. BLUM, W.E.H 1998. Problems of soil coservation. Council of Europe, Strasbourg. Nature and Environmental. Series 39: 62.
7. BOX, J.E.; HAMMOND, L.C. 1990. Rhizosphere dynamics. En: J.E. Box y L.C. Hammond (eds.). AAAS Selected Symposium 113. West View Press Boulder, Colorado, USA.
8. BROOKES, P. C. 1985. Microbial biomass and activity measurements in soil. Journal of Science Food Agricultural 36: 269-271.
9. CAMPBELL, R. M.P. GRAVES (1990): Anatomy and community structure of the rhizosphere. En: J.M Lynch. (ed.). The Rhizosphere. John Wiley and sons, New York. pp 11-12.
10. DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. 1994. Defining soil quality for a sustainable environment. SSA Sp. Pub. 35, Madison. 244 p.
11. DUCHAFOUR, Ph. 1984. Edafología: I: Edafogénesis y clasificación. Versión española por T. Carballas (CSIC). T-Masson ed., Barcelona.
12. FERRERA - CERRATO, R.1989. Rizosfera. En: Ferrera - Cerrato, R. (ed.). Ecología de la Raíz. Sociedad Mexicana de Fitopatología, Montecillo, México., 1-21pp.
13. FERRERA - CERRATO, R.; PÉREZ MORENO, J. (eds.) 1995. Agromicrobiología, elemento útil en la agricultura sustentable. Colegio de Postgraduados en Ciencias agrícolas, Montecillo, México. pp 234.
14. GARCÍA, C.; HERNÁNDEZ, M. T. 2000. Investigación y perspectivas de la enzimología de suelos en España. C.S.I.C., Murcia.

15. GARCÍA, C.; GIL-SOTRES, F.; HERNÁNDEZ, T.; TRASAR-CEPEDA, C. 2003. Técnicas de análisis de parámetros bioquímicos en suelos: medida de actividades enzimáticas y biomasa microbiana. Mundi-Prensa, Madrid. 371 p.
16. HUND, P.G.1990. Microbial Responses in the rhizosphere in agricultural plants in rhizosphere dynamics. *En*: J.E. Box y L.C. Hammond. (eds.). AAAS Selected Symposium 113. West view press, Boulder, Colorado, USA.
17. JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. 1981. Microbial biomass in soils: measurement and turnover. *En*: E. A. Paul & J. N. Ladd (eds.), Soil Biochemistry Vol. 5. Marcel Dekker, New York, pp. 415-417.
18. NANNIPIERI, P. 1984. Microbial biomass and activity measurements in soil: ecological significance. *Curr. Persp. Microb. Ecol.*, Washington, DC. 515-521 pp.
19. ODUM, E. 1985. Trends expected in stressed ecosystems. *BioScience* 35: 419-422.
20. PAGE, A. L.; MILLER, R. H; KEENEY, D. R. 1982. Methods of soil analysis. Part 2 Chemical and microbiological properties. 2nd ed. n° 9 series Agronomy II. American Society of Agronomy, ASA-SSA. Madison, USA.
21. PEÑA, W. 2004. Los suelos desarrollados sobre serpentinitas y su relación con la flora endémica. *Índice bioquímico y metales*. Tesis doctoral, Universidad de Santiago de Compostela y CSIC, España. 404 p.
22. TRASAR, M. C.; LEIRÓS, M. C.; GIL, F. 2000. Biochemical properties of acid soils under climax vegetation (Atlantic oakwood) in an area of the European temperate-humid zone (Galicia, NW Spain): specific parameters. *Soil Biology & Biochemistry* 32: 747-755.
23. VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. 1987. An extraction method for measuring soil microbial biomass-C. *Soil Biology & Biochemistry* 19: 159-164, 703-707.

ESTANDARIZACIÓN DE ENMIENDAS ORGÁNICAS PARA BANANO EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE

ORGANIC AMENDMENTS STANDARDIZATION FOR BANANA IN LATIN AMERICA AND THE CARIBBEAN

Alba Stella Riveros¹; Franklin E. Rosales²; Johanna Romero³; Catalina Romero³; María Isabel Jiménez⁴; Ramón Jiménez⁵; Oscar Acuña⁶; Pánfilo Tabora⁷; Rafael Segura⁸; Luis E. Pocasangre² & Mario Villalobos⁹

¹Facultad de Ciencias, Convenio Universidad del Tolima-CATIE c/o 7170 Turrialba, Costa Rica. E-mail: asrivero@catie.ac.cr

²INIBAP c/o 7170 Turrialba, Costa Rica. E-mail: inibap@catie.ac.cr ³Laboratorio de Protección de Plantas, Departamento de Biología, Universidad del Tolima, Ibagué, Colombia E-mail: jbiology@yahoo.es - jecarova@yahoo.es ⁴Laboratorio de Fitopatología CIBE-ESPOL, Guayaquil, Ecuador. E-mail: mjimenez@espol.edu.ec ⁵Encargado Programa de Musáceas IDIAF, Santiago, Republica Dominicana. E-mail: rjimenez@idiaf.org.do ⁶Laboratorio de Bioquímica de suelos, UCR, San José, Costa Rica. E-mail: ocuna@cia.ac.cr ⁷EARTH, Guacimo, Limón, Costa Rica. E-mail: ptabora@earth.ac.cr ⁸CORBANA, Guápiles, Limón, Costa Rica. E-mail: rsegura@corbana.co.cr ⁹UCR Departamento de Matemáticas, San José, Costa Rica mvillalo@emate.ucr.ac.cr

RESUMEN

Los beneficios del uso de enmiendas orgánicas como el compost y el bocashi, son ampliamente conocidos a nivel mundial, aunque, la literatura científica poco precisa sobre contenidos nutricionales y prácticamente no se hace referencia a la carga microbial existente en estos materiales. El proyecto regional sobre calidad y salud de suelos del INIBAP-FONTAGRO/BIRF tiene como uno de sus productos, el implementar la iniciativa de estandarizar las dos enmiendas orgánicas sólidas mas usadas en la industria bananera en Latino América y el Caribe, tomando como objetivo la identificación del contenido básico y/o mínimo de componentes principales presente en las "mejores enmiendas" que responden a una mayor producción. Encuestas en campo fueron realizadas en República Dominicana (103), Colombia (100) y Ecuador (116). Los análisis físicos, químicos y microbiológicos fueron estudiados y revelan que los factores o elementos que mejor explican los aportes de estas enmiendas y las caracterizan son: C/N, pH, Humedad, P, K, Ácidos Húmicos, CE, Materia Orgánica, Respiración Microbiana, Mesófilos, Actinomicetos y Hongos-Levaduras. El objetivo de estandarizar el compost y bocashi que se utiliza en la industria bananera se llevo a cabo. Se espera que esta primera estandarización pueda ser de gran ayuda para la comunidad científica y los productores de banano en la forma como se debe hacer y usar estas dos enmiendas de manera predecible y exitosa.

Palabras claves: materia orgánica, calidad suelo, factores bióticos, macronutrientes, micronutrientes, enmiendas orgánicas, compost, bocashi, indicadores físicos, indicadores químicos, indicadores microbiológicos, *Musa*.

SUMMARY

The benefits of using organic amendments such as compost and bocashi are well known worldwide, but scientific literature concerning its nutritional content and microbial load is nil. A regional soil quality and health project implemented by an initiative of INIBAP-FONTAGRO/BIRF has, as one of its products, the task of standardizing the two most used organic amendments in the banana industry in LAC, by way of identifying the basic content and/or the minimal main components of "good amendments". Field surveys were implemented in Dominican Republic (103), Colombia (100) and Ecuador (116). Several physical, chemical and microbiological factors or elements that influence the above mentioned amendments were studied, and its effect characterized, such as C/N relationship, pH, humidity, P, K, humic acids, electrical conductivity, organic matter, microbial respiration, mesophyll, actinomyces and fungi-leavenings. The objective of standardizing the compost and bocashi used in the banana industry base on the study of a sample of good amendments was achieved. It is hoped that this first standardization could be of help for the scientific community and banana producers in making and using these two amendments in a more predictable and successful manner.

Keywords: organic matter, soil quality, biotic factors, macronutrients, micronutrients, organic amendments, compost, bocashi, physical indicators, chemical indicators, microbiological indicators, *Musa*.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de banano es uno de los principales productos de exportación en América Latina y el Caribe (ALC), contando con una superficie cultivada aproximada de 1,3 millones de hectáreas y una producción del orden de 24.583.426 TM (FAO 2005). Esta última, se encuentra estrechamente ligada al mercado internacional y al sistema intensivo de monocultivo, en manos de medianos y grandes cultivadores, principalmente. La industria bananera es de gran importancia para el desarrollo socioeconómico en la región por lo que es necesario revisar y modificar el sistema actual de producción de banano, empleando tecnologías que tiendan a reducir la cantidad de agroquímicos utilizados en la producción. Estas innovaciones tecnológicas deberán garantizar el incremento y mantenimiento de la salud y calidad de vida de los suelos bananeros, así como reducir los riesgos de contaminación ambiental y asegurar la protección de los trabajadores en las plantaciones bananeras (Gauggel *et al.* 2005; Rosales y Jaramillo 2004; Espinosa y Mite 2002).

En ALC, en los últimos años, se ha registrado una considerable reducción en la productividad; también, se ha presentado un deterioro físico, químico y biológico de los suelos, como consecuencia principalmente del uso intensivo de agroquímicos. Una de las alternativas viables planteadas para mitigar esta situación, ha sido la recuperación de fincas con la utilización más frecuente y sistematizada de enmiendas orgánicas, producidas con materiales de desecho del mismo cultivo u de otros del entorno. Entre las enmiendas más conocidas están el compost y el bocashi, las cuales por su preparación y manejo dan aportes diferentes al cultivo; el primero, por su mayor mineralización y el segundo, por su aligeramiento o estabilización transitoria. Ambas enmiendas (compost y bocashi) pueden contribuir eficientemente a restituir la dinámica microbiológica y la fertilidad perdida en los suelos, proporcionando mejor estructura, evitando la erosión y consiguiendo una mayor absorción de agua y aportando nutrientes a la planta (Ravic 2005, Briceño *et al.* 2002).

Se estima que en los últimos diez años, se ha logrado una estabilidad en la producción bananera en sistemas manejados orgánicamente, con un uso limitado de insumos agrícolas (Serrano 2005). Sin embargo, el mercado de estas enmiendas ha reportado un alto grado de dispersión en cuanto a la calidad e imprecisiones en especificaciones técnicas, materiales utilizados y tiempo necesario para una maduración completa del producto técnicamente calificado para los fines requeridos. Las bondades del uso de las enmiendas orgánicas son conocidas mundialmente, pero poco o nada se reporta en la literatura científica sobre el contenido nutricional y la carga microbial que estas poseen. Dentro del marco del Proyecto “Innovaciones tecnológicas para el manejo y mejoramiento de la calidad y salud de suelos bananeros de América Latina y el Caribe”, financiado mediante el convenio INIBAP-FONTAGRO/BIRF (Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento), se decidió establecer el contenido básico o mínimo de los componentes principales que caracterizan una buena enmienda orgánica, con el fin de proveer al gremio bananero estándares de calidad con una base científica cuantificable para una buena preparación y un mejor manejo de estas.

MATERIALES Y MÉTODOS

La metodología utilizada para la identificación de los principales componentes y condiciones de una compostera y/o bocashera en la industria bananera, fue el uso de un diagnóstico realizado a través de encuestas de campo a fincas o haciendas productoras de banano (convencional u orgánico), en tres países de ALC con mayor uso de las mismas: República Dominicana, Colombia y Ecuador, realizándose 103, 100 y 116 encuestas respectivamente. Las fincas estudiadas son por lo general, manejadas por productores exportadores individuales, asociaciones de productores exportadores y/o comercializadoras. En República Dominicana las fincas estudiadas están ubicadas en provincias de la región noroeste (Montecristi, Valverde y Santiago) y suroeste (Azua); en Colombia se encuentran en el extremo noroccidental del departamento de Antioquia, la zona del golfo de Urabá (Turbo, Apartadó, Carepa y Chigorodó) y en el Ecuador, en las provincias de Los Ríos, Guayas, Oro y Azuay (figura 1). En estos lugares, se hizo el levantamiento de la encuesta (formato INIBAP) colectándose información sobre preparación, uso de enmiendas orgánicas, historia y datos de producción (2002-2005) de las plantaciones. La metodología propuesta para esta investigación fue estandarizada en el primer Taller Internacional de Enmiendas Orgánicas para el Cultivo de Banano, realizado del 30 de mayo al 02 de junio del 2005 en el CATIE, Turrialba, Costa Rica (Riveros 2005). En este taller se decidió, trabajar únicamente con enmiendas en estado final de maduración como producto terminado, se detalló el procedimiento a seguir desde la selección del área de estudio, tipo de encuesta, método de muestreo para el monitoreo y análisis fisicoquímicos y microbiológicos a solicitar en laboratorios seleccionados en cada país (US Composting Council 1997).

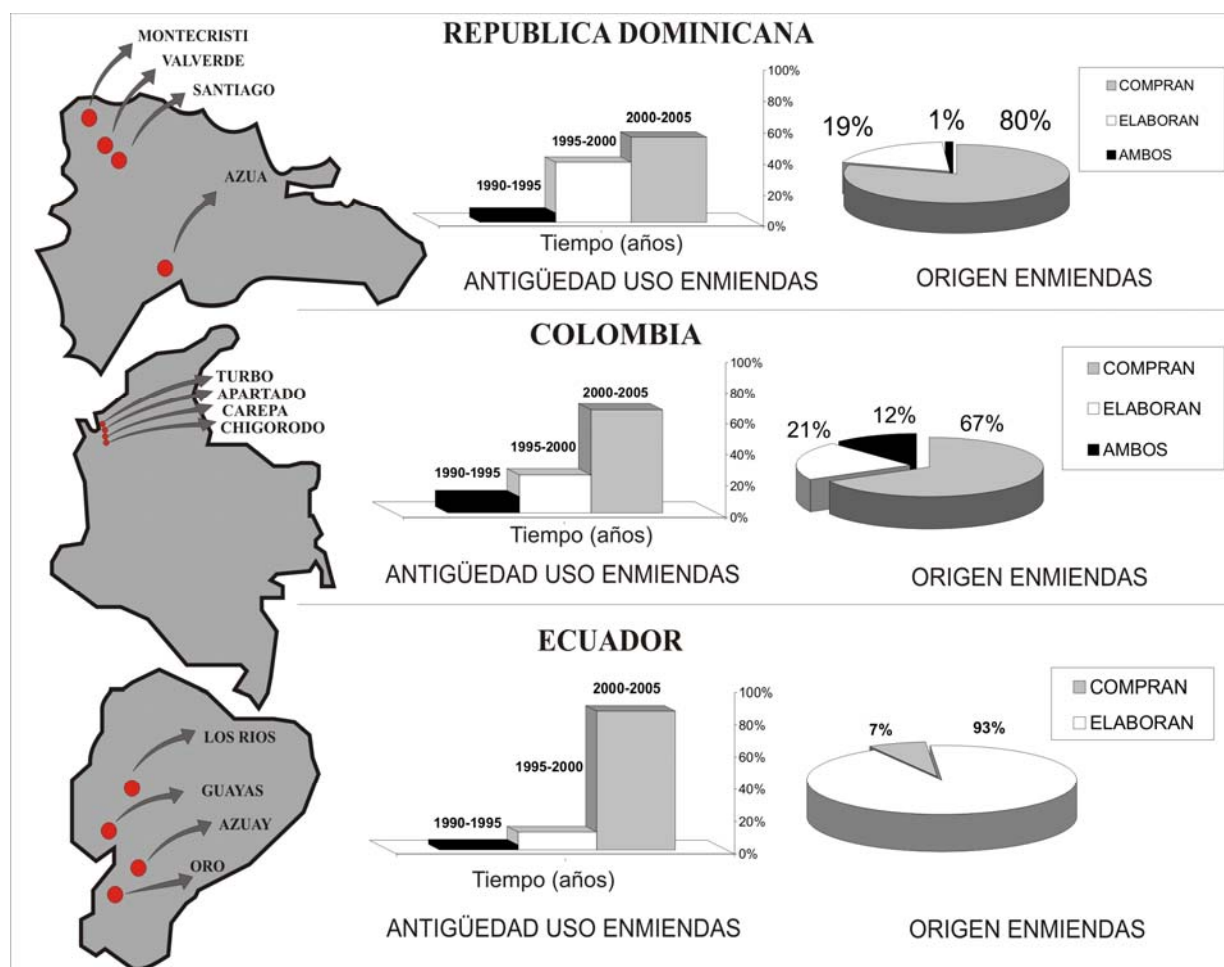


Figura 1. Lugares seleccionados para los muestreos de las enmiendas orgánicas sólidas en cada país. A la derecha aparecen los datos sobre antigüedad en el uso y origen de las enmiendas.

La estrategia fue identificar a través del muestreo general de 319 fincas, un 10% de las enmiendas exitosas en cada país, seleccionadas en cuanto a producción de la plantación y/o mantenimiento de una buena salud del suelo. A cada enmienda seleccionada se le realizaron análisis físicos, químicos y microbiológicos. La información procedente de las encuestas, fue registrada en una base de datos en Excel, la cual fue utilizada para realizar estadística descriptiva de la información más relevante en las encuestas. Los análisis de laboratorio e información complementaria, fueron registrados en una base de datos Access que permite realizar consultas específicas, lo cual facilitó la visualización rápida de rangos, promedios y otros componentes de las diferentes muestras en función de un país, fincas, datos de producción, entre otros.

Se aplicaron análisis multivariados con los programas STATISTICA, SAS e INFOSTAT, con el fin de identificar los factores o elementos que mejor explican los aportes de estas enmiendas y caracterizarlos de acuerdo a parámetros físicos, químicos y microbiológicos. En este sentido, se efectuó en primera instancia, el Análisis de Componentes Principales (ACP), para observar estructuras de variabilidad e identificar asociaciones entre las enmiendas y/o las variables, seleccionando las coordenadas en las principales correlaciones; seguidamente, el Análisis de Conglomerados (AC) para determinar grupos a partir de una matriz de datos seleccionando las coordenadas en las principales correlaciones, el Análisis Discriminante (AD) para establecer si en función de las variables originales disponibles los grupos quedan suficientemente discriminados y finalmente el Análisis de Regresión Lineal (ARL) para ver la relación estadística que existe entre las variables dependientes y las variables independientes con el método paso a paso hacia adelante y hacia atrás (stepwise forward y backward) de los datos de producción y su incremento en el tiempo. Se generaron gráficos tipo "cluster" y de dos ejes "biplot" con el fin de visualizar el comportamiento de las variables en las enmiendas y en los países (Johnson and Wichern 1992).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el conocimiento anticipado de que los insumos y los procesos de elaboración de enmiendas eran diferentes en los tres países estudiados, el análisis se concentró en identificar y cuantificar el rango de los factores o elementos más comunes en las enmiendas exitosas, no importando los insumos empleados en cada caso. El proceso *per se* (tiempo, mezclado, humedad), así como la infraestructura utilizada, ocuparon el siguiente espacio de importancia.

Los datos colectados, permitieron conocer el comportamiento en el tiempo del uso y origen de las enmiendas orgánicas (figura 1). En República Dominicana y Colombia la evolución en cuanto al uso de enmiendas ha sido muy parecida con un incremento gradual en el tiempo, lo que se explicaría quizás por la presencia de asociaciones y/o cooperativas, las cuales invirtieron secuencialmente en la infraestructura de base y en otros cuidados propios de la tecnología. Mientras que en el Ecuador, el incremento de estas prácticas solamente fue adoptado desde el año 2000, donde se implementó ampliamente esta tecnología por parte de los agricultores. En la actualidad, se percibe que estos agricultores, gracias a la capacitación constante cuentan con un conocimiento metodológico bien cimentado que los motiva a producir sus propias enmiendas con el fin de suplir sus necesidades.

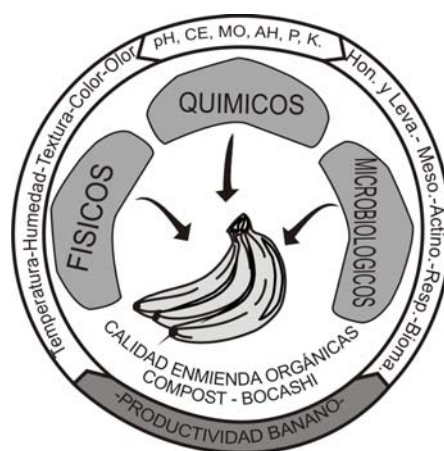


Figura 2. Representación resumida de las interacciones entre los parámetros físicos, químicos y microbiológicos seleccionados, los cuales caracterizan las enmiendas estudiadas en las plantaciones bananeras de ALC.

Las variables que caracterizan las enmiendas fueron seleccionadas de acuerdo al ARL y el ACP. Lo que permitió escoger 11 de las 23 variables estudiadas: pH, CE, Materia Orgánica (MO), C/N, Humedad (Hum), Ácidos Húmicos (AH), P, K, Respiración Microbiana, Mesófilos, Actinomicetos y Hongos- Levaduras (figura 2). Estos parámetros representan los factores o elementos que mejor explican y caracterizan los aportes de estas enmiendas.

Los países muestreados están representados por su matriz de datos en el ACP bidimensional (figura 3). En esta, se generan tres grupos distintivos en los planos, debido a que aparentemente los materiales locales empleados para la elaboración de enmiendas son un punto decisivo que marca diferencias.

Los parámetros físicos y químicos, que identifican las enmiendas orgánicas estudiadas como producto terminado están representados en rangos en el Cuadro 1. Los valores de P y K son muy parecidos en las dos enmiendas (rangos esperados en función de materiales utilizados para elaboración de enmiendas en cada zona), dependiendo de la madurez y la preparación. El pH influye en el proceso debido a su acción sobre los microorganismos, para bocashi fue catalogado como moderadamente ácido, como respuesta muy probablemente al mayor contenido de MO, lo que genera liberación en porcentaje de iones hidrógeno con incremento en la producción de ácidos. La definición en el pH es una de las variables que definen y caracterizan a un compost de un bocashi; este último, con un pH mucho más bajo que el compost. Los dos constituyentes básicos de la MO se expresan en la relación C/N, lo que hace que el carbono y el nitrógeno sean variables importantes para obtener una buena enmienda orgánica con relación equilibrada entre ambos elementos. La MO en el compost fluctuó entre 20-30 que es una condición adecuada para que se realice una descomposición completa en el suelo y se asegure una buena mineralización. Esta condición en el caso del bocashi es superior a 30 dando como consecuencia una ligera disminución de la actividad microbiológica, humedad elevada y una menor descomposición. En la parte inferior del Cuadro 1, se

encuentran los parámetros obtenidos cualitativa y cuantitativamente en campo, en esta investigación, determinándose que al monitorear: la textura, color, olor y temperatura, se puede tener una primera idea del estado de la enmienda, por su grado de mineralización.

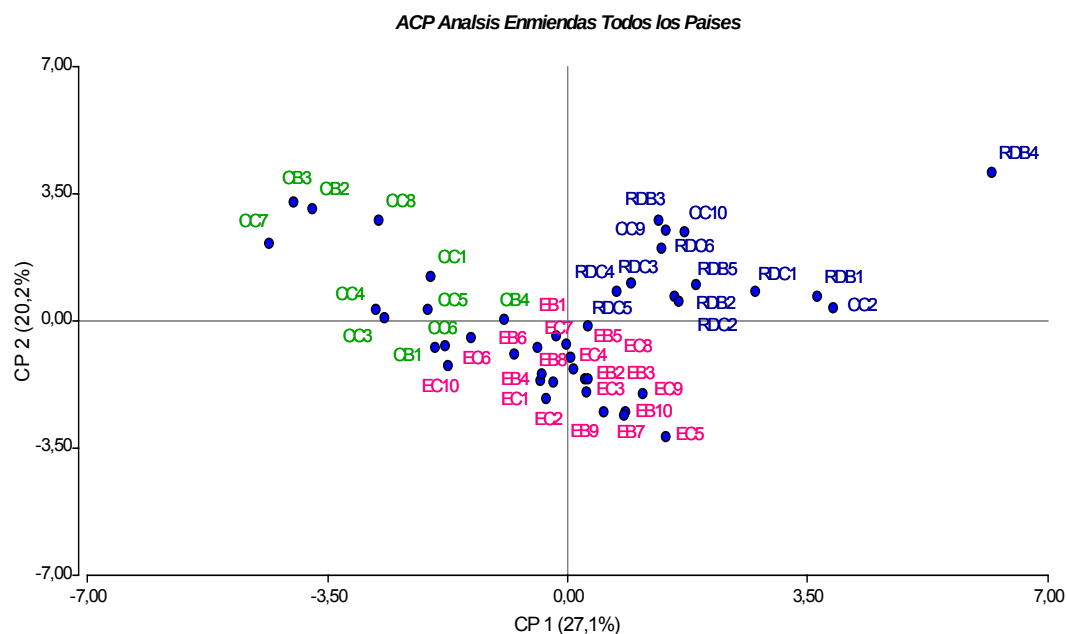


Figura 3. Representación bidimensional ACP que explica los parámetros físicos, químicos y microbiológicos de las enmiendas (compost-bocashi) en las fincas bananeras muestreadas por país. CC: Colombia Compost, CB: Colombia Bocashi, EC: Ecuador Compost, EB: Ecuador Bocashi, RDC: Republica Dominicana Compost, RDB: Republica Dominicana Bocashi.

En el caso particular del Ecuador, es muy interesante el encontrar niveles altos de pH y bajos de MO en los bocashi para el tiempo normal expresado de cuatro semanas de maduración, el comportamiento *per se* es muy bueno, quizás como respuesta de los materiales o aportes microbiales, los cuales proporcionan una rápida mineralización. En Colombia, se resaltan los valores bajos de MO y niveles altos de pH en los compost de casas comerciales de la zona, confirmando que ellos presentan una buena mineralización, sinónimo de calidad. En la República Dominicana se observó que algunos compost cuentan con un tiempo de preparación mas extenso con un máximo hasta de 14 semanas, obteniendo niveles altos de pH, bajos en MO y Humedad, reflejándose con esto, que a mayor tiempo y cuidados en la preparación de estas enmiendas, mayor será su aporte en la mineralización.

Cuadro 1. Parámetros físicos y químicos claves para la estandarización de enmiendas orgánicas en el cultivo de banano en ALC. MO=Materia Orgánica; AH= Ácidos Húmicos; Hum=Humedad y CE=Conductividad Eléctrica.

ENMIENDA	pH	C/N	MO	AH	Hum	CE	P	K
Unidades	-----	----	%	%	%	mS/cm	%	%
COMPOST	6.5 – 8.5	20 – 30	< 60	5.0 – 15.0	< 45	5 – 30	0.1 – 1.3	1.5 – 3.0
BOCASHI	4.0 – 6.0	> 30	> 60	1.0 – 5.0	> 45	5 – 20	0.1 – 0.9	1.5 – 3.0

MEDIDAS Y OBSERVACIONES REALIZADAS EN CAMPO				
ENMIENDA	Temperatura	Textura	Color	Olor
COMPOST	30 - 38	Fina	Mas Oscuro	Tierra de Bosque
BOCASHI	30 - 45	Gruesa	Menos Oscuro	Fermento Liviano (alcohólico)

Los resultados microbiológicos reflejaron fuertes diferencias entre los países, los rangos son presentados en la Cuadro 2. En Colombia, los actinomicetos (bacterias principalmente), tienen valores mayores para compost que para bocashi, posiblemente como consecuencia a la diferencia de humedad. La división de las enmiendas en los países manifestó el hecho de que el caso de Colombia al igual que el de República Dominicana emplea en su mayoría diferentes fuentes de microorganismos y Microorganismos de la Montaña "MM", a diferencia del uso más generalizado en Ecuador de los Microorganismos Eficientes "EM". Se ha incluido la información analizada de Biomasa Microbiana; aunque esta variable no fue seleccionada estadísticamente como indicador clave, no obstante, se considera importante divulgar este dato como aporte al conocimiento y la dinámica microbiológica de los Compost y Bocashi de cada país.

Cuadro 2. Parámetros microbiológicos claves para la estandarización de enmiendas orgánicas en el cultivo de banano en ALC.

UFC =Unidades Formadoras de Colonias *: Variable no seleccionada estadísticamente.

ENMIENDA	REPUBLICA DOMINICANA	COLOMBIA	ECUADOR
MESOFILOS (UFC)gr.			
COMPOST	10E7 – 10E9	10E7 – 10E9	10E5 – 10E7
BOCASHI	10E4 – 10E6	10E4 – 10E6	10E6 – 10E8
HONGOS Y LEVADURAS (UFC)gr.			
COMPOST	10E4 – 10E5	10E4 – 10E6	10E5 – 10E7
BOCASHI	10E3 – 10E5	10E4 – 10E6	10E3 – 10E5
ACTINOMICETOS (UFC)gr.			
COMPOST	10E3 – 10E5	10E6 – 10E7	10E3 – 10E6
BOCASHI	10E3 – 10E5	10E6 – 10E8	10E4 – 10E6
RESPIRACIÓN MICROBIANA mg(CO₂)			
COMPOST	500-1300	600-1500	300-1200
BOCASHI	1000-1800	500-2000	300-1000
BIOMASA MICROBIANA mg (C/g)*			
COMPOST	4-15	0.1-0.2	0.1-0.6
BOCASHI	6-25	0.1-0.4	0.1-0.7

En lo referente a la producción de las fincas que usan estos productos orgánicos, se comparó el año 2005 vs 2002 (datos no presentados), utilizando la prueba de t para muestras paralelas con el programa SAS. Ecuador tuvo un incremento de 233.15 cajas/ha/año, diferencia importante en respuesta al compromiso y convencimiento por parte de los agricultores ya que las fincas encuestadas en su totalidad fueron orgánicas. En Colombia, también se encuentra una diferencia de 195.52 cajas/ha/año, lo cual refleja el manejo convencional y orgánico. Curiosamente, en el caso de República Dominicana, no se detecta un incremento en la producción comparativa en estos mismos años, a pesar de que sus fincas son completamente orgánicas y de que implementan un alto porcentaje de enmiendas desde el año 2000 como se presento en la figura 1; sin embargo, es posible que el almacenamiento de enmiendas orgánicas por periodos largos no este generando el mismo aporte físico, químico y microbiológico esperado. De otro lado, cambios climáticos extremos que han afectado en los últimos años a la República Dominicana, podría explicar quizás, que las fincas en el momento de muestreo estén atravesando por un proceso de transición o recuperación.

CONCLUSIONES

Se constato que los factores físicos, químicos y microbiológicos que más inciden en la caracterización de los productos finales son la relación C/N, pH, Hum, P, K, AH, CE, MO y los hongos (incluidos levaduras), bacterias (actinomicetos principalmente) y mesófilos que son muy sensibles a cambios durante el proceso de elaboración del producto final. En donde valores muy altos de actinomicetos están correlacionados con altos contenidos de humedad, una mayor respiración y biomasa microbiana, siendo indicativos de que un producto no esta completamente terminado. Por lo

tanto, un inadecuado manejo en la elaboración de las enmiendas puede generar productos nutricionales de baja calidad y con efectos negativos para el cultivo y los suelos.

El objetivo del Proyecto INIBAP/FONTAGRO/BIRF en cuanto a la estandarización de las enmiendas (compost y bocashi) utilizadas en el cultivo del banano en ALC se logró en cuanto a que fue posible identificar los principales factores o elementos que determinan su calidad y por ende, su efectividad. Se considera esta la primera estandarización de enmiendas orgánicas sólidas y, estamos convencidos que éste es un aporte valiosísimo al entendimiento en la dinámica nutricional en el cultivo de banano.

RECOMENDACIONES

A partir de estos logros alcanzados y teniendo en cuenta que es la primera vez que se ha comparado en forma simultanea, dos tipos de enmiendas orgánicas sólidas en diferentes países, para establecer los parámetros de calidad, es muy importante el que se sientan motivados a ayudarnos a entender mejor y cada vez mas a fondo esta temática, que de por si es muy dinámica y compleja. Resultaría muy útil que todos los técnicos, investigadores, agricultores y en general todo el gremio bananero, sean promotores de la buena y rápida incorporación de estas prácticas en el quehacer de la agricultura sostenible en el cultivo de banano. Es necesario, involucrarnos en mas proyectos, hacer consultorias, que den apertura al mayor entendimiento de las enmiendas sólidas y dar inicio, en corto tiempo, a la evaluación de lo que esta ocurriendo con las enmiendas líquidas, buscando una mayor y mejor tecnificación y con un conocimiento mas extenso de lo que podría estar pasando. Por último, es importante que seamos concientes de que este es un campo muy promisorio y aún se requiere de enorme conocimiento científico y tecnológico.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen en República Dominicana a las Plantaciones del Norte (PLANORSA), a Bananos Ecológicos de la Línea Noroeste (BANELINO), a la exportadora y productora de bananos Salud y Vida (SAVID) y a la Cooperativa Agrícola los Tainos (COPROBATTÁ). En Colombia a los propietarios de fincas encuestadas, al Dr. Francisco Sierra, Gerente de la C.I. Proban y al Ing. Carlos Pinilla director de Servicios Técnicos; al Ing. Jaime Montoya, jefe de Producción de C.I. Uniban; al Ing. Oscar Paredes, director de Producción de C.I. Banacol y la coordinación local del Ing. Jorge Hernández de INAGRU, actual secretario de ACORBAT Internacional. En Ecuador a las CIA y Asociaciones: Agrícolas Carmita y Dusal, Agricultores Bananeros de El Oro y Los Ríos, Agricultores Bananeros Orgánicos de Guayas y en general, en todos los países, a los demás dirigentes de los grupos de productores bananeros asociados de las fincas o haciendas muestreadas. Finalmente, agradecer la eficiente y oportuna colaboración ofrecida por el Ing. Gustavo López del Departamento de Estadística del CATIE en Costa Rica, quien apoyo parte de los análisis matemáticos y estadísticos realizados.

BIBLIOGRAFÍA.

1. Briceño JA, Chaverri F, Alvarado G y Gadea AJ. 2002. Materia Orgánica: características y uso de insumos orgánicos en suelos de Costa Rica. Briceño *et al* (eds) 107 p. Ed. Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.
2. Espinosa J y Mite F. 2002. Estado actual y futuro de la nutrición y fertilización del banano. Revista Informaciones Agronómicas (48): 4-9. INPOFOS, Quito, Ecuador.
3. FAO 2005. Estadísticas sobre la productividad área sembrada y rendimientos de bananos en Latinoamérica y el Caribe. www.faostat.fao.org.
4. Gauggel CA, Sierra F and Arévalo A. 2005. The problems of banana root deterioration and their impact on production: production experience in Latin America. In: Turner DW and FE Rosales (eds.) 2005 Banana Root System: towards a better understanding for its management. Proceedings of an international symposium. International Network for the Improvement of banana and Plantain, Montpellier, France. pp.13-22.
5. Johnson R and Wichern D. 1992. Applied multivariate statistical analysis. Ed. Prentice Hall., New Jersey. USA. 640 pp.
6. Ravic M 2005. Production of high-quality composts of horticultural purposes: a mini review. HorTech. 15(1):52-57.
7. Riveros AS 2005. Resumen Ejecutivo subproyecto para Calidad y Salud de suelos bananeros en América Latina y el Caribe INIBAP-FONTAGRO/BIRF. En: Memorias I Taller Internacional sobre Estandarización Enmiendas Orgánicas. CATIE 30 de mayo al 02 de junio del 2005, Turrialba, Costa Rica. pp. 7.
8. Rosales FE y Jaramillo R 2004. Calidad de vida en la Rizosfera del banano: una visión de nuevas iniciativas en América Latina. En: Resúmenes Publicaciones Especiales XVI Reunión Internacional ACORBAT. 26 septiembre al 01 octubre 2004, Oaxaca de Juárez, Oaxaca, México. pp.131-136.
9. Serrano E 2005. Relación entre los contenidos de raíz funcional y la productividad de banano en Costa Rica. In: Turner D.W and F.E. Rosales (eds.). 2005 Banana Root System: towards a better understanding for its management. Proceedings of an international symposium. International Network for the Improvement of banana and Plantain, Montpellier, France. pp.25-34.
10. US Composting Council 1997. Test Methods for the Examination of Composting and Compost. 1er. ed. Edit. University of Florida. Institute of Food and Agricultural Science. Lauderdale Research and Education Centre, Florida, USA.

THE CONCEPT OF A SUPPRESSIVE BANANA PLANT: ROOT HEALTH MANAGEMENT WITH A BIOLOGICAL APPROACH

CONCEITO DE UMA PLANTA DE BANANEIRA SUPRESSORA: MANEJO BIOLÓGICO DA SANIDADE RADICULAR

Richard A. Sikora¹ & Luis Pocasangre²

¹University Professor, Head - Soil Ecosystem Phytopathology and Nematology, INRES - Department of Plant Health, University of Bonn, Nussallee 9, 53115 Bonn, Germany; ²Assistant Regional Coordinator for Latin America & the Caribbean, INIBAP, c/o CATIE, POB 60-7170, Turrialba, Costa Rica

SUMMARY

This paper reviews the development of biological enhancement of banana using mutualistic endophytic fungi and discusses the importance of the detection of suppressive soils for the new concept of developing *in-planta* based suppressiveness. Urgency is the best word to describe the present need for alternative tools to replace the use of nematicides for the management of plant parasitic nematodes in banana as well as in other crops. The lack of resistant varieties, a lag in development of new nematicides, the ever present environmental concerns, enhanced microbial degradation of pesticides, the monoculture nature of the crop and yield stagnation are factors that underscore the need for alternative or improved management systems. One of the more novel techniques being developed for nematode and disease control is the concept of biological enhancement of tissue culture plantlets with fungal and or bacterial endophytes. Biological enhancement, if successful, would generate a fundamental change in the manner in which new banana fields are planted, but also open up new avenues for integrated nematode management. This technology could expand IPM programs, help reverse enhanced microbial biodegradation, protect sensitive resistant or tolerant plantlets from early nematode and disease infection, positively impact the environment and ultimately improve root health and crop yield. It is axiomatic that pre-treatment of seeds or seedlings with biocontrol agents before planting reduces treatment costs, because it reduces the amount of inoculum used and the area treated. Mutualistic endophytic microorganisms used for biological enhancement have been shown to increase plant resistance to nematodes in banana, vegetables and rice. However, little is known about the durability of this system over multiple crop cycles in banana. The recent detection of suppressive soils in banana plantations has opened up a new window of opportunity for developing more durable biocontrol. The plants in these fields are now known to harbour plant-bound fungal endophyte communities. The resulting *in-planta* suppressiveness is caused by an interaction between mutualistic endophyte communities working in concert to protect the plant from nematode attack. However, aspects of this plant-antagonist-nematode complex that still need to be researched include: 1) a better understanding of what makes a soil suppressive 2) the biological basis of *in-planta* suppressiveness 3) the mechanisms by which a plant becomes suppressive 4) identification of the communities involved 5) improved production and formulation of elite isolates 6) development of multiple antagonists formulations for improved control and 7) strategies for integrating this concept into durable multiple component management programs.

Keywords: Nematodes, biological control, banana, suppressive soil, endophytes, *Fusarium oxysporum*, *Radopholus similis*, mutualism, *in-planta* suppressiveness.

THE PROBLEM

Times change – especially for banana growers where production is highly dynamic and influenced by a multitude of biotic and abiotic stresses as well as global economic factors often out of their control. It is a well known fact that the lack of resistance to nematodes in commercial banana cultivars combined with the monoculture nature of the crop, has made the repeated use of systemic nematicides the backbone of nematode control strategies for decades. Growers, however, have now entered a critical period in production in that many of the older nematicides are no longer available and alternatives not on the market. Many of the nematicides on the market today are actually antiques when compared to the new generation of pesticides used for other pest problems. Further complicating nematode control in banana, is the often unseen presence of enhanced microbial degradation of nematicides in soils that affect the number of nematicide applications required for adequate yield. The absence of alternative nematicides has greatly stimulated research to find

alternatives (UNEP, 1998; Sikora, 2002). However, a major question to nematologist is – do we now have new technologies that can be used to pull us out of this quagmire?

Biological control, as an alternative to nematicides, has been a major research topic for the past 25 years in the field of nematology. Many reviews have been written on biological control of plant parasitic nematodes (Jatala, 1986; Kerry, 1990; Sterling, 1991) and progress has been made in the application of biological control on crops other than banana (Oostendrop & Sikora, 1989; Kerry, 1990; Hallmann & Sikora, 1994; Kokalis-Burelle et al., 2002). Conversely, the impact of biological control on nematode management in banana has been minimal (Gowen et al., 2005). To date, only *Paeceiomyces lilacinus*, an egg pathogen, is commercially available as Bioact®, for field use to control *Radopholus similis* in banana (Kiewnick, 2004; Mendoza et al., 2004).

The main reason biocontrol products seldom reach the market place is a poor understanding of the factors affecting commercial development which include:

- 1) market size 2) product competition 3) registration cost 4) production cost 5) formulation and product durability 6) application technology 7) spectrum of activity 8) grower acceptance 9) yield improvement 10) toxicology and 11) profit margins

These factors are seldom taken into consideration before research is initiated on a specific antagonist for pest control in any cropping system. Any one of these aspects can prevent an effective antagonist from being developed commercially for nematode management in banana.

THE CHALLENGE - THE PATHOZONE

A major obstacle limiting the effectiveness of biological control of nematodes is the size and complexity of the soil in an agro-ecosystem (Sikora et al., 2005). When broadcasting pesticides or biological control agents for nematode control, the product needs to be effective in 2500 tons or 2,500,000 kg of soil per hectare to a depth of approx. 25 cm. Conversely, if only individual seeds or transplants are treated, the area is reduced drastically to the number of plants per hectare. Important for effective control is the cone of soil that actually needs to be treated or the pathozone (Figure 1). Depending on the soil pest or pathogen, the pathozone can extend 25 to 50 cm in all directions in the soil from the base of the plant. This is the zone, used for initial root growth, that is threatened by nematode early root infection, or the infection phase that strongly influences plant growth and yield at harvest time.

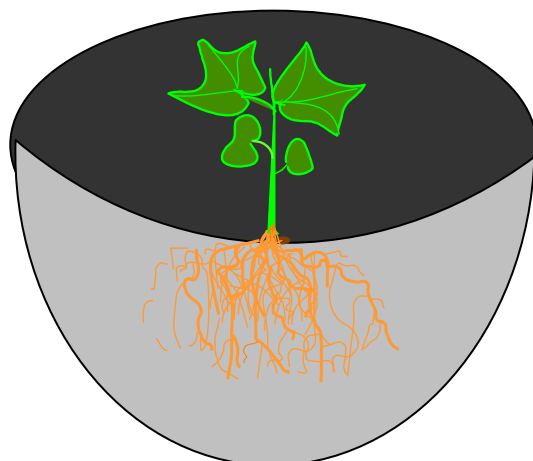


Figure 1. The pathozone, the cone of soil extending in all directions from the base of the plant, that must be effectively protected from nematode infection during early growth stages.

We mention this point, because plant parasitic nematodes are wrongly considered to be slow moving organisms. Nematodes can move over a distance of up to 50 cm in seven days to a growing root. This means that short duration control in the upper 25 cm of soil does not necessarily protect against subsequent migration from surrounding soil to new roots in this protected zone. We believe this problem can be overcome by developing plant protection methodologies that are designed to protect this growth stage by site-specific targeting of control to the endorhiza and not to bulk soil.

The root biomass present in the pathozone is the ideal target for site-specific nematode management in banana. Systemic nematicides have been successful management tools for years, because they produce high levels of nematostatic activity in the pathozone. If antagonistic microorganisms can grow endophytically and reduce nematode activity - the overall size of the

pathozone needing protection can be significantly reduced to the root biomass present in this zone. A healthy corm produces 200-230 cord roots that are up to 2.3m in length (Beugnon & Champion, 1966). These roots spread 2 to 3 meters in the upper 40 cm of soil from the pseudostem (Gousseland, 1983; Araya et al., 1998), with genotype having a significant effect on the number and length of the cord roots produced (Blomme et al., 2003).

Effective mutualistic endophytes, therefore, only need to be active in a radius up to 50cm from the pseudostem and to a depth of 40 cm, depending on cultivar and nematode densities. Finding effective mutualistic endophytes is a challenge, that if accomplished can reduce the costs of biological control and lead to improved nematode management, increased root health and higher yield. The main challenge facing the use of biological enhancement is developing site-specific application technology that insures high levels of protection inside the roots occupying the pathozone.

BIOLOGICAL ENHANCEMENT – STATE OF THE ART

The development of the concept of biological enhancement evolved over many years and actually started with research on the use of endomycorrhizal fungi for the biological enhancement of vegetable seedlings toward root-knot nematodes (Sikora 1975, Sikora & Schoenbeck 1978; Sitaramaiah & Sikora 1981; Hussey & Roncadori, 1982; Smith, 1987). Control was attained, but practical use of the endophyte was complicated by the obligate symbiotic nature of the fungus which makes mass production difficult and costly. Research then demonstrated that fungal endophytes in the shoots of rye grass caused reductions not only in insects, but also in nematodes in plant roots (Stewart et al., 1993). This interaction, which indicated basal-pedal systemic effects within the plant, however, was restricted to grasses, where nematodes are of relatively minor importance. In 1991 the concept of cross-protection for control of *Fusarium*-wilt, using non-pathogenic *Fusarium* isolates was developed for tomato (Alabouvette & Couteaudier, 1992). All these developments underscored the importance of endorhiza based microorganisms for root health management. It should be mentioned that mutualistic endophytic bacteria also have been shown to be important in nematode management on crops other than banana (Reitz et al., 2000; Hasky et al., 1998; Padgham & Sikora, 2006).

The first observations demonstrating the importance of non-pathogenic endophytic fungi for banana root health were made together with the late Paul Speijer at ICIPE's Mebete Point Research Station in Kenya in 1989. We noticed a distinct lack of root-rotting in excised banana roots treated simultaneously with *Fusarium oxysporum* and *Pratylenchus goodeyi*. The hypothesis that beneficial fungi may grow saprophytically in the endorhiza and have plant health promoting activity was then postulated. Exploratory research was initiated in 1991 in Bonn with isolates of *Fusarium oxysporum* taken from Indonesian banana for the biological control of *Radopholus similis* (Amin, 1994). A collaborative research program on biological enhancement of banana was then started in 1995 with Paul Speijer and his team at IITA in Uganda. This cooperative project is still ongoing and has expanded our knowledge of nematode control with mutualistic endophytic fungi significantly (Speijer & Sikora, 1991; Sikora & Schuster, 1998; Niere et al., 1998 1999; Griesbach, 2000; Sikora et al., 2003; Dubois et al., 2004; Paparu, et al., 2004; Altman et al., 2006).

Biological enhancement research was simultaneously initiated on Cavendish banana by Luis Pocasangre at INIBAP and CATIE. His team has added significantly to progress made in application technology and nematode management at the field level (Pocasangre 2000a,b; Sikora & Pocasangre 2004; zum Felda 2002; zum Felda et al., 2005, 2006).

Biological enhancement is the treatment of planting material with non-pathogenic mutualistic microorganisms, that are rhizosphere-competent or that grow endophytically, to increase plant health

The concept includes two different approaches to biocontrol often described as “outside-in” or “inside-out” depending on whether the mutualistic microorganisms are rhizosphere-competent or endophytic (Sikora, 1997). Biological enhancement now being developed for use in banana production targets at the root biomass growing in the pathozone using an the inside-out perspective. This approach overcomes the shortcomings of inundative biocontrol that targets field soil. This management system answers most if not all of the market criteria needed for commercial development of a biological control system.

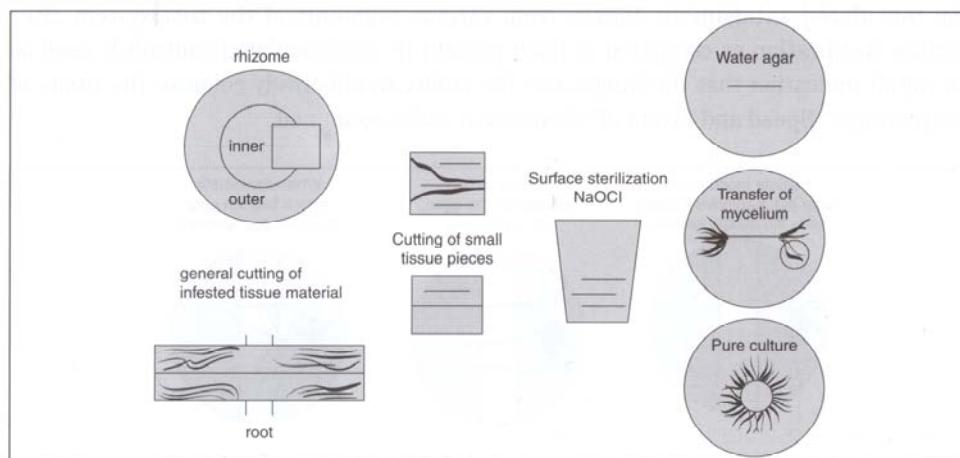
The size of microbial diversity in the soil ecosystem is unfathomable. Whereas a large proportion of the flora and fauna living aboveground have been identified, little is known about soil biodiversity. This is evident when reviewing the literature on microbial communities in the rhizosphere and endorhiza of plants and banana in particular. We believe the unique micro-organisms in the soil ecosystem can be used to protect the root system from nematodes, insects and plant pathogens. Two

questions need to be asked are 1) what importance does this basically unknown segment of microbial biodiversity have on banana production and 2) how can we effectively detect such organisms for commercial use in plant protection?

The methods used to isolate, culture and to screen mutualistic endophytic fungi has been outlined in many publications (Sikora & Schuster 1998; Sikora & Pocasangre 2004). The methods used to isolate and to test for efficacy have remained more or less unchanged since the beginning (Fig 2 and 3). Isolation is based on chance, and not on targeted isolation of effective antagonists. The use of selective media or isolate specific marker techniques has not been developed. The use of these non-selective techniques slows progress and indicates a dire need for technology improvement. Due to the size of the root system, isolation is usually conducted non-selectively by isolating the fungi at random from healthy root tissue of plants growing in infested soil (Fig. 2).

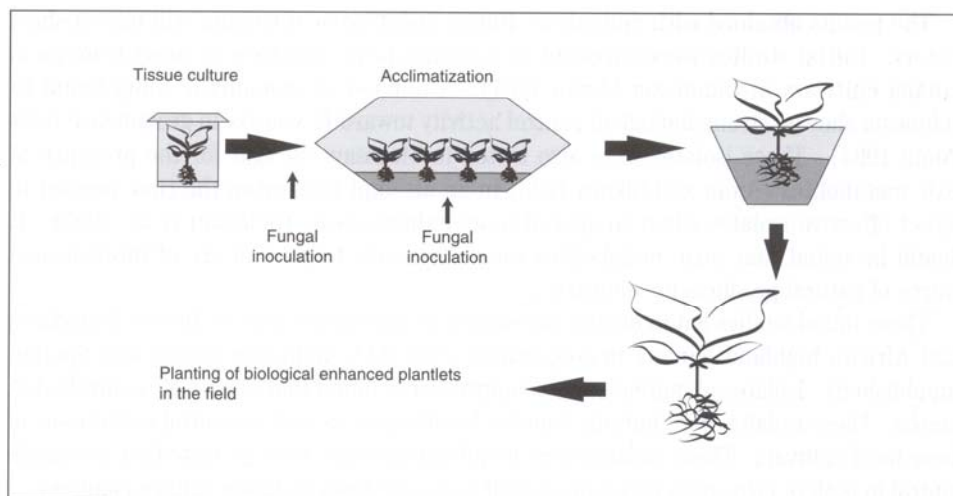
Research is needed on the development of pre-screening methodologies that increase the chance of detecting isolates with high levels of antagonism. These techniques could be based on identification of secondary metabolites or proteins that are inhibitory or are lethal to nematodes. Large amounts of data have been collected on the importance of secondary metabolites on nematodes (Amin, 1994; Schuster et al., 1995; Vu, 2004; Altman et al., 2006). Although it has been shown that *in-vitro* data often has little importance when the antagonists are used for glasshouse or field trials (Wissing et al., 1997), the knowledge gained in these tests could be used to develop selective media that have importance. Furthermore, the use modern molecular techniques to identify fungal isolates having a specific genetic background indicative for antagonistic properties also needs to be investigated. Although these methods have not been developed to date, they would increase detection levels significantly, allow high through-put screening programs and eliminate expensive glasshouse or field trials.

Figure 2. Isolation procedures used for detection of fungi growing endophytically in the endorhiza of healthy root tissue of banana or of other plant root systems to be tested for biological control activity (Sikora & Schuster, 1998).



As stated above standard glasshouse tests used to examine efficacy of randomly selected isolates are time consuming and expensive (Fig 3). There is a need, therefore, for preliminary *in vitro* testing or the use of excised root methodology that would increase the speed with which effective isolates are initially identified before glasshouse tests are conducted. Testing for isolates with potential importance to banana could also be initially done on other crop-nematode models e.g. *Pratylenchus zeae* on Maize (Sikora et al., 2003). If alternative plant-endophyte-nematode test systems can be developed, it would decrease development time and be more cost effective. The fact that the *Fusarium oxysporum* isolate FO162 originally found on tomato and highly effective in controlling root-knot nematode, is also effective on banana for control of *R. similis*, is a good example of the potential use of inter-crop activity (Hallmann & Sikora, 1994; Vu, 2005).

Figure 3. Glasshouse testing protocol used to pre-treating banana tissue culture plants during the acclimation stage (or for seedlings of other crops) for biological control activity (Sikora & Schuster, 1998).



THE ELUSIVE - SUPPRESSIVE SOILS

There may be another superior means of rapidly increasing the detection of elite antagonistic isolates - the use of fields with soils exhibiting nematode suppressive activity. Such fields would allow for more targeted isolation of antagonists, a higher detection level and improved control. The term suppressive soil is not new to plant protection. The phenomenon has been studied by plant pathologists ever since 1933 for importance in reducing fungal pathogens (Baker & Cook, 1982). The existence and/or detection of soils suppressive to plant parasitic nematodes are a rare occurrence (Kerry et al., 1982, 1990). This is surprising because it is known that every soil has a certain level of antagonistic potential which can be manipulated for biocontrol purposes (Sikora, 1992; Sterling, 1991).

Until recently the presence of suppressive soils in banana growing regions has gone undetected. Ironical is the fact that one of the main hurdles in detecting suppressive soils in banana, may have been the successful use of systemic nematicides to protect the banana root system from nematodes. The effective use of nematicides obviously prevents detection of nematode suppressive soils – a process we termed “pesticide-masking”. A reduction of nematicide use in banana may lead to the detection of a higher percentage of plantations with suppressiveness, which would then have a major impact on nematode management. These fields could be used to obtain a higher percentage of elite antagonists by allowing for more targeted isolation.

The recent discovery of suppressive soils in banana plantations in Guatemala (zum Felde, 2002; zum Felde et al., 2005) and elucidation of the microbial basis of suppressiveness, has opened up new opportunities for improvement of biological enhancement for nematode control (Sikora & Pocasangre, 2004). The detection of plantain fields in Costa Rica, exhibiting suppressiveness, also indicates this phenomena maybe more widespread than is evident (Pocasangre, unpublished data, 2006).

The detection of these suppressive soils under banana raises a number of important questions:

- 1) why have suppressive soils in banana monoculture gone undetected
- 2) are suppressive plantations widespread in banana
- 3) is the soil suppressive or is the plant suppressive
- 4) what is the biotic nature of suppressiveness in soil and in plants
- 5) how does genotype affect suppressiveness
- 5) does the banana cultivar itself select specific microbial communities from the soil

THE ULTIMATE GOAL: *IN-PLANTA* SUPPRESSIVENESS

The isolation of a large number of antagonistic endophytic fungal isolates from the root tissue of plants growing in *R. similis* suppressive soils coupled with high levels of control in biological enhancement trials in the glasshouse, demonstrated that the suppressive effect in these fields is plant based and only comes indirectly from the soil (zum Felde et al., 2005, 2006). The findings demonstrated clearly that *in-planta* suppressiveness exists in nature and that it has a biological foundation based in great part on mutualistic endophytes. *In-planta* suppressiveness in these fields

has been shown to have long term multiple crop cycle activity in reducing nematode damage in banana. This fact is of extreme importance.

We are only in the beginning of an extremely interesting development in biological management of nematodes in banana. More in-depth research on *in-plant* suppressiveness is needed with the following topics considered relevant to banana nematode management:

- 1) how can elite antagonistic isolates be quickly identified
- 2) can *in-planta* suppressiveness be established in banana tissue culture plants
- 3) is *in-planta* suppressiveness genotype dependent
- 4) are multiple isolate formulations more effective than single isolates
- 5) is *in-planta* suppressiveness automatically transferred to new suckers
- 6) can multi cycle nematode management be attained
- 7) is *in-planta* suppressiveness an economically viable concept
- 8) how *in-planta* suppressiveness be integrated into management programs

We believe future research will lead to significant progress in making biological enhancement of planting material and *in-planta* suppressiveness a reality in nematode management in banana production.

LITERATURE CITED

1. Alabouvette, C. & Y. Couteaudier. (1992). Biological control of *Fusarium* wilts with non-pathogenic *Fusaria*. 415-426. In: Biological control of plant diseases. Eds. E. C. Tjamos, R. J. Cook & G. C. Papavizas. Plenum Press, NY.
2. Amin, N. (1994). Untersuchungen über die Bedeutung endophytischer Pilze für die biologische Bekämpfung des wandernden Endoparasiten *Radopholus similis* (Cobb) Thorne an Bananen. Thesis, University of Bonn, Germany.
3. Athman, S. Y., Dubois, T., Viljoen, A., Labuschagne, N., Coyne, D., Ragama, P., Gold, C. & B. Niere. (2006). *In vitro* antagonism of endophytic *Fusarium oxysporum* isolates against the burrowing nematode *Radopholus similis*. Nematology (In Press).
4. Araya, M., A. Vargas, & A. Cheves. (1998). Changes in distribution of roots of banana (*Musa* AAA cv. Valery) with plant height, distance from the pseudostem and soil depth. J. Hortic. Sci. Biotechnology 73(4) 437-440
5. Baker, K.F. & R. J. Cook. (1982). Biological control of plant pathogens. American Phytopathological Society. St. Paul, Minn. 433 pages.
6. Beugnon, M. & J. Champion. (1966). Etude sur les raciness du bananier. Fruits 21:309-327.
7. Blomme, G., Swennen, R. & A. Tenkouano. (2003). Assessment of genotypic variation in the root architecture of *Musa* spp. under field conditions. InfoMusa 12 (1) 24-29.
8. Dubois, T., Gold, C.S., Coyne, D., Paparu, P., Mukwaba, E., Athman, S., Kapinduan, S. & E. Adipapa. (2004). Merging biotechnology with biological control. Banana *Musa* tissue culture plants enhanced by endophytic fungi. Uganda Journal of Agricultural Science. 9, 445-451.
9. Gousseland, J. (1983). Etude de l'enracinement et de l'émission racinaire du bananier 'Giant Cavendish' (*Musa acuminata* AAA, sous-groupe Cavendish) dans les andosols de la Guadeloupe. Fruits 38:611-623.
10. Gowen, S. R., Queneherve, P. & R. Fogain. (2005). Nematode parasites of banana and plantain 611-643. In: Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture Eds. M. Luc, R. A. Sikora and J. Bridge. CAB International, Wallingford UK.
11. Griesbach, M. (2000). Occurrence of mutualistic fungal endophytes in bananas (*Musa* spp.) and their potential as biocontrol agents of the banana weevil *Cosmopolites sordidus* in Uganda. PhD thesis, University of Bonn, Germany.
12. Hallmann, J. & R. A. Sikora. (1994). Occurrence of plant parasitic nematodes and non-pathogenic species of *Fusarium oxysporum* in tomato plants in Kenya and their role as mutualistic synergists for biological control of root-knot nematodes. International journal of pest management 40, 321-325.
13. Hallmann, J. & R. A. Sikora. (1994). Influence of *Fusarium oxysporum*, a mutualistic fungal endophyte on *Meloidogyne incognita* infection of tomato. Journal of Plant Disease and Protection - Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten und Pflanzenschutz. 101 (5) 475-481.
14. Hallmann, J. & R. A. Sikora. (1995). Toxicity of fungal endophyte secondary metabolites to plant parasitic nematodes and soil-borne plant pathogenic fungi. European Journal of Plant Pathology 102: 155-162.
15. Hallmann, J., Quadt-Hallmann, A., Mahaffee, W. F. and J. W. Kloepper. (1997). Endophytic bacteria in agricultural crops. Canadian J. microbial. 43, 905-914.
16. Hasky-Guether, K., Hoffmann-Hergarten, S., & R. A. Sikora. (1998). Resistance against the potato cyst nematode *Globodera pallida* systemically induced by the rhizobacteria *Agrobacterium radiobacter* (G12) and *Bacillus sphaericus* (B43). Fundamental and Applied Nematology: 21 (5) 511-517.
17. Hussey, R. S. & R. W. Roncadori. (1982). Vesicular-arbuscular mycorrhizae may limit nematode activity and improve plant growth. Plant Disease 66, 9-14.
18. Jatala, P. (1986). Biological control of plant parasitic nematodes. Annual Review of Phytopathology. 24,453-489.

19. Kerry, B. R., Crump D.H. & L. A. Mullen. (1982). Natural control of the cereal cyst nematode, *Heterodera avenae* by soil fungi at three sites. *Crop Protection* 1, 99-109.
20. Kerry, B.R. (1990). An assessment of progress toward microbial control of plant parasitic nematodes. *Journal of Nematology* 22, 621-631.
21. Kiewnick, S. (2004). Biological control of plant parasitic nematodes with *Paecilomyces lilacinus* strain 251. 133-136. In: *Mutitrophic interactions in soil and integrated control*. Eds. R.A. Sikora, S. Gowen, R. Hauschild and S. Kiewnick. International Organization for Biological and integrated control of noxious animals and plants (IOBC). Monfavet Cedey, France. 27 (1) 302 pages..
22. Kokalis-Burelle, B. N., Vavrina, C. S., Rosskopf, E. N. & R. A. Shelby. (2002). Field evaluation of plant growth-promoting rhizobacteria amended transplant mixes and soil solarization for tomato and pepper production in Florida. *Plant and Soil* 238, 257-266.
23. Mendoza, A., Sikora, R.A. & S. Kiewnick. (2004). Efficacy of *Paecilomyces lilacinus* (strain 251) for the control of *Radopholus similis* in banana. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*. 69 (3) 365-372.
24. Niere, B.I., Speijger, P.R., Gold, C.S. & R. A. Sikora. (1998). Fungal endophytes from bananas for the biocontrol of *Radopholus similis*. *Proceedings of the Banana IPM Meeting*. Nelspruit, S. Africa. 313-318.
25. Niere, B.I., Speijger, P.R. & R.A. Sikora. (1999). A novel approach to the biological control of banana nematodes. In: *Mobilizing IPM for sustainable banana production in Africa*. Eds. E. A: Frision, C.S. Gold, E. B. Karamuara & R. A. Sikora. *Proceedings, Nelspruit, St. Africa*, 313-318.
26. Paparu, P., Dubois, T., Gold, C.S., Adiplala, E., Niere, B. & D. Coyne. (2004). Inoculation, colonization and distribution of fungal endophytes in *Musa* tissue culture plants. *Uganda Journal of Agricultural Sciences*. 9:583-589.
27. Oostendorp, M. & R.A. Sikora. (1989). Seed treatment with antagonistic rhizobacteria for the suppression of *Heterodera schachtii* early root infection of sugar beet. *Revue de Nématologie* 12, No. 1, 77-83.
28. Padgham, J. and R. A. Sikora. (2006). The potential for *Meloidogyne graminicola* biological control in rice under oxic and anoxic soil environments. 111-116. In: *Mutitrophic interactions in soil and integrated control*. Eds. J. M. Raaijmakers and R. A. Sikora. International Organization for Biological and integrated control of noxious animals and plants (IOBC). Monfavet Cedey, France.
29. Pocasangre, L., Sikora, R.A., Vilich, V. & R.-P. Schuster. (2000). Survey of banana endophytic fungi from Central America and screening for biological control of *Radopholus similis*. *Acta Horticulturae*. Number 531: 283-290 and in *InfoMusa* 9 (1) 35.
30. Reitz, M., Rudolph, I. Schroeder, S., Hoffmann-Hergarten, S. Hallmann, J. & R. A. Sikora. (2000). Lipopolysaccharides of *Rhizobium etli* strain G12 act as inducing agent of systemic resistance in potato towards infection by the cyst nematode *Globodera pallida*. *Applied and Environmental Microbiology*. 66 (8) 3515-3518.
31. Schuster, R.-P., Sikora, R. A. & N. Amin (1995). Potential of endophytic fungi for the biological control of plant parasitic nematodes. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*. 60/3b:1047-1052.
32. Sikora, R.A. & F. Schoenbeck. (1975). Effect of vesicular-arbuscular mycorrhizae (*Endogone mosseae*) on the population dynamics of the root-knot nematodes *Meloidogyne incognita* and *Meloidogyne hapla*. *Proc. VIII. Intern. Cong. Plant Prot., Moscow*, 158-166.
33. Sikora, R.A. (1978). Studies of the endotrophic mycorrhizal fungus *Glomus mosseae* on the host-parasite interrelationships of *Meloidogyne incognita* on tomato. (In German). *Ztschr. PflKrankh. PflSchutz*, 85, 197-202.
34. Sikora, R.A. (1992). Management of the antagonistic potential in agricultural ecosystems for the control of plant parasitic nematodes. *Annual Review of Phytopathology*. Chapter 12, 245-270.
35. Sikora, R. A. (1997). Biological system management in the rhizosphere an inside-out / outside-in perspective. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*. 62/2a, 105-112.
36. Sikora, R.A. & R.- P. Schuster. (1998). Novel approaches to nematode IPM. In: *Mobilizing IPM for sustainable banana production in Africa*. Eds. E. A: Frision, C.S. Gold, E. B. Karamuara & R. A. Sikora. *Proceedings of a meeting in Nelspruit, St. Africa* 1998 127-136.
37. Sikora, R.A. (2002). Strategies for biological system management of nematodes in horticultural crops: fumigate, confuse or ignore them. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*. 67 (2) 5-18.
38. Sikora, R. A., Niere, B. & J. Kimenju, J. (2003). Endophytic microbial biodiversity and plant nematode management in African agriculture. 179-192. In: *Biological control in IPM systems in Africa*. Eds. P. Neuenschwander, C Borgemeister & U. Langewald. CABI Publishing 407 pp.
39. Sikora, R. A. & L. E. Pocasangre. (2004). New technologies to increase root health and crop production. *InfoMusa* 13 (2) 25-29.
40. Sikora, R.A., Bridge, J. & J.L. Starr. (2005). Management Practices: an overview of integrated nematode management technologies. 793-825. In: *Plant parasitic nematodes in tropical and subtropical agriculture*. (Eds. M. Luc, R. A. Sikora, J. Bridge). Commonwealth Agricultural Bureau International 871 p.
41. Sitaramaiah, K. & R.A. Sikora. (1981). Influence of the endomycorrhizal fungus *Glomus mosseae* on *Rotylenchulus reniformis* penetration and development on bush bean, cucumber and muskmelon. *Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences*. 46, 695-702.
42. Smith, G. S. (1987). Interactions of nematodes with mycorrhizal fungi. Pages 292-300. In: *Vistas on nematology*. Eds. Veech J. A. and D. W. Dickson. Society of Nematology, Hyattsville MA, USA. 509 pages.

43. Speijer, P. R. & R. A. Sikora. (1991). Influence of a complex disease involving *Pratylenchus goodeyi* and a non-pathogenic strain of *Fusarium oxysporum* on banana root health. 231-239. In: Biological and integrated control of highland banana and plantain pests and diseases. Eds. C.S. Gold and B. Gemmill. Proceeding of Conference Cotonou, Benin 1991. International Institute of Tropical Agriculture Press, Ibadan, Nigeria. 453 pages.
44. Stewart, T.M., Mercer, C.F. & J. L. Grant. (1993). Development of *Meloidogyne naasi* on endophyte-infected and endophyte-free perennial ryegrass. Australasian plant pathology 22. 40-41.
45. Stirling, G. R. (1991). Biological control of plant parasitic nematodes. CAB International Wallingford UK. 282 pages.
46. United Nations Environment Programme (UNEP). (1998). Report of the Methyl Bromide Technical Options Committee – 1998 Assessment of alternatives to Methyl Bromide. UNEP Nairobi, Kenya.
47. Vu, T.T., Sikora, R.A. & R. Hauschild. (2004). Effects of endophytic *Fusarium oxysporum* towards *Radopholus similis* activity in absence of banana. Communications in Agricultural and Applied Biological Sciences. 69 (3) 381-386.
48. Vu.T.T. (2005). Modes of action of non-pathogenic *Fusarium oxysporum* endophytes for bio-enhancement of banana toward *Radopholus similis*. PhD. Thesis, University of Bonn, German.
49. Wissing, A.E., Vilich, V. & R.A. Sikora. (1997). Vergleich von Biotestverfahren zur Ermittlung und Nutzung des antagonistischen Potentials gegen Phytopathogene im Bodenökosystem. Gesunde Pflanzen 49 (1) 1-11.
50. Zum Felde, A. (2002). Screening of endophytic fungi from banana (*Musa* spp.) for antagonistic effects towards the burrowing nematode *Radopholus similis* (Cobb). Thorne, MSc thesis, University of Bonn, Germany.
51. Zum Felde, A., Pocasangre, L & R. A. Sikora. (2005). The potential use of microbial communities inside suppressive banana plants for banana root protection. 169-177. In: Banana root system: towards a better understanding for its productive management. (eds D. W. Turner & F. E. Rosales). Proceedings of an international symposium, San Jose Costa Rica, 2003. INIBAP, Montpellier, France. 73-85.
52. Zum Felde, A., Pocasangre, L. E., Carnizares Monteros, C. A., Sikora, R.A., Rosales, F.E. & A. S. Riveros. (2006). Effects of combined inoculations of endophytic fungi on biocontrol of the burrowing nematode (*Radopholus similis*) in banana. InfoMusa. (In press).

HONGOS ENDOFÍTICOS COMO AGENTES BIOLÓGICOS DE CONTROL DE FITONEMATODOS EN BANANO

ENDOPHYTIC FUNGI AS BIOLOGICAL CONTROL AGENTS OF PLANT PARASITIC NEMATODES IN BANANA

Luis E. Pocasangre¹; Roy Donaldo Menjivar²; zum Felde Alexandra³; Alba Stella Riveros⁴; Franklin E. Rosales⁵ & Richard A. Sikora⁶

¹Assistant Regional Coordinator for Latin America & the Caribbean, INIBAP c/o CATIE, 7170, Turrialba, Costa Rica;

^{2,3}Ph.D. Student, University of Bonn; ⁴Associate Researcher, CATIE, 7170 Turrialba, Costa Rica;

⁵Regional Coordinator of INIBAP for Latin America & the Caribbean;

⁶University Professor, Head of Nematology in Soil Ecosystems Research Unit, Dept. of Plant Pathology, Institute of Crop Science and Resource Conservation (INRES), University of Bonn, Nussallee 9, 53115 Bonn, Germany

SUMMARY

The objective of the present study was to evaluate the effect of four endophytic fungi on plant growth in a commercial nursery and their biocontrol activity against *Radopholus similis* in two commercial banana plantations in Costa Rica: Finca Formosa and Bananita. The endophyte-inoculated treatments evaluated were: two isolates of *Trichoderma atroviride* (T1 and T2) and two non pathogenic isolates of *Fusarium oxysporum* (T3 and T4). The chemical treatment (T5) was a rotation of three different nematicides, the first application was 15 days after the planting and the others were applied every three month. The absolute control (T6) was plants without endophytes and no nematicide applications. The evaluation of the biocontrol activity was assessed every month, taking 10 plants per treatment for the extraction of nematodes using the methodology of Taylor and Logering modified by CORBANA. The data were analyzed using the variance analysis and the means of the 7 monthly samples were compared by Duncan's multiple range test ($P < 0.05$). The results on plant growth promotion in the nursery indicate that plants inoculated with any on the four endophytes were significantly higher, had a greater pseudostem diameter and greater number of leaves than non-inoculated plants. Due to accelerated plant growth, plants were transferred to the field and planted two weeks earlier than planned. Analysis of nematode data for both farms revealed that the roots of plants, inoculated with a *T. atroviride* isolate, contained significantly less *R. similis*/100 g root than those of plants treated with nematicides. No statistically significant differences were observed between nematode densities in roots of the other inoculated plants (T1, T3 & T4) and nematicide-treated plants (T5). These results suggest that when replanting banana areas, three applications of nematicides can be replaced by a single inoculation of *T. atroviride* T2 as this endophyte presented better nematode control activity than the chemical control in both farms. A study to determine how long plants can be protected by endophytes in the field is being carried-out on the second cycle in the follower sucker of the inoculated banana mats in both farms. In addition, the nature of nematode-control mechanisms is being studied at the University of Bonn, Germany and at CATIE, in Costa Rica.

Keywords: endophytic fungi, biocontrol, plant-growth promotion, *Radopholus similis*, *Fusarium oxysporum*, *Trichoderma atroviride*

INTRODUCCIÓN

Esta completamente establecido que en la mayoría de los países productores de banano en Latinoamérica después de Sigatoka negra, fitonematodos es el segundo problema fitosanitario. Perdidas económicas entre 10 al 50 % han sido documentadas en plantaciones comerciales de banano en varios países productores a nivel intercontinental (Tarté *et al.* 1981; Pinochet, 1986; Davide, 1996). Actualmente, el manejo convencional de fitonematodos en banano se basa en dos a tres aplicaciones de nematicidas y el costo del control oscila entre USD 350 a 500 por hectárea por año.

En la mayoría de las plantaciones comerciales de banano en Latinoamérica, así como en algunos países de Asia y África, *Radopholus similis*, es el nematodo de mayor importancia. Desafortunadamente *R. similis* es un nematodo endoparásito migratorio, que puede completar su ciclo de vida dentro de las raíces, lo cual hace mas difícil su control. Por otra parte, la eficacia de los nematicidas puede ser seriamente reducida por varias razones: mala aplicación del producto, condiciones climáticas desfavorables para el nematicida, lavado por escorrentía y principalmente por

biodegradación de microorganismos del suelo, que son capaces de desdoblar el principio activo de los nematocidas y convertirlo en sustancia no tóxicas para los nematodos.

Dentro de los pesticidas presentes en el mercado, los nematocidas están catalogados como los más tóxicos, seguidos por los insecticidas, fungicidas y herbicidas. Esta característica de alta toxicidad, vuelve a los nematocidas los productos más susceptibles a ser prohibidos en la agricultura. Se estima que la mayoría de los nematocidas presentes en el mercado serán cancelados en los próximos 5 años y desafortunadamente la aparición de nuevas moléculas sintéticas no se avizora en el futuro cercano. Consecuentemente, la búsqueda de alternativas no químicas para el control de nematodos, se vuelve una necesidad imperativa para la industria bananera. Investigaciones tendiente en esta dirección, realizadas durante los últimos nueve años en la Universidad de Bonn, Alemania, en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Costa Rica y en el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) en Uganda y Nigeria han demostrado que hongos endofíticos presentes en el tejido interno de raíces de banano y plátano pueden ser utilizados como agentes biológicos de control de fitonematodos. Reducciones hasta del 90% de la población final de *R. similis* en el sistema radical de plantas protegidas con hongos endofíticos han sido registradas en varios experimentos repetidos en el tiempo bajo condiciones controladas (Pocasangre, 2000; Pocasangre et al., 2000a; Pocasangre et al., 2000b; zum Felde, 2002; Cañizares, 2003; Meneses et al., 2003). Sin embargo, muy poca información existe acerca de la actividad antagonista de los hongos endofíticos en condiciones de campo. Consecuentemente, el presente trabajo tuvo como objetivo principal, evaluar el efecto de biocontrol de cuatro hongos endofíticos elite en dos fincas comerciales en Costa Rica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación. La presente investigación se realizó en dos fincas comerciales de la provincia de Limón. Estas fincas se encuentran ubicadas una al Oeste del río Reventazón, FORMOSA, que cuenta con una área productiva de 293 Ha, ubicadas a una altura de 67msnm, en el cantón de Pocosí. La segunda finca, BANANITA, se encuentra ubicada al Este del río Reventazón, con 256 Ha. en producción, a una altura de 16msnm en el cantón de Matina.

Material vegetal. Vitro-plantas del subgrupo Cavendish, del clon "Valery", fueron usadas para el experimento. Las plantas fueron suministradas con 6 semanas de endurecimiento colectivo en bandejas plásticas en el vivero, donde el manejo de las plantas se realizó de acuerdo a los protocolos de propagación comercial, el cual incluye principalmente prácticas como riego, fertilización y regulación de sombra.

Hongos endofíticos. Se seleccionaron cuatro aislados de hongos endofíticos de actividad biocontroladora conocida contra *R. similis*. Dos aislamientos de *Trichoderma atroviride* provenientes de suelos supresivos de Guatemala y Costa Rica, los otros hongos fueron cepas no patogénicas de *Fusarium oxysporum* recolectados en suelos supresivos a nematodos en Sixaola y Talamanca (Costa Rica). Estos aislados fueron conservados en incubadoras a 24°C. Para la producción de inóculo los hongos endofíticos fueron cultivados en PDA al 100% durante dos semanas, posteriormente, bajo condiciones asépticas, se removieron las esporas agregando 25ml de agua estéril, para luego hacer un rayado con una espátula de 3cm de ancho y bordes redondeados para facilitar el raspado del micelio. La solución obtenida del rayado del plato Petri fue filtrada por medio de gasas y decantada en un beaker de 250ml para obtener la suspensión de esporas. De cada suspensión de cada hongo se realizaron conteos por medio de un hematocímetro de Neubauer para medir la concentración de esporas, luego esta suspensión fue ajustada a una concentración de 1.0×10^6 ufc/ml.

Descripción de los tratamientos. Los tratamientos evaluados fueron seis: cuatro hongos endofíticos, un testigo comercial (manejado mediante la rotación de 3 diferentes nematocidas) y un testigo absoluto. Los hongos endofíticos evaluados fueron dos aislados de *Trichoderma atroviride* (MT-20 y S-2) y dos de cepas no patogénicas de *Fusarium oxysporum* (S-9 y P-12). El testigo comercial (T5) consistió en la rotación de los siguientes nematocidas durante el ciclo de producción. La primera aplicación fue, Nema-cur 15 G se aplicó 23.3g / planta, 15 días después de la siembra en campo. La segunda y tercera aplicación se realizaron a intervalos de tres meses después de la primera utilizando 23.3g de Mocap 15 G y 20g de Counter 15 G, por planta respectivamente. El testigo absoluto (T6), consistió en plantas no protegidas con hongos endofíticos ni uso de nematocidas. El Cuadro 1. describe los tratamientos utilizados.

Cuadro 1. Descripción de los tratamientos manejados en el estudio de hongos endofíticos como biocontroladores de *Radopholus similis* en fincas de banano.

Tratamiento	Código	Origen	Ingrediente activo(I. A.)
T1	MT-20	Guatemala	<i>Trichoderma atroviride</i>
T2	S2	Sixaola	<i>Trichoderma atroviride</i>
T3	S9	Sixaola	<i>Fusarium oxysporum</i> (ANP)
T4	P12	Talamanca	<i>Fusarium oxysporum</i> (ANP)
T5	Testigo comercial		
	Nemacur 15 G		Fenamifos
	Mocap 15 G		Ethoprofos
	Counter 15 G		Terbufos
T6	Testigo absoluto		Plantas no inoculadas y sin aplicación de nematicida.

Variables respuesta. Para estudiar el potencial de biocontrol al fitonematodo, se midieron las siguientes variables: Cantidad de *R. similis* por 100 g de raíz, cantidad de raíz funcional y cantidad de raíz muerta expresada en gramos. Para determinar el promoción de crecimiento en invernadero se midió: diámetro del seudotallo, altura de planta y emisión foliar.

Metodología de muestreo para biocontrol de nematodos. En la evaluación de biocontrol de fitonematodos, se realizaron siete muestreos mensuales, partiendo dos meses después de la siembra en campo, hasta un mes después de la floración. Se seleccionaron al azar por 10 plantas/tratamiento, a las cuales se les extrajo una muestra de raíz de una excavación de 30 x 30 x 30cm. Una vez lavada la muestra se procedió a separar y pesar en gramos la raíz funcional y raíz muerta. La extracción del nematodo barrenador *R. similis* del tejido radical, se realizó mediante el método de macerado y tamizado utilizado en el laboratorio de nematología de la Corporación Bananera Nacional CORBANA (Araya, 1999).

Diseño experimental. El diseño estadístico utilizado tanto para biocontrol como promoción de crecimiento fue un completo al azar (DCA) con mediciones en el tiempo para las variables de biocontrol medidas en 10 repeticiones. Para medir la promoción de crecimiento en vivero que midieron 100 seleccionadas al azar.

Análisis de los datos. Los datos de cada variable evaluada, se analizaron por medio de un análisis de varianza, para determinar si existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados. Se utilizó el procedimiento GLM (General Linear Models Procedure) del programa estadístico SAS V. 8. Los resultados de nematodos fueron transformados antes de realizar el análisis estadístico utilizando $\ln(x + 1)$ y las medias fueron comparadas mediante una prueba de rangos múltiples de Duncan ($P < 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Promoción de crecimiento

Para las variables de promoción de crecimiento en vivero, los resultados indican que existieron diferencias altamente significativas a favor a las planta inoculada con hongos endofíticos en comparación con plantas testigo ($p < 0.0001$). El cuadro 2 muestra la variable altura, donde todos los hongos endofíticos superaron al testigo. Especialmente los tratamientos T2, *T. atroviride* y T3, *F. Oxysporum* superaron en mas de 6 cms al testigo. La variable diámetro, mostró también un valor superior en las plantas inoculadas con endofíticos, en comparación con el testigo absoluto. La variable de emisión foliar, mostró la misma tendencia; con excepción del T4, todos los hongos endofíticos presentaron mayor numero de hojas (8.110 h, 8.053h y 7.793h respectivamente). Resultados similares fueron encontrados por Pocasangre *et al.*, 2004, quienes encontraron una promoción de crecimiento para las variables altura, diámetro y emisión de hojas en plantas de banano. Vu (2005) encontró en experimentos en ausencia de *R. similis* que aislados no patogénicos de *F. oxysporum*, promovieron el crecimiento de banano en un periodo de 14 semanas, influyendo significativamente sobre el crecimiento en un 16-28% de peso fresco en raíces y seudotallos, respectivamente. Asimismo este efecto de promoción de crecimiento ha sido bien documentados

con cepas no patogénicas de *Fusarium spp.*, que promovieron crecimiento en diferentes cultivares de banano, tres meses después de la inoculación (Niere *et al.*, 1999; Niere, 2001; Pocasangre, 2000).

La promoción de crecimiento detectada en la presente investigación obligó a sembrar con dos semanas de antelación el experimento en el campo definitivo. Consecuentemente, este efecto de promoción de crecimiento tiene una repercusión positiva para bajar los costos de producción de vitroplantas, ya que los laboratorios comerciales de micropropagación pueden ahorrarse dos semanas de mantenimientos de las plantas en viveros comerciales.

Cuadro 2. Efecto de hongos endofíticos sobre la promoción de crecimiento en banano cultivar Valery Musa (AAA), después de un mes de crecimiento en condiciones de vivero comercial.

Tratamiento	Descripción	Altura (cm)		Diámetro (cm)		Emisión foliar	
T1	MT-20	17.762	a	1.186	b	8.110	a
T2	S2	18.155	a	1.243	a	7.793	a
T3	S9	18.095	a	1.173	b	8.053	a
T4	P12	13.610	b	0.978	c	7.093	b
T5	Testigo	11.810	c	0.869	d	6.860	b

N = 100. *Promedios acompañados de letras diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas según prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

Biocontrol

El cuadro 3. resume los resultados para las variables de biocontrol, para la finca Formosa, en donde todos los tratamientos con hongos endofíticos presentaron cantidades inferiores de *R. similis* que el tratamiento químico. Especialmente el tratamiento T2, *Thichoderma atroviride*, presentó estadísticamente menor densidad de fitonematodos, que el tratamiento químico registrando únicamente 13,468 nematodos / 100g / raíz, en comparación con 28,113 nematodos / 100g / raíz del tratamiento químico. Estos resultados sugieren que una única inoculación con este hongo endofítico, protege la planta contra el ataque de fitonematodos por un periodo de 9 meses y puede sustituir las tres aplicaciones de nematicidas en plantaciones de renovación. Por otra parte, estudios tendientes a conocer la duración de la protección de la planta deben ser realizados, debido a que banano es un cultivo perenne y posiblemente exista un efecto de transferencia de protección de la planta madre al hijo de sucesión, debido a que estos hongos pueden translocarse de la madre al hijo.

Cuadro 3. Efecto de hongos endofíticos sobre el biocontrol de *Radopholus similis* y la sanidad radical, después de 7 muestreos realizados en finca FORMOSA.

Tratamiento	Descripción	Raíz funcional (g)		Raíz Muerta (g)		<i>Radopholus similis</i> /100g Raíz	
T1	MT-20	77.774	ab	14.910	b	18,234	ab
T2	S2	84.471	a	7.423	c	13.468	c
T3	S9	68.983	bc	22.640	a	25,251	a
T4	P12	67.930	bc	11.157	bc	15.918	ab
T5	Químico	70.491	bc	20.011	a	28,113	a
T6	Absoluto	62.021	c	14.354	b	28,677	a

*Promedios acompañados de letras diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas según prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

Los resultados de las variables de biocontrol de los hongos endofíticos en la finca Bananita, indican que plantas protegidas con hongos endofíticos presentaron cantidades de *R. similis* por debajo del testigo absoluto. Por otra parte, el efecto de biocontrol del tratamiento, T2, *T. atroviride* encontrado en la finca Formosa fue consistente para la finca Bananita, presentándose incluso diferencia estadística en comparación con el testigo químico (Cuadro 4). Por otra parte, los demás aislados endofíticos presentaron cantidades de *R. similis* estadísticamente similares al tratamiento químico. Consecuentemente, se puede concluir que bajo las condiciones de este experimento de campo, una inoculación de plantas con el hongo endofítico, T2, *T. atroviride* puede reemplazar el uso de nematicidas en la finca Bananita. Desafortunadamente, no existe información sobre la evaluación de hongos endofíticos en plantaciones comerciales. Sin embargo, trabajos de biocontrol en condiciones controladas realizados por zum Felde, (2002), Meneses (2003) y Cañizares, (2003) demostraron que estos aislados endofíticos son capaces de reducir la tasa de reproducción de *R. similis* hasta en un 85%. Esta consistencia de biocontrol entre experimentos de invernadero bajo condiciones controladas y los obtenidos en la presente investigación en plantaciones comerciales es

raramente encontrada, debido a que en el campo existen muchos factores que pueden afectar la capacidad antagonista de los agentes de biocontrol introducidos al sistema. Por el ejemplo, las poblaciones nativas de microorganismos presentes en el suelo, que normalmente están mas adaptados que los microorganismos introducidos. Por otra parte el manejo intensivo de las plantaciones comerciales, principalmente el uso de fertilizantes, nematocidas, herbicidas y fungicidas aplicados puede afectar la actividad de los antagonistas introducidos. Consecuentemente, estos datos sugieren que los hongos endofíticos tienen una capacidad adaptación a diferentes suelos y ambientes y que su actividad esta más relacionada al interior de la planta, así como en la rizosfera, por lo cual su actividad de biocontrol se concentra en la protección del sistema radical de la planta. Posiblemente su modo de acción radica en evitar la penetración de los nematodos al sistema radical así como disminuir la tasa de reproducción de *R. similis* en los tejidos internos de las raíces. Sin embargo más estudios son necesarios para dilucidar el mecanismo de acción de estos hongos.

Cuadro 4. Efecto de hongos endofíticos sobre el biocontrol de *Radopholus similis* y la sanidad radical, después de 7 muestreos realizados en finca BANANITA.

Tratamiento	Descripción	Raíz funcional (g)		Raíz Muerta (g)		<i>Radopholus similis</i> /100g Raíz	
T1	MT-20	58.166	ab	8.323	ab	21,661	ab
T2	S2	56.233	ab	9.246	a	16,078	c
T3	S9	52.549	b	8.406	ab	24,832	ab
T4	P12	54.996	ab	6.354	b	19,083	b
T5	Químico	62.131	a	8.679	a	17,196	b
T6	Absoluto	52.493	b	8.759	a	35,876	a

n = 10 *Promedios acompañados de letras diferentes en la misma columna denotan diferencias significativas según prueba de Duncan al 5% de probabilidad.

Sanidad radical

En la finca Formosa, la producción de raíz funcional, indica que los tratamientos con hongos endofíticos obtuvieron mayor peso de raíz con respecto al testigo absoluto y el tratamiento químico. Sin embargo solamente el T2 fue estadísticamente diferente del tratamiento químico (Cuadro 4). En relación a la variable de raíz muerta, con excepción del tratamiento T3, todos los aislados endofíticos presentaron menor cantidad de raíz muerta que el tratamiento químico. Estos datos sugieren que los hongos endofíticos pueden promover el desarrollo y crecimiento de mayor cantidad de raíces sanas. En la finca Bananita, no se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento químico y los hongos endofíticos para las variables de raíz funcional. Para raíz muerta solamente el tratamiento T3, *Fusarium oxysporum*, presento menor cantidad de raíz muerta que el testigo químico, los demás tratamientos fueron iguales estadísticamente (Cuadro 4).

Sikora & Pocasangre (2004), proponen que el uso de hongos endofíticos puede contribuir a mejorar la sanidad radical y consecuentemente a mejorar la productividad de las fincas bananeras. Por otra parte, bajo condiciones controladas se ha comprobado que hongos endofíticos pueden promover el crecimiento radical de plantas de banano. Por ejemplo, Reissinger (1995), quien uso hongos endofíticos en banano de altura de África encontrando promoción de crecimiento en el sistema radical. De igual forma Pocasangre (2002), determinó que plantas inoculadas con aislados endofíticos presentaron pesos superiores del sistema radical y foliar en comparación con plantas no protegidas. Cañizares (2003), también obtuvo resultados similares, encontrando vitro-plantas inoculadas con endofíticos, con un 38% más de peso radical que el testigo. Por otra parte, Hallmann & Sikora (1994) trabajaron con hongos endofíticos en tomate encontrando el mismo efecto en promoción de crecimiento y mayor sanidad radical.

CONCLUSIONES

1. Plantas protegidas con hongos endofíticos presentaron menor cantidad de *R. similis*, que el tratamiento químico en las dos fincas evaluadas, sobresaliendo T-2 *T. atroviride*
2. Bajo las condiciones de este experimento una sola inoculación con el hongo endofítico, *T. atroviride* es capaz de reemplazar a tres aplicaciones de nematocidas en las dos fincas evaluadas.
3. Plantas protegidas con hongos endofíticos representaron mejor sanidad radical, expresada en mayor cantidad de raíz funcional y menor cantidad de raíz muerta que el testigo químico. Especialmente el T-2, *T. atroviride*, en las finca Formosa. mientras en BANANITA, no se encontraron diferencias significativas.

4. Durante la etapa de vivero, las vitro-plantas protegidas con endofíticos, representados en los tratamientos T-1 *T. atroviride*, T-2 *T. atroviride* y T-3 *F. oxysporum*, mostraron una mayor promoción de crecimiento, expresado en mayor altura, diámetro y emisión foliar, que el testigo absoluto.

LITERATURA

1. Araya, M. 1999. Metodología usada en el laboratorio de nematología de CORBANA S.A. para la extracción de nematodos de las raíces del banano (*Musa* sp. AAA). 16 pp.
2. Cañizares, C. A. 2003. Estudio sobre poblaciones de hongos endofíticos provenientes de suelos supresitos al nematodo barrenador *Radopholus similis* (Cobb) Thorne en plantaciones de plátano en la zona de Talamanca, Costa Rica. Tesis M. Sc. Turrialba, CR. CATIE. 75 pp.
3. Davide, R.G. (1996). Overview of nematodes as a limiting factor in *Musa* production. In: New frontiers in resistance breeding for nematode, *Fusarium* and *Sigatoka*. Eds. Frison, E.A.; Horry, J.P.; De Waele, D. INIBAP, Montpellier France., pp. 27-31.
4. Hallaman, J.; Sikora, R.A. 1994. Occurrence of plant parasitic nematodes and non-pathogenic species *Fusarium* in tomato plants in Kenya and their role as mutualistic synergists for biological control of root-knot nematodes. International Journal of Pest Management. 40: 321-325.
5. Meneses Hernández, A. 2003. Utilización de hongos específicos para el control biológico del nematodo barrenador *Radopholus similis* (Cobb). Tesis M. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 67 pp.
6. Niere, B. I.; Speijer, P. R.; Sikora, R. A. 1999. A novel approach to the biological control of banana nematodes. Deutscher Tropentag, 1999.
7. Niere, B. I. 2001. Significance of non-pathogenic isolate of *Fusarium oxysporum* Schlecht: Fries for the biological control of the burrowing nematode *Radopholus similis* (Cobb) Thorne on tissue cultured banana. Ph. D. Thesis, University of Bonn, Germany. 118 pp.
8. Pinochet, J. (1986). A note on nematode control practice on bananas in Central America. Nematropica, 16 (2):197-203.
9. Pocasangre, L.; Sikora, R. A.; Vilich, V.; Schuster, R. P. 2000a. Survey of banana endophytic fungi from Central America and screening for biological control of *Radopholus similis*. Acta Horticulturae 531: 283-289.
10. Pocasangre, L.; Sikora, R. A.; Vilich, V.; Schuster, R. P. 2000b. Encuesta sobre los hongos endofíticos del banano de América Central y el cribado para el control biológico del nematodo barrenador (*Radopholus similis*). InfoMusa 9(1): 3-5.
11. Pocasangre, L.; Sikora, R. A.; Araya, M. 2001. Estado actual de la situación nematológica en los bananos y plátanos en América Latina. PROMUSA. InfoMusa 10(2): 1-12.
12. Pocasangre, L. 2002. Mejoramiento biológico de vitro-plantas de banano mediante la utilización de hongos endofíticos para el control del nematodo barrenador *Radopholus similis*. p. 33-39 In: Riveros, A. S.; Pocasangre, L.; Rosales, F. E. 2002. Inducción de resistencia y uso de tecnología limpias para el manejo de plagas en plantas. Memoria del taller internacional realizado en CATIE, Turrialba, Costa Rica, 27-30 de agosto.
13. Pocasangre, L. 2003. Nuevas estrategias para el manejo de nematodos en musáceas. In Taller Manejo convencional y alternativo de la Sigatoka negra, nematodos y otras plagas asociadas al cultivo de las Musáceas. (2003, Guayaquil, Ecuador). Programa y resúmenes. MUSALAC/INIBAP/FUNDAGRO. 38 pp.
14. Pocasangre, L.; zum Felde, A.; Meneses, A.; Cañizares, C.; Riveros, A. E.; Rosales, F.; Sikora, R. A. 2004. Manejo alternativo de fitonematodos en banano y plátano. p. 106-112 In: Memorias, XVI reunión internacional de ACORBAT, Oaxaca, México.
15. Reissinger, A. 1995. Untersuchungen zur Wirkung endophytischer Pilze aus Bananen Wurzeln auf *Radopholus similis*. Diplomarbeit, Uni. Bonn.
16. Sikora, R. A.; Pocasangre, L.E. 2004. New Technologies to increase root health and crop production. InfoMusa, 13(2): 25-29.
17. Tarté, R. Pinochet, J.C., Gabrielli, C. & Ventura, O. (1981). Differences in population increase, host preferences and frequency of morphological variants among isolates of the banana Race of *Radopholus similis*. Nematropica, 11: 43-52.
18. Vu, T. T. 2005. Modes of action of non pathogenic *Fusarium oxysporum* endophytes for bio-enhancement of banana toward *Radopholus similis*. Ph. D. Thesis, University of Bonn, Germany. 102 pp.
19. zum Felde, A. K. V. 2002. Screening of Endophytic Fungi from Banana (*Musa*) for Antagonistic Effects towards the Burrowing Nematode, *Radopholus similis* (Cobb) Thorne. Thesis M. Sc. Bonn, Germany. Alemania. Universität Bonn. 53 pp.

PRESENT AND FUTURE SITUATION OF BANANA PRODUCTION IN THE SUBTROPICS

SITUAÇÃO PRESENTE E FUTURA DA BANANICULTURA NOS SUBTRÓPICOS

J.C. Robinson

Technical Manager, DuRoi Laboratory, P.O. Box 19013, Nelspruit 1200, South Africa

SUMMARY

The combined subtropical banana production is very small compared with the vast tropical dessert export market for AAA Cavendish bananas. However, the subtropical /Mediterranean banana industry comprises an important niche in world banana production by supplying the internal dessert banana needs of at least 15 countries. There is a small amount of export from some of these countries but the local markets accept most of the fruit at competitive prices, with less stringent standards on blemish quality and underpeel discolouration, and with few logistical problems. There are many specific climatic disadvantages in the subtropics due primarily to wind and cold winter nights causing undesirable physiological phenomena and long cropping cycles. In addition, a major disadvantage common to all the subtropical countries (not Mediterranean) is the problem of panama disease (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* Race 4, VCG 0120). This disease needs to be overcome by one or more genetic approaches to permit the re-establishment of thousands of hectares of disused infected banana land. Although there has been a vast amount of high technology banana research emerging from the Government research Institutes in the subtropics, the lack of effective transfer of this technology coupled with the complacency of local growers, has been a major constraint to increases in productivity. A major production advantage for all the subtropical/mediterranean countries (except southern Brazil) is the absence of the damaging leaf disease black sigatoka (*Mycophaearella fijiensis*), plus the easier and cheaper management of all pests and diseases than in the tropics, due to limitations of low temperatures and humidity on pathogen activity. The low annual rainfall of 500 to 1500 mm/annum also facilitates a host of management advantages relating to light and photosynthesis, planting densities, soil health, drainage, erosion control, leaching and nutrient use, irrigation and fertigation, plantation accessibility and cheaper input costs. All subtropical-mediterranean banana countries have generic marketing advantages which need to be promoted and exploited. These refer to the inherent ability to produce organic bananas in the dry environment coupled with the production of naturally firm and sweet fruit under cool conditions, both of which are sought-after attributes on the export markets of the world. More attention to fruit quality in general could make subtropical banana fruit a unique commodity.

Keywords: Subtropical bananas, Mediterranean bananas, local markets, Cavendish subgroup, cold winters, wind damage, low rainfall, underpeel discolouration, cycle time, light intensity, panama disease, black sigatoka, research, soil health, leaching, irrigation, fertigation, organic bananas, sweet fruit.

INTRODUCTION

Dessert bananas (*Musa* AAA and *Musa* AAB) are produced commercially in several subtropical and Mediterranean countries far removed from their geographical centres of origin, and from the main tropical production regions. These countries include Australia (New South Wales, Western Australia, Southern Queensland), South Africa (Limpopo, Mpumalanga and Kwazulu Natal provinces), Israel, Jordan, Lebanon, Morocco, Turkey, Egypt, Spain (Canary Islands), Republic of China (Taiwan) and Brazil (Santa Catarina Province). The banana production quantities of these countries are approximately as shown in Table 1.

Geographically, the subtropical/mediterranean production areas are situated at latitudes between 20° and 30° north and south of the equator, and are characterised climatically by wide seasonal variations and extremes in temperature and rainfall. Cultivation systems are orientated towards coping with these extremes of heat or cold as well as with the unusual physiological responses of the plant and the critical need for efficient supplementary irrigation.

Subtropical and Mediterranean countries growing commercial dessert bananas produce very small volumes in comparison with tropical banana exporting countries (Table 1). For example, the annual export of Cavendish bananas from Ecuador is **1.5 x the total production** of Cavendish bananas in all the subtropical/Mediterranean countries listed. Subtropical banana industries are inherently small and intensive because management is difficult and production is limited by the size of the local internal market. Export does not usually take place from subtropical countries due to either

fruit quality problems, economical or logistical constraints and/or distance from the main markets. In addition, internal demand and local banana prices are usually quite competitive, making the need for export unnecessary. However, some short-distance banana fruit export is currently taking place to traditional markets such as from Taiwan to Japan, Canary Islands to mainland Spain, Santa Catarina, Brazil, to neighbouring South American countries, and Yemen to Saudi Arabia. The dessert cultivars grown for domestic consumption as well as for the limited export markets are predominantly AAA Cavendish (Grand Nain, Williams, Valery), with a small volume of locally-popular AAB cultivars (Prata and Ladyfinger). A negligible amount of plantains/cooking bananas are grown in subtropical/Mediterranean countries.

TABLE 1. Production of dessert bananas in subtropical and Mediterranean countries (2003).

Country	Total (Mt)	Cultivars	Export (Mt)
Egypt	850 000	AAA Cavendish	Negligible
Brazil (S Catarina)	655 504	AAA Cavendish AAB Prata	118 051(2004)
Canary Islands	400 950	AAA Cavendish	326 255
South Africa	279 500	AAA Cavendish	negligible
Australia	250 000	AAA Cavendish AAB Ladyfinger	negligible
Taiwan	190 000	AAA Cavendish	110 000
Morocco	182 300	AAA Cavendish	negligible
Israel	105 000	AAA Cavendish	negligible
Yemen	97 100	AAA Cavendish	47 050
Turkey	70 000	AAA Cavendish	negligible
Lebanon	66 700	AAA Cavendish	16 300
Jordan	42 000	AAA Cavendish	negligible

Source : Lescot, 2004

Probably the main advantage of growing bananas in subtropical localities is the general absence of the devastating leaf disease *Mycosphaerella fijiensis* (black sigatoka). This saves the subtropical plantations from the huge production costs faced by tropical plantations. However, there are many other damaging diseases and pests in the subtropics as well as a wide range of climate and production constraints. For this reason, some of the most respected scientific research and development undertaken on bananas internationally, originates from the Research Institutes of Australia, South Africa, Israel, Taiwan, Canary Islands and Brazil.

CLIMATIC DISADVANTAGES OF GROWING BANANAS IN THE SUBTROPICS

Banana is primarily a crop of the humid tropical lowlands which are areas characterised by less than 10° latitude, less than 100m altitude, not less than 19°C mean minimum temperature and more than 100 mm rain every month. In the humid tropics, mean temperatures are generally within the optimum range of 22 to 31°C for growth (dry matter assimilation) and development (leaf area increment) throughout the year, thus there is no heat stress on the plant, no chilling occurs, and irrigation is not necessary to improve production. On the basis of temperature alone, conditions for optimum production exist throughout the year and physiological problems due to temperature seldom occur. Furthermore, the general lack of wind, dust, storms, hail, drought, or frost in the humid tropics means there are fewer climate-induced plantation disasters than occur in the subtropics (except for hurricanes).

The effect of temperature-related hazards in the subtropics, semi-arid tropics and Mediterranean banana-growing countries ranges from barely noticeable to complete devastation, depending on the plantation site and severity of the climatic condition. In turn, the climatic extremes affect banana growth, development, productivity and fruit quality to varying degrees.

Problems due to cold weather

Frost

Bananas cannot be grown in the open where frost occurs regularly. Many plantations in the subtropics experience occasional frost damage (Israel, Egypt) which rapidly kills banana leaves, and only a few minutes below 0°C is sufficient to ruin a plantation. To manage a plantation that has had severe frost damage, the grower must realise that a minimum of 4 to 6 leaves is required for a young

bunch to develop, thus each plant has to be treated on its merits after the damage. A plant bearing a newly-emerged bunch can be cut down if frost damage occurs, whereas a pre-flowering plant that produces 4 to 6 green leaves after the frost, may be left to develop the bunch, although "greenlife" may be reduced accordingly. In some countries (Morocco, Turkey) it is only possible to grow bananas under greenhouse environmental protection.

Winter chill damage

At winter night temperatures between 6 and 12°C, banana leaves become progressively more yellow due to chilling and chlorophyll destruction. Below 6°C damage depends on the lowest temperature and the duration of low temperatures. Leaves may not be killed but necrotic patches may develop and physiological efficiency of the leaf is severely reduced. Winter chill is more pronounced in cooler localities or at the bottom of slopes, and damage is most severe between 1 and 3°C. On young transplants growing through a cold winter, the youngest inner leaves which are most cold-sensitive, may die back completely and continue to die through the centre of the pseudostem near to the growing point. In warmer spring conditions, new leaves push up through the plant forming a second pseudostem, while leaves from the original pseudostem are blackened or break away from the plant.

Growth cessation

This occurs when mean monthly **minimum** temperature falls to 9°C or the mean **monthly** temperature (maximum + minimum ÷ 2) falls to 14°C. There is no visible damage to the plant except that negligible dry matter assimilation or leaf emergence takes place and the plant remains "dormant". Extension root growth ceases and existing feeder roots die back with no new ones being formed, thus absorption of water and nutrients is severely restricted. Leaf emergence rate drops to between 0 and 0.5 leaves per month, compared with 4 or 5 leaves per month in summer or during every month in the humid tropics. The period of growth cessation is normally from June to August in the southern hemisphere and from December to February in the northern hemisphere. The phenomenon of growth cessation causes ratoon cycle times to be as long as 12 or 13 months in the subtropics compared with 8 months in the tropics, with obvious implications for the annual yield potential of the two regions. Bunch development in the subtropics may take 7 months following flower emergence in autumn.

In terms of winter temperatures, growth cessation and photosynthesis (p/s) in South Africa, mean diurnal p/s of Cavendish banana plants in mid-summer reached 19.6 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$ compared with 7.3 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$ in mid winter (when minimum temperature of previous night was 11.7°C). Following a **cold** winter night during which minimum temperature dropped to 6.2°C, mean diurnal p/s of the following day reached only 2.8 $\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$ (Eckstein and Robinson, 1995).

"Choke throat"

This is a well-known phenomenon in high latitude banana-growing areas. It occurs mainly during winter when normal leaf emergence is restricted by low night temperatures. A new bunch, trying to emerge through the top of the pseudostem and hang properly cannot do so because leaves develop short internodes, and petioles become compacted and congested at the aperture ("throat"). The problem is most severe with short cultivars like AAA Dwarf Cavendish which develop pronounced rosetting and congestion of petioles in cold weather. The bunch may point straight up in the air. Consequently, Dwarf cultivars are no longer popular in subtropical localities. Mild choke throat sometimes happens with tall Cavendish cultivars in the tropics but its occurrence is related to production constraints other than low temperature (temporary drought, waterlogging, continuous cloudiness).

Winter flower initiation

This occurrence leads to the problem called "November dump" or "May bunch" which are colloquial terms in the southern and northern hemisphere, respectively. The phenomenon occurs when flower initiation inside the pseudostem coincides with very low night temperatures during mid-winter. Bunches initiated at this time emerge from the pseudostem from mid-October to mid-November (southern hemisphere), some 3 to 4 months after initiation. Bunches are small and malformed, with fewer hands than normal. Individual fingers are variable in size and may be cracked, twisted, twinned, or with a knob or cigar end symptoms at the distal end. Gross yield and proportion of first grade fruit decrease drastically from such bunches, which contributes to the higher prices received when they are harvested in February/March (south) or August/September (north). Ratoon plants are not so badly affected as parent plants because growing point temperatures in the thicker ratoon pseudostems are about 2.5°C warmer than in the thinner parent pseudostems during winter nights. This problem is not

evident in the tropics, but its severity in the subtropics can be understood because the optimum temperature for flower initiation is 22°C and night temperatures in winter can drop to around 6°C.

Underpeel discolouration (UPD)

UPD shows up as a reddish-brown streaking in the vascular tissue just below the epidermis of the fruit peel. It is invisible externally in green fruit but clearly visible when the epidermis is peeled back with a knife. UPD usually indicates that fruits were subjected to chilling temperatures. Affected fruits ripen slower than normal fruit and have a dull grey/yellow appearance instead of the normal bright yellow colour. UPD fruit are accepted as normal on local subtropical markets, but commercial export markets do not accept these discoloured fruit.

UPD is triggered in the field when night temperatures drop below 13°C for several hours, which is very common in subtropical winters. Fruit close to maturity are the worst affected. UPD damage can also occur during pre-cooling or transport if the temperature falls below 13°C. Following exposure to chilling temperatures, symptoms appear about 48 hours later and are due to latex coagulation and subsequent browning by phenolic oxidation. Once damage has occurred it is not reversible by higher temperatures.

Problems due to hot weather

These problems are predominantly subtropical problems but not exclusively so and they may also occur in the humid tropics, when dry periods lead to very high temperatures and low humidity.

Winter leaf sunburn

This occurs widely in subtropical and Mediterranean localities but should not be confused with winter chill damage described earlier. Leaf sunburn occurs due to four main factors, namely (a) high afternoon temperatures of more than 30°C, (b) low RH of less than 25%, (c) high light intensity, and (d) a non-functional root system due to low soil temperatures. High temperatures and low RH impose a high evaporative demand on the leaves which cannot transpire water efficiently due to lack of feeder roots. The leaves wilt and with high light intensity, the upper leaf surface bleaches pale yellow and may burn (photo-oxidation). The phenomenon is easily recognised since it only occurs on the west-facing side of the leaf which is directly exposed to the hot afternoon sun. The eastern half of the lamina remains green due to lower vapour pressure deficit at the leaf surface in the afternoon. The problem does not occur in a subtropical summer afternoon and seldom in the tropics since roots are continuously functional, RH is higher and light intensity lower in the tropics.

Summer heat stress

Under normal summer temperatures up to 33°C and with well-watered soil, the banana plant functions efficiently without suffering excessive wilting or heat stress. If the ambient temperature rises to 37°C or more, a temporary wilt occurs in which transpiration demand exceeds the ability of the root system to extract and translocate water. The plant wilts, leaf temperature rises due to lack of transpiration and cooling, and the leaf area may burn. This starts as a yellow/white bleaching of the upper surface, followed by browning and desiccation. On two separate summer days in South Africa in which peak ambient temperature was 33.4 and 37.2°C, the corresponding peak banana leaf temperatures were 34.0 and 40.6°C, respectively. Peak transpiration rates were 31.3 (at 1600 h) and 28.8 µg/cm²/sec (at 1100 h), respectively. Plants in the stress day started wilting after 1100 and peak leaf temperature exceeded ambient by 3.4°C, whereas on a normal summer day plants only started wilting after 1600 h and peak leaf temperature exceeded ambient by only 0.6°C (Robinson and Bower, 1988).

The rolled-up “cigar” leaf on a young tissue-cultured plant is particularly susceptible to burning on the western side. Vertical yellow/brown streaks remain when the leaf unfolds. The upper surface of exposed fruits can also burn into necrotic patches due to excessive sunburn.

Mixed-ripe fruit

This problem occurs when some packed fruit ripen prematurely and spoil the carton by rotting and stimulating other green fruit to ripen prematurely. Two of the main factors causing mixed-ripe fruit are (a) allowing fruit to become overmature on the plant (common in the subtropics), and (b) overheating of fruit during field transport, packing, storage and/or road transport. Bunches should be harvested less mature and fruit kept cool during all stages of post-harvest management. Packed cartons should be cooled to 13°C before transporting them over long distances.

Ripe fruit breakdown

The physiological problem of ripe fruit breakdown is due to exceptionally high maximum temperatures (40 to 45°C) occurring just before flower emergence to just after. The bunch develops and ripens normally, with no symptoms externally, but after ripening, fruits have a very short shelf life of only 2 days before the pulp collapses into a dark, mushy consistency and fruits are inedible. The tissue surrounding the central core is the most sensitive zone in an immature fruit and very high temperatures cause cell rupturing, followed by oxidation and discolouration.

All overheating problems in the subtropics can be countered by appropriate management, comprising a complete canopy cover in hot areas, higher planting densities, and by evaporative cooling with sprinklers during very hot summer days.

Other climatic problems in the subtropics

Hail

Hail is a major recurring problem in subtropical banana areas experiencing afternoon convectional thunderstorms. Damage may vary from slight downgrading of fruit to complete devastation of the plantation. After a hailstorm the farmer must decide what to do to salvage as much fruit as possible and return quickly to full production. Since plants are at different stages of development, each plant should be treated on merit following a hailstorm. Damage can be partly offset by using polyethylene bunch covers, depending on severity of the hail and thickness of the cover. During light hail, the thicker subtropical bunch covers (40 micron) afford some protection and should be used in summer for both hail and wind protection.

Wind

Unlike tropical areas which seldom have strong winds, subtropical areas have major production constraints due to persistent wind damage. At wind velocities of more than 70 km/h, between 50 and 100% of the plants may be blown down, with taller cultivars being worst affected. Vigorous plants in healthy, fertile soil usually snap in the middle and suckers recover quickly, whereas weakly-rooted plants with nematode or weevil infestation, may be completely uprooted and lost as a production unit.

Strong seasonal winds in the subtropics (20 to 40 km/h) cause characteristic leaf tearing, which reduces productivity when severe (Table 2). In this case windbreaks are recommended and are commonly seen around subtropical plantations. Winds between 10 and 20 km/h reduce fruit quality by enhancing leaf and dust abrasion. Finally, hot dry breezes induce stress and cause temporary wilting by reducing humidity at the leaf surface, thus damaging the plant physiologically.

Table 2. Effect of systematic leaf tearing of AAA Cavendish banana plants inside a windbreak on photosynthesis and productivity (South Africa)

Leaf tearing treatment Strip width (mm)	Photosynthesis rate ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$)	Percent reduction in P/S	Productivity over two crop cycles (t/ha/an)
Untorn (control)	20.5		47.4
100	20.4	0.5	44.8
50	18.3	10.7	44.9
25	16.5	19.5	40.4
12	13.7	33.2	37.5

Source: Eckstein et al, (1996)

Drought

In the subtropics, drought periodically removes or reduces the source of irrigation, resulting in plant damage. Yield reduction occurs long before visible symptoms of drought are evident (Table 3). Visible signs of drought stress are prolonged wilting and folding of leaves, followed by yellowing, marginal necrosis and leaf burn. Prolonged drought produces small, stunted plants, slower leaf emergence, choked bunches, short fingers, and in the worst case, small bunches with shrivelled, blackened fingers.

Drought management is important in the subtropics. If, for example, only 30% of the normal irrigation requirement is available, it is recommended to irrigate the best 30% of the plantations with their full water demand and abandon the rest, rather than irrigate all the bananas with only 30% of their water demand. The latter strategy results in a drastic yield reduction and a lack of response to other expensive inputs, like fertilisers, nematicides and labour.

Table 3. The high sensitivity of AAA Cavendish banana plants in the subtropics to small decreases in soil water potential in the field (autumn trial – South Africa).

Soil water potential (kPa)	Photosynthesis rate ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$)	Reduction in P/S (%)
Unstressed plants	26.4	
<u>Stressed for 4 days (-12 kPa)</u>	<u>24.2</u>	<u>8.3</u>
Unstressed plants	22.6	
<u>Stressed for 6 days (-25 kPa)</u>	<u>18.6</u>	<u>17.7</u>
Unstressed plants	20.8	
<u>Stressed for 9 days (-53 kPa)</u>	<u>11.7</u>	<u>43.8</u>
Unstressed plants	18.0	
<u>Stressed for 12 days (-70 kPa)</u>	<u>3.3</u>	<u>81.6</u>

Source: Eckstein and Robinson, (1996)

Lightning damage

This phenomenon occurs occasionally in the subtropics, and like hail, is associated with afternoon convective thunderstorms. Where lightning strikes a plantation, a dozen or more plants may be affected in a patch, within an area of healthy plants. There is initially a yellowing, browning and dieback of the leaf tips, and the midrib may collapse half way down the lamina. The entire leaf eventually becomes discoloured and collapses around the pseudostem, which in turn, begins to rot from the top downwards. This process takes about 10 days from the strike, and the affected patch should be replanted.

CLIMATIC ADVANTAGES IN THE SUBTROPICS

Light (photosynthetically-active radiation)

In the tropics, with 3000 to 4000 mm annual rainfall, conditions are predominantly overcast, allowing only about 3 to 5 hours of sunshine per day, coupled with mediocre light intensity during the morning sunshine period. Diurnal photosynthetic capacity is thus much less than in subtropical localities which normally have less than 1000 mm annual rainfall and around 8 to 10 hours of bright sunshine per day in summer, depending on thunderstorm activity. In Mediterranean countries, summer day length is even longer at around 12 hours per day with virtually no summer rain, thus light duration and intensity is very high, resulting in an even higher diurnal photosynthetic capacity. **Thus to a large extent the low temperature-induced lack of growth in a subtropical/Mediterranean winter is compensated by longer hours of high light intensity in summer, autumn and winter.** The importance of light intensity on photosynthetic efficiency of banana leaves is shown in Table 4.

Table 4 – Photosynthetic efficiency of AAA Cavendish banana leaves in summer (Australia) according to intensity of photosynthetically-active radiation (PAR).

PAR received ($\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$)	Photosynthesis rate ($\mu\text{mol CO}_2/\text{m}^2/\text{sec}$)	Incr. in P/S due to PAR (%)
500 (heavy overcast)	12.2	
1000 (light overcast)	17.3	42
1500 (tropical morning)	19.5	13
<u>2000 (subtropical midday)</u>	<u>20.3</u>	<u>4</u>

Source: Whitley, A.W. (1993).

According to Table 4, the level of PAR for optimum photosynthetic efficiency of AAA Cavendish banana leaves is between 1500 and 2000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ as commonly found in the subtropics. P/S efficiency is severely reduced below 1000 $\mu\text{mol}/\text{m}^2/\text{sec}$ as commonly found in the humid tropics.

Optimum temperatures for physiological processes

Mean diurnal temperatures of around 27°C throughout the year in the humid tropics, are generally much more favourable for developmental (leaf area increment) and phenological (shorter cycle duration) processes than in the subtropics. However, the lower mean diurnal temperature of around 22°C for the summer and part of the spring and autumn in the cool subtropics (Fig. 2), favours

the physiological processes of net assimilation rate (growth) and flower initiation (Turner and Lahav (1983). Consequently, it is often the case that very large bunches are produced in the subtropics rather than the tropics. Productivity, which is an interaction between cycle duration and mean bunch mass, thus tends to be equalised between the two climatic regimes. NOTE: for a summary of the physiological responses of the banana plant to internal and external stimuli in the subtropics refer to Robinson (1996).

Cyclones

Although it has been stressed earlier that leaf tearing in the subtropics caused by high seasonal wind velocities, can severely reduce productivity (Table 2), the occurrence of cyclones is very rare. Conversely, the prevalence of tropical cyclones in certain areas of Central America and the Caribbean, can ruin the entire banana industry of a country, necessitating expensive and time-consuming rehabilitation processes.

Low rainfall

Although the lack of rain in the subtropics and the risk of occasional droughts, has been highlighted earlier, the very fact that annual rainfall is low carries numerous production, management and cost advantages, which will be discussed in the next section.

MANAGEMENT ADVANTAGES IN THE SUBTROPICS

Management advantages related to the low rainfall pattern

There are many plantation management advantages in the subtropics due directly to the fact that the annual rainfall is only 500 to 1500 mm/annum, compared with the 3000 mm/annum or more in the humid tropics. These are quite apart from the significant advantage of the extra sunlight hours discussed earlier.

1. Soils – In the humid tropics like Costa Rica, soils are often a major problem due to being highly leached, which in turn causes low pH, low cation exchange capacity, aluminium toxicity and rapid disappearance of organic matter. In the subtropics, the lack of serious leaching results in more-stable soils in respect of higher pH, higher cation exchange capacity (Ca, Mg and K) and less aluminium toxicity.
2. Drainage infrastructure – In the tropics a complicated and costly arrangement of primary, secondary and tertiary drains is required simply to carry excess water away from the plantation and ensure that the rootzone remain aerated. Alternatively, raised planting ridges or planting domes may have to be constructed for the same purpose. In the subtropics, no such requirement exists except for small interrow drains dug in areas subject to temporary waterlogging. With less rain and variable topography in the subtropics, areas of naturally good drainage can be selectively chosen, whereas in the tropical lowlands with heavy rain there is often no alternative to artificial drainage.
3. Loss of topsoil from surface erosion – With less rain, efficient mulching and contour or terraced plantings, loss of surface soil is seldom a problem in the subtropics compared with the tropics where topsoil is regularly lost by erosion into the drainage channels.
4. Plantation accessibility – Movement within the plantation and ease of management are facilitated in the subtropics by systematic row plantings and dry soil surfaces, compared with the wet, slippery surfaces in tropical plantations.
5. Leaching and nutrient use – There is considerable leaching of soluble nutrients in tropical soils due to deep percolation and surface runoff into drainage channels. In subtropical plantations it is common to use around 200 to 300 kg/ha/annum of nitrogen in soluble fertilisers, since most of it is retained in the rootzone, whereas 400 to 500 kg N/ha/annum may be applied in commercial tropical plantations to compensate for the leaching factor.
6. Irrigation – In commercial subtropical plantations, insufficient rain means supplementary irrigation is usually a pre-requisite. Although there is a high capital cost involved in the installation of irrigation, permanent systems facilitate the application of controlled amounts of water to the rootzone at specific intervals, and exactly according to small variations in soil water potential. This is not possible in dryland tropical plantations, which may vary in soil water potential from saturation to wilting point.
7. Fertigation – The proliferation of permanent microspinner or drip irrigation systems in subtropical plantations, is usually associated with the application of soluble nutrients through the system (“fertigation”). This means that nutrients can be applied on a “little and often” basis, they are taken directly to the banana rootzone, leaching losses are kept to a minimum, and

labour costs of fertiliser application are negligible compared with the frequent applications that have to be made by hand in non-irrigated tropical plantations.

8. Leaf diseases – Due to low rainfall and lower relative humidity (coupled with lower night temperatures), environmental conditions are not conducive to the proliferation of leaf spot diseases. Black sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) does not occur in true subtropical or Mediterranean localities (except Southern Brazil), with huge positive implications for lower production costs, healthier leaf canopies, and better fruit “green life” potential. Certainly other, milder, leaf diseases occur in the subtropics such as Yellow sigatoka (*Mycosphaerella musicola*), leaf speckle (*Mycosphaerella musae*) and Freckle (*Phyllostictina musarum*). However, such diseases are seasonally constrained, spread much slower, and can generally be controlled by strict removal of infected leaves alone without the need for aerial sprays. Thus the environment is cleaner and a better potential for organic bananas is created.

NOTE: All these subtropical advantages relating to a lower annual rainfall, can only be beneficial if a supplementary irrigation system is installed and a reliable source of irrigation water exists (dam, river) to apply around 10000m³/ha/year to the plantation.

Management advantages related to low winter night temperatures

Low winter night temperatures are normally regarded as more of a problem than a benefit (see earlier discussion of longer cycle times and fruit quality problems). However, certain management advantages in the subtropics may also accrue from this phenomenon.

1. Leaf disease spore germination – Since night temperatures should be higher than 18°C for germination of *Mycosphaerella* spores, there may be a period of from 7 to 10 months during which spores cannot germinate and the annual cycle of disease spread is restricted enough to have chemical-free control. Low humidity also enhances the effect of low night temperatures on preventing spore germination.
2. Virus incidence – Cold subtropical winters may kill off populations of aphid vectors and reduce the potential for virus diseases to proliferate. Thus, spring plantings provide a window of safe establishment for young plants, protecting them from Cucumber Mosaic Virus (CMV) infection while aphid populations are low. When the populations recover in summer, the plants are larger and less attractive to the aphids.
3. Banana weevil control – Adults of the banana weevil (*Cosmopolites sordidus*) hibernate within the base of old, harvested pseudostems during the winter. This concentration of adults means they can be easily targeted and controlled with stem injections of insecticides. Control by stem injection is also cheaper and more environmentally-friendly than the external butt sprays required all year round in tropical plantations.
4. Nematodes – populations of the main banana nematodes certainly exist in the subtropics, but the populations may be reduced or inactivated over winter, resulting in retarded population dynamics and fewer nematicide applications than in the tropics. The damaging burrowing nematode, *Radopholus similis*, is generally less prevalent in subtropical localities.
5. Growth check in winter – Subtropical banana farmers often benefit from the winter growth and harvest check in the plantation, by using the time to catch up with orchard hygiene, maintenance of irrigation systems, and packhouse alterations.

Other management advantages in the subtropics

1. Mulching – Layers of organic mulch in the subtropics last much longer than in the tropics due to the lower rainfall, lower temperature and reduced microbial activity. Compared to the humid tropics where mulch is broken down very rapidly, subtropical areas and especially Mediterranean areas with no summer rain, allow the mulch to persist for many months and even years where drip irrigation is practiced and the mulch remains dry. Thus, the many benefits of mulch (reduced evaporation losses, weed control, compaction control, reduced erosion) are all sustained for longer in the subtropics.
2. Plantation renewal – It appears to be a characteristic of subtropical/ Mediterranean plantations, that the plantation life is kept shorter and replantings occur every 5 to 10 years. Conversely, tropical plantations are often retained for 20 years or more without replanting, usually due to the large amount of plantation infrastructure in place. There are numerous advantages to the subtropical approach of **plantation renewal**, namely (a) retention of a uniform and symmetrical plant arrangement, (b) better light distribution with uniformly-spaced plants, (c) easier to manage up and down straight rows, (d) easier to monitor loss of plant

density along rows, (e) reduced compaction with more frequent subsoiling, (f)) retention of plantation vigour and achievement of higher yields/annum in the long term, (g) ability to rest the soil or rotate the cropping for nematode control, and (h) ability to change density or cultivar more frequently. The tropical approach of **plantation retention and rehabilitation** with blocks more than 10 years old, and with declining vigour and plants growing at random with no obvious row structure, has none of the above-mentioned advantages.

3. Directional sucker selection - The usual approach to sucker selection in the subtropics is to select the follower on each plant in the same direction (not necessarily the best sucker) so that the plantation retains its symmetry and spatial arrangement for several generations until replanting. The tropical approach is to select the most vigorous ratoon sucker on the parent, irrespective of direction, so that the row structure and spatial arrangement are very quickly lost, with associated management difficulties.
4. Bunch management and marketing advantages - Since the local market takes the bulk of the harvest from subtropical/Mediterranean banana plantations, there is no need to consider the accepted management techniques commonly applied in tropical export plantations, namely (a) low densities of around 1750 plants/ha to concentrate on fruit quality rather than high yield, (b) maximising leaf area at flowering to boost green life potential, (c) early removal of 2 or 3 distal hands to boost fruit length and quality on the remaining hands, and (d) early harvest of immature fruit (32 to 38 mm caliper) in order to eliminate the possibility of premature ripening during a long sea voyage. Since the local markets are somewhat less strict than export markets as far as fruit quality (UPD and blemish) is concerned, and since the ripening rooms may only be one or two days distant from the packhouse, there is less emphasis on green life and fruit quality. Thus, higher densities can be used, bunches can remain on the plant for longer to pick up extra weight, no fruit thinning occurs, and a much higher packout of marketable fruit can be obtained from a subtropical bunch.
5. Alternative markets - Whereas the fruit from most tropical banana plantations must reach the minimum export quality standards or else be rejected or recycled for compost, there appears to be a wider range of alternative or niche markets available to producers in the subtropics. These range from organic markets to fruit salad bananas (FHIA cultivars), to various processing alternatives (dried banana, banana chips, puree or banana flour).

SPECIFIC MANAGEMENT PROBLEMS IN THE SUBTROPICS

The wide range of low or high temperature-induced problems in the subtropics were highlighted earlier (extended ratoon cycles, chilling, underpeel discolouration, winter-initiated bunches etc). Additionally, however, there are some specific management problems to be overcome which appear to be unique to subtropical/Mediterranean banana plantations.

Panama disease

Panama disease caused by *Fusarium oxysporum* f.sp *Cubense* (Race 4) is the major production constraint in the subtropical banana localities of South Africa, Australia, Canary Islands, Taiwan and Brazil. There does not appear to be any Panama disease in the Mediterranean banana countries. AAA Cavendish cultivars are resistant to Race 1 of the disease which occurs in the tropics, thus there is no Panama disease in the tropics (except where a new tropical race 4 has recently caused some damage). Despite considerable research in all the subtropical countries mentioned, there is no reliable chemical or horticultural method of controlling this disease on AAA Cavendish. Production of other dessert banana genotypes has shown a measure of tolerance to the disease but not total resistance, and in any case, the consuming public in these countries do not readily accept dessert alternatives to Cavendish.

Salinity

This is an occasional problem of the subtropics with a lower annual rainfall, but specifically a serious problem in the Mediterranean countries where there is little summer rain and salts build up in the soil and plant, until winter rains flush the toxic salts out of the rootzone, to neutralise the problem temporarily. Salt toxicity (mainly sodium) causes white deposits on the soil surface, leaf margin necrosis and stunting of plant growth depending on the amount of total soluble salts in the soil and irrigation water.

Wind-related problems

Other than the loss of photosynthetic activity in wind-torn leaves (discussed earlier) there are also some specific management problems related to seasonal winds in the subtropics such as (a) the need for thicker and more expensive polyethylene bunch covers (40 μ thickness), (b) more effective plant propping to offset pseudostem breakage (overhead cable propping now popular), and (c) the difficult choice of whether to put up tree or shade cloth windbreaks. Either way, wind is an expensive problem in the subtropics.

Crop forecasting

This becomes very difficult in the subtropics due to the winter growth check and the mid-summer growth spurt. The main problem is that the interval from flower emergence to harvest maturity can vary from 12 weeks for spring-flowering bunches to as long as 28 weeks for autumn-flowering bunches. In the tropics this interval is fairly constant at between 11 to 13 weeks making crop forecasting and harvest planning much easier.

Fruit quality problems

The quality of fruit placed on local subtropical markets is often sub-standard or marginal even for the less stringent standards of these markets. There is still an emphasis placed on achieving high yield at the expense of fruit quality and this is preventing the development of a quality-based market that could generate premium prices and enable an easier conversion to export if the opportunities arose.

PRIORITIES FOR ENHANCING SUBTROPICAL BANANA INDUSTRIES

In brief, the priorities are twofold, namely, (a) exploiting and fine-tuning the inherent advantages in the subtropics such as irrigation technology, organic banana potential and high photosynthetic capacity, and (b) researching and overcoming the main constraints, such as panama disease, cold and wind.

Climatic modification

1. Growing bananas under plastic tunnels – This technique allows bananas to be grown in the very cold environments of countries like Morocco and Turkey. Without tunnels there would be no banana industry. Morocco has 5000 ha of banana all under plastic. Costs of production are very high due to the tunnel itself (\$15 000 to \$25 000/ha), plant material at high density and frequent replanting, fumigation costs and nematode control. The pre-requisites for economic production are very high yields and premium banana prices. Although the tunnel environment allows yields of 100 t/ha/cycle (more commonly 80 t/ha), due mainly to the reduction of cold and wind, and increased RH, current prices of around \$0.4 to \$0.7/kg make banana production very marginal. International trade agreements are also allowing bananas to be imported into these countries at much lower prices which could severely damage local tunnel-based industries. More research is needed into the physiology and agronomy of plant growth in tunnels so that yields can be increased towards the 100 t/ha level and harvests can be timed to coincide with peak consumer demand periods on the local markets.
2. Growing bananas under shade net screenhouses – This is being practised commercially in Israel for the main reason that up to 30% of the normal water consumption is saved. This in turn is due mainly to wind and heat protection. There is also some protection against frost and hail under the nets. Protected conditions allow for advanced flowering which can spread the normally narrow harvest range in Mediterranean countries.
3. Diversifying the genotype base – With few exceptions, the main commercial cultivars in the subtropics are AAA Cavendish and these cultivars are all sensitive to cold. There has to be a concerted effort to widen the accepted genotype base of commercial bananas to allow for greater tolerance to cold conditions (eg FHIA cultivars). However, influencing consumer preferences to allow production of these cultivars is extremely difficult. Also, since bananas are primarily a tropical crop, there is negligible inherent cold tolerance in existing genotypes. Assuming that Cavendish cultivars continue to enjoy consumer preference, and that cold is the primary constraint in the subtropics, a priority would be to emphasise the development of genetically-modified, cold-tolerant Cavendish bananas. Cold tolerance has not enjoyed much interest compared with pest and disease tolerance, and in any case there are still constraints on developing the GM route for bananas. Scientists at KUL, Belgium have done some work on

cold-tolerant genes for banana, and the future success of such work would widen the geographical scope for subtropical bananas considerably. The same argument holds for possible introduction of GM tolerance for salinity and wind.

4. Manipulating flower initiation – The possibility of accelerating, delaying or otherwise regulating the onset of flower initiation in the subtropics should receive more attention, in order to benefit from, or to avoid, certain climatic conditions. A better understanding of flower initiation and what triggers it, would ensure a greater ability to manage around climatic constraints in the subtropics. Controlling flower initiation at a specific time could either produce large bunches of good quality or ensure seasonal harvest at a high-priced time. Coupled with this, a better understanding of the interaction between a mother plant and its sucker in terms of competitive effects, could enhance production in the subtropics. Techniques such as planting dates, densities, differential leaf removal, advanced or delayed sucker selection, and C¹⁴ dry matter partitioning studies would be useful in understanding these relationships.

Biotic issues

1. “Clean and Green” image – Since diseases in general are more easily managed in the subtropics because low temperatures affect their epidemiology, subtropical bananas are more environmentally-friendly than tropical bananas. This positive image should be exploited to break into traditional export markets, or to concentrate on developing “integrated” management systems to protect the environment, and finally organic bananas to supply niche markets which are difficult for the tropics to enter.
2. Panama disease – The prevalence of panama disease in the main subtropical countries of South Africa, Australia, Canary Islands, Taiwan and Brazil, makes this disease a major priority for investigation. The disease, caused by *Fusarium Oxysporum* f. sp. *Cubense* race 4, VCG 0120, does not occur in tropical countries, thus in the latter there is reduced interest in a solution because Black sigatoka takes all the research focus. Fortunately for the Mediterranean producers, they are also spared the ravages of panama disease. The three main approaches which have a possibility of counteracting panama disease are somaclonal variation and selection within Cavendish, acceptance of genetic diversity in the dessert market, and the introduction and success of GM Cavendish bananas containing genes for disease tolerance. The fact that somaclonal variation and selection has already produced a measure of race 4 tolerance in Cavendish (“Formosana” selection in Taiwan exported to Japan) means this approach should be intensified in all the subtropical countries. The identification of acceptable dessert selections within Race 4-tolerant non-Cavendish genotypes should also be pursued. For example, the selection PKZ was selected from a population of FHIA-01 (“Goldfinger”) in South Africa and retains the FOC tolerance while having more-acceptable dessert characteristics than Goldfinger itself. The future of GM bananas as the ultimate solution still remains unclear.

Field production possibilities

1. Breeding and selection by somaclonal variation – Similar to the recommendation made for FOC tolerance, productivity in the subtropics could be improved considerably if each country was to conduct a comprehensive search for superior horticultural selections among high populations of tissue culture plants in existing plantations. In Israel and South Africa, there are currently several new single clone selections recently selected and evaluated over 6 years from tissue culture populations of the main Cavendish cultivars (Williams, Grand Nain, Chinese Cavendish, Dwarf Cavendish). Each one of these has higher productivity than the standard parent cultivars from which they were selected. Under good management, these new selections can be expected to enhance the economic viability of banana production in the country of selection, as well as further afield.
2. Irrigation technology – Whereas most tropical countries with around 3000 mm /annum rain, do not even use supplementary irrigation, effective irrigation is probably the single most important management factor influencing banana productivity in the dry subtropics, especially in the areas with no summer rainfall (Mediterranean). There has to be a constant drive to improve efficiencies in both the choice of irrigation system as well as scheduling the correct amount and frequency of water application. Where water is in short supply, drip irrigation is the best

option to conserve water by preventing unnecessary evaporation. Conversely, in very hot, dry climates it is preferable to use the evaporative cooling principle to wet the leaves by overhead irrigation, thus inducing a softer microclimate of reduced environmental stress. The “floppy” irrigation system has been specially designed for this purpose in South Africa. Being able to achieve the “little and often” approach to irrigation by careful monitoring of soil water potential and applying the exact amount required at the right time, has created enormous management advantages over the tropical situation of uncontrolled rainfall. In the subtropics, it is now not so much a lack of irrigation technology which is a problem but correct application of existing technology by the growers.

3. Irrigation with recycled sewage water – This process is being developed in Israel where there is a critical shortage of water for irrigation. Clean water is required more and more for industrial and residential use and the possibility of using recycled sewage water could alleviate the water shortage as well as provide nutritional benefits in the plantations. This has application in all the Mediterranean countries with negligible summer rainfall.
4. Plant nutrition – It is mostly the subtropical countries that have taken the lead in developing methods of nutrition which are sustainable and environmentally-friendly, using organic fertilisers (composts and manures) and biological amendments (mycorrhysae, effective micro-organisms) to supplement the chemical fertilisers used. This approach is an excellent tool in counteracting certain subtropical constraints such as salinity, drought, and progressive yield decline, and fine-tuning of these techniques must be intensified.
5. Organic banana production – Although some tropical countries are attempting to grow certified organic bananas for export eg Dominican Republic, Honduras and Philippines, the inherent constraints of controlling black sigatoka and nematodes makes this very difficult. Certainly, leaf disease sprays and nematicide applications are given in the subtropics, but it is possible to find large banana plantations in these countries which do not have any leaf diseases or pathogenic nematodes at all. In other plantations, the low intensity of leaf disease or nematodes can be controlled by horticultural techniques and biological nematicides, respectively. Subtropical banana producers should exploit their inherent biotic advantages for organic production, and fine-tune the current knowledge on “biological” soil management, to service the organic niche market more actively. However, organic registration is expensive, and for this market to remain viable, the price premium for organic bananas has to remain in force.
6. Technology transfer – In many tropical plantations, the multinational companies have spent large amounts of private funding on focussed research topics to solve their own production problems. They also ensure that their production personnel implement the results of such research accurately and diligently. In the subtropical countries however, a vast amount of banana research knowledge has been generated by Government or semi-government organisations to cope with unique subtropical problems. The constraint lies in the transfer of this technology to farm level and uplifting the motivation of producers to apply the known technology. Thus, many improvements can still be made in subtropical plantation management and productivity simply by applying what is already known. But for this to occur, extension and consultation services have to be improved and the level of commitment and motivation of the producers has to be drastically boosted.

Marketing opportunities

1. Improving local fruit quality – under the same topic as (6) above, subtropical producers pay too little attention to bunch management and post-harvest handling aspects, and much less attention to detail than their tropical counterparts, despite having the necessary technology available. The reason is that the local markets have allowed them to market fruit at a lower quality level than that which is acceptable on the tropical export markets (in respect of finger length, girth, blemish and UPD). However, this is changing now because discerning consumers are actively seeking better quality fruit on local markets and local agents are thus paying price premiums for better quality. Although nothing much can be done about UPD, and girth is larger than in the tropics due a reduced green life requirement, motivated subtropical growers are now addressing the issue of blemish quality by installing overhead propping

cables, effective windbreaks, cableway bunch transport, improved bunch management, and modern packhouse procedures. The positive side is that better local prices are obtained for quality fruit, and the opportunity opens up for fruit to be exported, initially to regional neighbours, and ultimately to the traditional export countries in competition with tropical producers.

2. Promoting the generic value of subtropical fruit – There definitely has to be enhanced promotion of subtropical banana fruit as being sweeter and firmer than tropical fruit. This has been a perennial discussion point but the fact remains that fruit exported to Japan from the Philippines is sourced from the cooler highland plantations. The Japanese prefer this fruit due to the firmer textured, higher-density fruit and the higher brix values of 21 to 25. In the warmer, lowland plantations, fruit brix value is generally below 20. The problem of UPD has to be marketed as a unique phenomenon related to superior internal quality, rather than being rejected as an undesirable characteristic. UPD only affects peel colour and not fruit quality. The possible combination of organically-certified fruit and better tasting fruit with higher brix levels, plus reduced superficial blemish, should provide a unique marketing opportunity for subtropical fruit on European and American markets.

REFERENCES

1. Eckstein, K.. and Robinson, J.C. (1995). Physiological responses of banana (*Musa* AAA; Cavendish subgroup) in the subtropics. 2. Influence of climatic conditions on seasonal and diurnal variations in gas exchange of banana leaves. J. Hortic. Science, 70(1), 157-167.
2. Eckstein, K. and Robinson, J.C. (1996). Physiological responses of banana (*Musa* AAA; Cavendish subgroup) in the subtropics. 6. Seasonal responses of leaf gas exchange to short-term water stress. J. Hortic. Science, 71(5), 679-692.
3. Eckstein, K.. Robinson, J.C. and Fraser, C. (1996). Physiological responses of banana (*Musa* AAA; Cavendish subgroup) in the subtropics. 5. Influence of leaf tearing on assimilation potential and yield. J.Hortic. Science, 71(3), 503-514.
4. Lescot, T. (2004). Banana production, trade and varieties. Fruitrop 118, pp 5-9.
5. Robinson, J.C. (1996). Bananas and Plantains. CABI, Wallingford, UK.
6. Robinson, J.C. and Bower, J.P. (1988). Transpiration from banana leaves in the subtropics in relation to Diurnal and seasonal factors and high evaporative demand. Scientia Hortic. 37, 129-143.
7. Turner, D.W. and Lahav, E. (1983). The growth of banana plants in relation to temperature. Australian J. Plant Physiol. 10, 43-53.
8. Whiley, A.W. (1993). Living with Fusarium wilt in bananas – In: Profit through knowledge, bananas. Proc. Seminar Maroochy Hortic. Res. Stn, Queensland, Australia. pp. 25-27.

SOIL QUALITY IMPROVEMENT AND NEMATODE MANAGEMENT ON BANANA FARMS IN AUSTRALIA

MELHORIA DA QUALIDADE DO SOLO E MANEJO DE NEMATÓIDES NA BANANICULTURA AUSTRIANA

Tony Pattison¹; Jenny Cobon² & Richard Sikora³

¹Queensland Department of Primary Industries & Fisheries, PO Box 20, South Johnstone, Queensland, 4859, Australia;

²Queensland Department of Primary Industries & Fisheries, 80 Meiers Rd Indooroopilly, Queensland, 4068, Australia;

³University of Bonn, Institute for Plant Diseases, Nussallee 9, D-53115, Bonn, Germany.

SUMMARY

Agricultural production globally must become more sustainable if it is to meet demands of an increasing world population and society's requirement for higher standards of environmental protection. However, plant-parasitic nematodes remain a major impediment in the development of sustainable production systems, particularly in bananas. In order to develop sustainable farming practices it is necessary to have a better understanding of the ecology of banana production soils, particularly to determine how the cultivation of bananas has impacted and changed soil properties. A paired survey, comparing banana soils to soil from less intensively managed vegetation systems, allowed the development of key soil health indicators. These indicators; soil C, NO₃-N, pH, EC, nematode diversity and proportion of plant-parasitic nematodes, were used in pot experiments to monitor soil properties after manipulation by the addition of amendments. The addition to soil of amendments high in carbon was found to suppress the number of plant-parasitic nematodes, particularly *R. similis*, in the roots of bananas. Also, amendments high in carbon were able to suppress plant-parasitic nematodes in the soil, determined as a proportion of the total nematode number and from a bioassay using root-knot nematode eggs. However, the composition of the organic matter impacted on its ability to suppress plant-parasitic nematode numbers. In a field trial the suppression of plant-parasitic nematode populations took two years of continual application of additional organic matter. In a survey of commercial banana farms, to determine how farm management impacts on key soil health indicators and nematode suppression, the placement of crop residue around the base of the banana plant and a reduction in the nitrogen applications were related to a suppression of plant-parasitic nematodes in the soil. These management practices increased the amount of labile carbon, reduced the soil NO₃-N levels and increased the biological diversity in the soil. These three key indicators were correlated to the suppression of plant-parasitic nematodes. Banana farming practices are currently being developed in Australia that increase that amount of organic matter returned to the soil and reduce soil NO₃-N levels, subsequently suppressing plant-parasitic nematodes and resulting in more sustainable banana production methods.

Keywords: farming practices, organic matter, nematode suppression.

INTRODUCTION - SOIL ECOLOGY THEORY

Agricultural production is currently at a cross road, where increased productivity is required to sustain food production for a growing global population, but more ecologically based farming methods are required to sustain the health of the environment (Herrick 2000). Crops grown in tropical regions feed the majority of the human population, but these areas are particularly sensitive to degradation due to the climatic influences (Primavesi 2006). The most important fruit crop grown in Australia is bananas, with domestic production in 2002 of 313 314 tonnes, worth AU\$415 million (Collins, *et al.* 2004). Plant-parasitic nematodes, particularly burrowing nematode (*Radopholus similis*), have been recognised as a major constraint to banana production globally (Araya 2005) and in Australia, costing the Australian banana industry an estimated AU\$10 million in lost production and treatment of infested soil and infected plants. The use of chemical nematicides, mostly organophosphates and carbamates, has traditionally been the main method of managing plant-parasitic nematodes in banana crops. However, there is a need to reduce the use of chemical nematicides because of their toxicity to human health and concerns about their impact on the environment. Furthermore, chemical nematicides are becoming less effective at controlling plant-parasitic nematodes in bananas due to enhanced biodegradation of the chemicals (Moens *et al.* 2004; Pattison *et al.* 2000). Alternative methods for managing plant-parasitic nematodes need to be developed to sustain productivity and profitability of banana growing. An integrated nematode management programme based on cultural and biological

controls needs to be developed so that it fits within the current banana production systems in Australia.

For the banana industry to improve its soil management, it needs to develop measurable indicators of soil health that are sensitive to farm management practices. The indicators should encompass a holistic view of soil management and should account for changes in the physical, chemical and biological properties of the soil (Karlen *et al.* 2003) and not be limited to crop productivity indicators. Historically, chemical soil properties are measured by banana growers as part of their nutrient management programmes. However, there is little known about soil physical properties and less known about the biological status of the soil, apart from the presence of pathogens. In particular, there is a need for a better understanding of the soil ecology and the impact that banana production has on the soil ecology (Figure 1). There is also a need to determine how energy and nutrients are recycled and transferred within the soil ecosystem, the impacts agricultural management have on the soil food web and how these impact on the banana plant (Figure 1). Soil nematodes play an important role in the soil food web, being present as plant parasites, consumers of fungi and bacteria and as predators (Yeates and Pattison 2006). As a result, they are excellent bioindicators of the structure of the soil food web (Ferris *et al.* 2001; Neher 2001; Yeates and Pattison 2006).

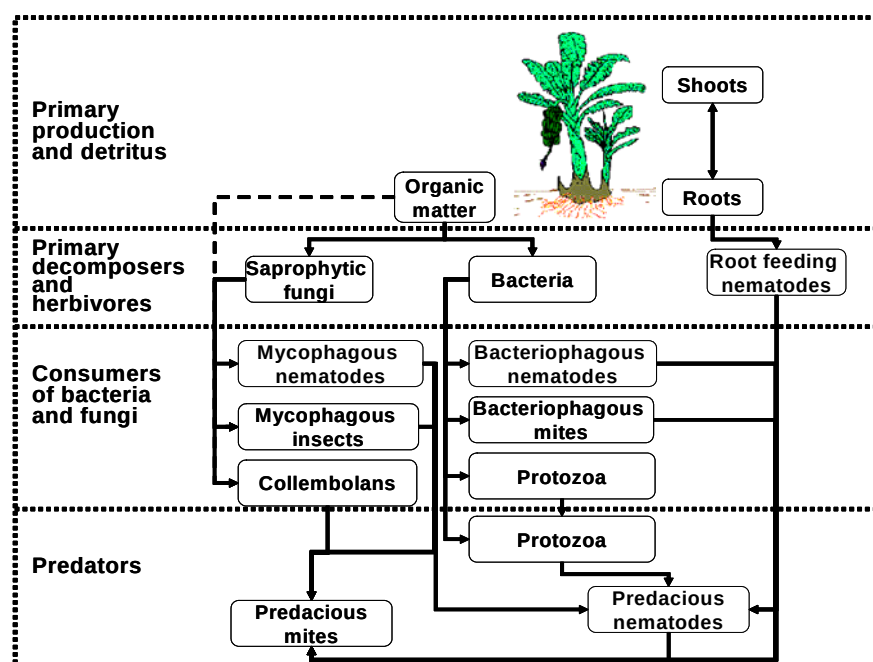


Figure 1: Simplified soil food web for banana soils adapted from Moore and de Ruiter (1991).

A healthy soil can be defined as a stable soil that is resilient and able to recover from stress, has high biological diversity and high levels of nutrient recycling (van Bruggen and Semenov 2000). Plant-parasitic organisms can be viewed as imposing a biological stress on plants. Therefore, a healthy soil should have mechanisms in place that are able to regulate the proportion of parasitic organisms. It has been suggested that a level of biological buffering or natural suppression against plant diseases is present in any agricultural soil (Sikora 1992; Westphal 2005).

Knowledge of soil conditions that develop such suppressive soils is crucial to helping to sustain a low population of plant-parasitic nematodes. Soil conditions need to be manipulated by innovative farm management practices to enhance the natural suppression that exists in soil systems and regulate plant-parasitic nematodes. Many methods have been used to manipulate soil properties such as the use of various soil amendments. Often this has taken place without an understanding about how it affects the soil ecology and, therefore, has not been successful at sustaining suppression of plant-parasitic nematodes (Widmer *et al.* 2002).

This paper describes how the use of ecological theory and knowledge of the soil food web in agricultural systems was applied to develop banana production systems that are more sustainable through suppression of plant-parasitic nematodes, particularly *R. similis*. Firstly, a set of key soil health indicators was needed to monitor changes in soil health with changing management practices. Secondly, the indicators were used to monitor soil properties in controlled conditions to validate

changes in soil health with changing management. These indicators were then related to the suppression of plant-parasitic nematodes using a series of pot experiments. Thirdly, field experiments were used to test the theories under less controlled conditions, to determine if they are able to stand up to commercial practices. Finally, the principles of nematode suppression were validated with a survey of commercial banana farms comparing farm management practices, to quantify changes in soil health properties and suppression of plant-parasitic nematodes.

WHAT TO MEASURE? – DEVELOPMENT OF SOIL HEALTH INDICATORS

Agricultural practices have been shown to have a large impact on the soil environment (Doran 2002; Westphal 2005). In order to maximise crop production synthetic fertilisers are used to increase the nutrients available to crops, tillage is used to provide a fine seed bed and pesticides used to manage pest and disease problems. However, it is unclear how these farm management practices impact on the health of the soil and how long term banana production impacts on soil properties. Similarly, it is not always clear what soil properties have changed or even what to measure. Therefore, to maximise the efficiency of soil health monitoring and data collection, a minimum set of soil indicators is required (Andrews *et al.* 2004). The indicators should be related to specific crop objectives such as suppression of plant-parasitic nematodes. To determine the soil indicators needed for the Australian banana industry a paired survey was undertaken, comparing soils under banana cultivation to neighbouring less intensively managed plant systems.

A paired site survey was conducted between March and September 2003 (Pattison *et al.* 2005). The survey aimed to investigate soil properties under conventional and organic banana production in tropical north Queensland and sub-tropical south-east Queensland, and compare these with soil properties under nearby less intensively managed land uses, either pastures or forest (Pattison *et al.* 2005). The sites surveyed represented the major regions and soil types used for banana production in eastern Australia. The survey also included in-field measurements using a soil quality test kit developed by the USDA (Ditzler and Tugel 2002; Pattison *et al.* 2005; Sarrantonio *et al.* 1996; Stamatiadis *et al.* 1999).

Ten indicators were selected as key soil health indicators for the Australian banana industry (Table 1) (Pattison *et al.* In preparation). These included a physical soil indicator (bulk density), chemical soil indicators (total and labile C, total N, Colwell P, pH, electrical conductivity (EC), effective cation exchange capacity (CEC)) and biological indicators (diversity of the nematode community and proportion of plant-parasitic nematodes) (Table 1). The key soil indicators were chosen to be responsive to changes in management (bulk density, labile and total C, and Colwell P), related to other soil measurements (EC, total and labile C, Total N and nematode diversity) or included due to ease of measurement (pH and EC) (Pattison *et al.* in preparation). In particular, soil carbon measurements, labile C and total C, were significantly ($P < 0.05$) different between different plant systems and correlated to a number of other physical, chemical and biological soil properties, bulk density ($r = -0.81$), total N ($r = 0.90$), EC ($r = -0.80$) and nematode diversity ($r = 0.58$).

The proportion of nematodes belonging to different feeding groups also appeared to be a good method of diagnosing the biological health of the soil (Figure 2). Monoculture bananas had a significantly greater proportion of plant-parasitic nematodes in the soil nematode community relative to less intensively managed sites (Table 1). Analysis of the nematode feeding groups revealed that greater than 50% of the soil nematode community was made up of plant-parasitic nematodes, whether in conventional or organic banana production (Figure 1). In less intensively managed plant systems forest or pasture, there was a more even proportion of nematodes belonging to different trophic groups relative to monoculture bananas (Figure 1). The proportion of plant-parasitic nematodes in the soil was a useful indicator that may be able to be related to the suppressive potential of the soil (Abawi and Widmer 2000; Stirling *et al.* 2005).

TAKING CONTROL – GLASSHOUSE EXPERIMENTS

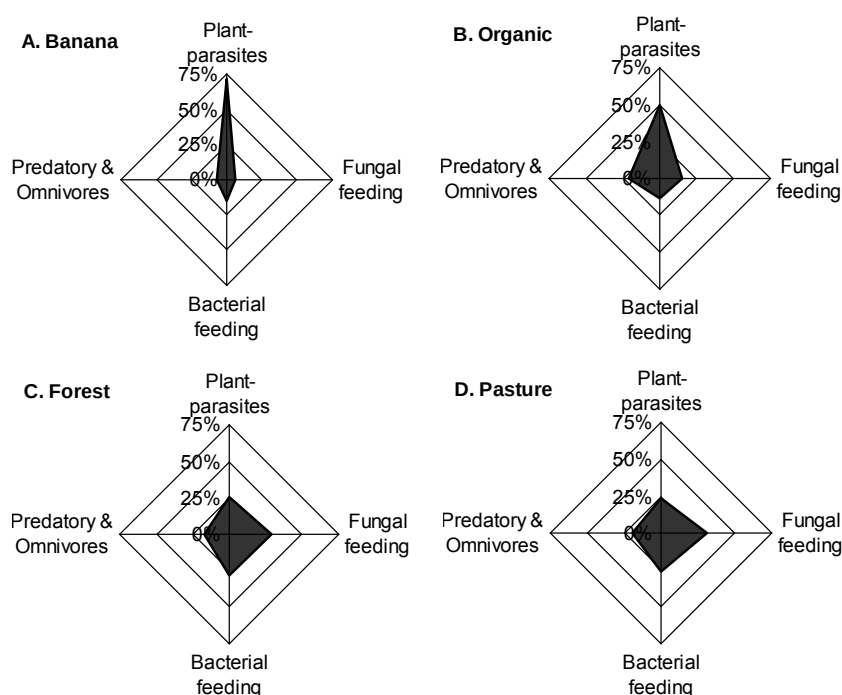
Following the development of a minimum set of key soil health indicators for physical, chemical and biological soil properties, it was then necessary to be able to impose management changes on the soil to determine how the indicators respond. The use of glasshouse experiments is an invaluable tool for testing and developing hypothesis for management practices. However, the results from the pot trials should not be directly extrapolated to field situations without further testing due to differences in the environments.

Table 1: Key indicators for soil health of bananas determined from a paired survey comparing conventional and organic banana production to less intensively managed plant systems forest and pasture.

Indicators	Conventional banana		Organic banana		Forest		Pasture	
Bulk density (Mg m^{-3})	1.20	n.s.	1.16	n.s.	1.09	n.s.	-	-
Total organic C (%)	3.13	a	3.25	ab	4.09	b	4.26	b
Labile C (mg g^{-1})	2.61	a	2.99	ab	4.02	b	3.96	b
$\text{NO}_3\text{-N}$ (kg ha^{-1})	56.3	n.s.	14.6	n.s.	44.6	n.s.	16.9	n.s.
Colwell P (mg kg^{-1})	163	a	20	a	16	a	84	ab
pH_w	6.20	n.s.	5.75	n.s.	5.61	n.s.	5.65	n.s.
EC (dS m^{-1})	0.13	n.s.	0.06	n.s.	0.07	n.s.	0.08	n.s.
ECEC ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)	13.0	n.s.	9.8	n.s.	9.2	n.s.	10.3	n.s.
Nematode Diversity (H')	1.40	a	1.61	ab	2.12	b	1.97	b
Plant-paras/ tot nemas	0.71	a	0.53	ab	0.24	bc	0.22	c

Means in rows with the same subscript are not significantly different from one another at $P < 0.05$. n.s. denotes no significant difference between treatments.

Figure 2: Proportion of different soil nematode trophic groups from a paired survey comparing conventional (A) and organic (B) banana production to less intensively managed plant systems forest (C) and pasture (D).



One method of manipulating soil conditions is through the use of amendments. There are many reports of amendments being added to soil and having a suppressive effect on plant-parasitic nematodes (Akhtar and Mahmood 1996; Akhtar and Malik 2000; Hallmann *et al.* 1999; Sikora 1992; Stirling *et al.* 2005). The use of amendments is able to change many soil properties (Moss *et al.* 2002) but it is unclear which properties of the amendments may be related to the suppression of nematodes. It is necessary to determine which of the key soil indicators are associated with the nematode suppression. It has been suggested that changes in soil properties, such as changes in bacterial composition or nutritional status of the soil following the addition of amendments, may change the suppressive potential of agricultural soils (Chavarria-Carvajal *et al.* 2001; Hallmann *et al.* 1999; Lazarovits *et al.* 2003). Stirling *et al.* (2005) suggested that large quantities of amendments are needed, in the range of 10 t C ha^{-1} , to successfully change soil properties. A glasshouse experiment was undertaken using a range of amendments with different chemical properties (Table 2) to

determine what changes in soil properties are related to suppression of plant-parasitic nematodes on bananas (*Musa* AAA, Cavendish subgroup cv. Williams).

Mixing it up – using amendments

10 different amendments were applied to banana field soil. Seven amendments were applied at a rate equivalent to 40 t ha⁻¹ (Table 2). Additionally, molasses was applied at 300 L ha⁻¹ and wolastonite (CaSi) at 5 t ha⁻¹ (Table 2). Also, two rates of mill ash, a by-product from sugar production were used, 40 t ha⁻¹ and 120 t ha⁻¹ (Table 2). The amendments were analysed for major nutrients C, N, P, K, Ca and Mg using the methods described by Rayment and Higginson (1992). The experiment was maintained in the glasshouse for 12-15 weeks (Pattison *et al.* 2005). As well as extracting nematodes from the roots of banana plants, nematodes were extracted from soil collected from each pot in a modified Baermann funnel (Whitehead and Hemming 1965) for two days and the proportion of nematodes belonging to different trophic groups (plant parasites, bacterivores, fungivores, predators and omnivores) and generic nematode diversity (Shannon-Weiner index) determined (Yeates and Bongers 1999). A principal component analysis (PCA) was used to analyse the macronutrient content of the different amendments to determine if any macronutrient properties could be related to nematode suppression.

Table 2: Macronutrient content of amendments applied to soils in a pot trial to determine the effects on *R. similis* suppression of bananas

Amendment	Rate ha ⁻¹	C %	N %	P %	K %	Ca %	Mg %
Molasses	300 L	-	0.5	0.06	3.8	0.7	0.25
MW Compost	40 t	29.0	1.8	0.28	0.1	32.0	0.19
Mill ash	40 & 120 t	19.4	0.3	0.27	0.3	0.7	0.16
Biosolid	40 t	7.1	0.8	0.39	1.5	1.0	0.77
Mill mud	40 t	19.8	1.4	0.39	0.5	6.3	0.23
Banana residue	40 t	46.8	1.8	0.35	2.0	1.5	0.72
Grass hay	40 t	44.7	2.3	0.29	3.2	0.5	0.16
Legume hay	40 t	45.8	3.2	0.25	1.7	1.7	0.52

Significantly fewer *R. similis* were recovered from the roots of bananas receiving the legume hay, grass hay, banana residue and the mill mud treatments relative to the untreated soil (Table 3). These treatments also had a lower proportion of plant-parasitic nematodes in the soil relative to the untreated soil (Table 3). The PCA of the nutrient content of the amendments grouped legume hay, grass hay and the banana residue treatments together, which was able to explain 63% of the variation in amendment nutrient content (Figure 3). These three treatments tended to have higher C, N and Mg contents, determined by the position and direction of PCA vectors (Figure 3). Conversely, the mill ash, which did not give suppression of *R. similis* (Table 1), had contrasting macronutrient properties relative to the grass, legume hay and the banana residue.

Table 3. Effects of 10 soil amendments added to field soil in a pot trial on the number of *R. similis* in the roots of bananas and the diversity and proportion of plant-parasitic nematodes in the soil.

Amendment	<i>R. similis</i> (100 g root ⁻¹)		Diversity (H')		Proportion plant- parasitic nematodes		Plant dry weight (g)	
Untreated	10 046	d	1.52	n.s.	0.51	a	17.8	bcd
CaSi	9 661	d	1.52	n.s.	0.48	a	16.8	bc
Molasses	8 847	d	1.41	n.s.	0.43	a	16.6	bc
MW compost	7 449	d	1.39	n.s.	0.28	bc	18.1	bcd
Mill ash 40	5 452	cd	1.43	n.s.	0.33	b	21.1	cde
Biosolid	3 935	bcd	1.39	n.s.	0.06	d	11.6	a
Mill ash 120	3 931	bcd	1.41	n.s.	0.47	a	22.0	de
Mill mud	2 121	bc	1.46	n.s.	0.24	c	25.9	e
Banana residue	1 778	b	1.56	n.s.	0.08	d	24.5	e
Grass hay	1 734	b	1.34	n.s.	0.03	d	21.2	cde
Legume hay	569	a	1.39	n.s.	0.06	d	15.7	ab

Means in each column followed by the same letter are not significantly different at $P=0.05$. n.s. denotes no significant difference.

An analysis of the trophic groups of soil nematodes revealed a significantly lower proportion of plant-parasitic nematodes in the legume hay, grass hay, banana residue and biosolid treatments (Figure 4). However, the biosolid treatment had a large proportion of bacterivores, which suggested that changes to soil properties induced by the application of biosolids induced more bacterial activity. The suppression of the proportion of plant-parasitic nematodes in the soil was not matched by a reduction in the number of *R. similis* in the roots of bananas. Therefore, increased bacterial activity as suggested by Chavarria-Carvajal *et al* (2001) and Lazarovits *et al* (2003), at least through the application of biosolids, may not induce natural suppression of *R. similis* in bananas. Indeed, the application of biosolids appeared to be toxic as there was a significant reduction in the dry weight of banana plants (Table 3).

Diversity of soil nematodes was not significantly different between treatments (Table 3). Although diversity was determined to be a key soil indicator, being influenced by soil management practices, the use of diversity in pot trials may not reflect changes due to treatments. The soil in pots had been disturbed due to the potting process, which would be expected to have a detrimental impact on slower developing nematodes thus causing a reduction in diversity.

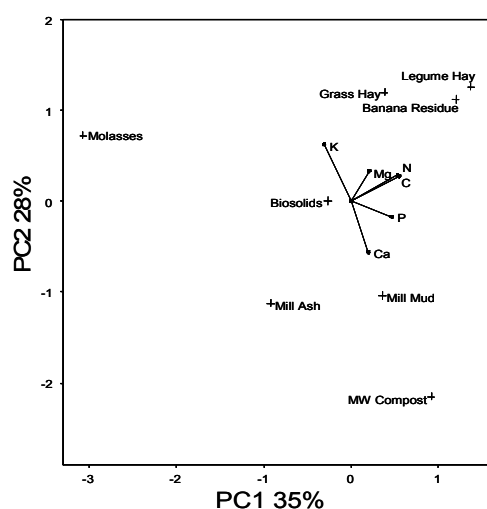


Figure 3: Principal component biplot for the distinction between amendments based on macronutrient content of the amendments.

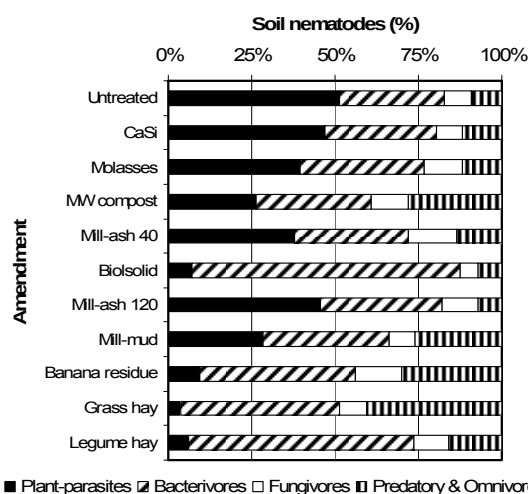


Figure 4: Proportion of soil nematodes belonging to different trophic groups following the application of soil amendments.

More organic matter

It would appear that the use of amendments with a high C content such as legume hay, grass hay and banana residue is more successful at inducing a sustainable reduction in the number of plant-parasitic nematodes in the roots and soil of bananas (Figures 3 and 4). The use of additional organic matter with a high C content (grass hay, 40 t ha⁻¹) was retested in a follow up experiment with additional N applications to determine the effects and interaction of C and N on nematode suppression. More readily changeable forms of C and N were measured in the additional pot trial using field methods for measuring active carbon (labile C) using potassium permanganate (Weil *et al.* 2003) and determining soil NO₃-N (Pattison *et al.* 2005). The additional N applications were found to have little effect on nematode suppression and key soil indicators in this experiment.

To measure the suppressive potential of the soil, a bioassay was developed which used the addition of 100 root-knot nematode (RKN, *Meloidogyne* spp.) eggs per g soil, added to autoclaved (sterilised) and untreated soil taken from each pot. The use of RKN eggs has been suggested as having limited benefit in detecting suppressive soils without further confirmation (Westphal 2005). However, in controlled conditions and in conjunction with other tests for nematode suppression, the use of nematode eggs may give some indication of the suppressive potential of the soil. It does not, however, give any indication on the types of organisms involved in the suppression as there is a wide range of organisms that are capable of attacking free nematode eggs in the soil, making them very sensitive to changes in soil biology (Stirling 1991).

The additional organic matter significantly suppressed the number of *R. similis* in the roots of bananas and increased the growth of banana plants (Table 4). This suggested that additional organic matter was able to change the suppressive potential of banana soils to plant-parasitic nematodes

determined by: a reduction in the number of *R. similis* in the root of bananas, a reduced proportion of plant-parasitic nematodes in the soil nematode community and a lower percentage of juvenile root-knot nematode recovered from unsterile soil relative to sterile soil (Table 4). It would appear that the addition of organic matter changes the short-term biological composition of the soil, increasing organisms that are antagonistic to nematodes. However, it does not indicate which organisms or groups of organisms are responsible for the reduction in the number of plant-parasitic nematodes.

Table 4. Effects of additional organic matter (40 t grass hay ha⁻¹) on the suppressive potential of the soil to plant-parasitic nematodes (recovery of *R. similis* from the roots of bananas, proportion of plant-parasitic nematodes in the soil, and recovery of RKN in a bioassay using nematode eggs added to sterile and unsterile soil plant growth), plant growth, labile C and soil nematode diversity.

Treatment	<i>R. similis</i> (100 g root ⁻¹)	Shoot dry weight (g)	Labile C (mg kg ⁻¹)	Diversity (H')	Plant- parasitic nematode (ratio)	RKN bioassay (% sterile soil)
+ Organic matter	531 a	55.2 b	593 b	1.13 n.s.	0.12 a	46 a
Untreated	1183 b	17.8 a	280 a	0.73 n.s.	0.76 b	84 b

Means in each column followed by the same letter are not significantly different at $P=0.05$.

The additional organic matter doubled the labile C measured in the soil at the termination of the experiment (Table 4). The increasing amount of labile C in the soil was significantly related to a reduction in the number of *R. similis* in the roots of bananas (Figure 5). The labile fractions of soil C are a small proportion of the total soil carbon pool made up of microbial biomass, particulate organic matter and soil carbohydrates and is very sensitive to management changes (Weil and Magdoff 2004). Labile C has been suggested to fuel the soil food web, influence nutrient cycles and other biologically related soil properties (Weil *et al.* 2003). Therefore, increasing labile C in the soil may stimulate antagonistic organisms in the soil as suggested by Widmer *et al.* (2002) leading to a reduction in the number of plant-parasitic nematodes infecting the roots of bananas.

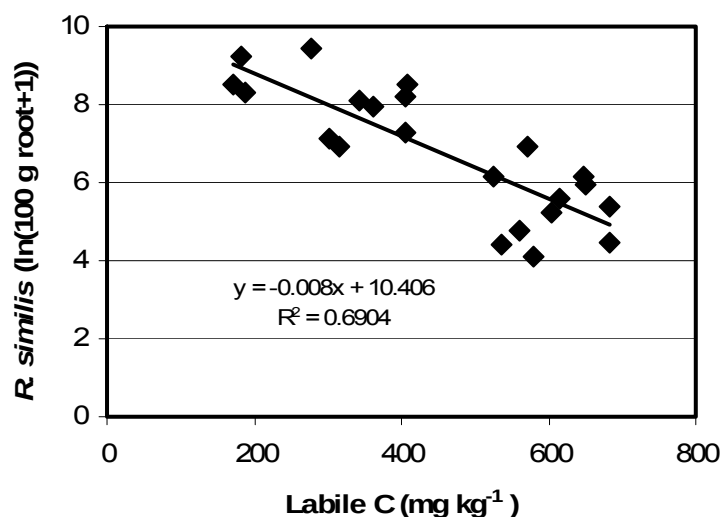


Figure 5: Relationship between increasing soil labile carbon and numbers of *R. similis* in the roots of banana plants in a glasshouse experiment.

An important aspect of soil carbon in soil ecosystems is its relationship with the biology in the soil and where soil organisms obtain their energy. Most soil organisms are heterotrophs, relying on the degradation of organic carbon compounds to obtain their energy. The organic compounds are mostly produced by photoautotrophs, organisms using photosynthesis to convert light energy from the sun into chemical energy, such as the banana plant. Organisms in the soil are limited by the amount of energy that can be produced above the ground and transferred below the ground (Thies and Grossman 2006). In most plant systems there are two mechanisms through which energy can be transferred to soil organisms below ground, either through the roots of the plants or through plant

residues (Ball 2006). It is possible that the additional organic matter added to the soil in the pot experiments increased the energy available to organisms that derive their energy from the decomposing plant residues, reducing the reliance of energy inputs from the roots of the plants to fuel the soil food web (Figure 1). When plant residues are removed from the soil, plant roots become the primary source of energy for the soil food web. This means that herbivores, such as plant-parasitic nematodes, are the primary organisms for transferring energy into the soil food web from autotrophic plants. If organic matter is removed there is no alternate source of energy entering the soil food web. It is possible that plant-parasitic nematodes supply the soil food web with its energy requirements, becoming the primary mechanism for the supply of carbon to the soil. If there is no alternative source of energy from organic matter to fuel the detritus portion of the soil food web, plant-parasitic nematodes will continue to feed and reproduce limited primarily by their food supply. Therefore, the number of plant-parasitic nematodes taking energy out of the roots of banana plants reaches the point that it impacts on the plants growth and production. This approach to understanding and managing banana soil ecology is worthy of further investigation.

Not all organic matter is the same

Organic matter is a complex composition of different compounds that do not behave the same way in soil (Weil and Magdoff 2004). The application of organic matter has been an unreliable method of managing plant-parasitic nematodes. Because of the complex nature of organic materials, the diversity of different sources and the inconsistencies in its composition, there are inconsistent results about its effectiveness for suppressing plant-parasitic nematodes (Akhtar and Malik 2000). Organic matter can be composed of compounds that are easily degraded such as sugars and starches and compounds that are resistant to degradation such as tannins, lignins and other compounds rich in polyphenols (Coleman *et al.* 2004). Cellulose and hemicellulose are considered to be intermediate in their degradability (Coleman *et al.* 2004). These different components of organic matter have been shown to stimulate microbial activity at different rates in the soil (Coleman *et al.* 2004; Dilly 2004). Because organic matter is made up of different compounds, it is decomposed by a range of organisms. Organic matter, freshly added to the soil, has vastly different properties to organic matter that has already undergone some decomposition (Kennedy *et al.* 2004). Humus, the eventual end product of organic matter decomposition, undergoes very little further biological degradation. It is unclear which components of organic matter are more important in banana soils at inducing suppression of plant-parasitic nematodes. We were interested to determine how different sources of organic matter impacted on the suppression of *R. similis* and what changes to soil properties could be linked with the nematode suppression.

A pot experiment was initiated where banana field soil was amended with either sucrose, cellulose lignin (shredded balsa wood) or a mixture of the three different sources of organic matter at a rate of 6% (w/w) of soil (Cobon and Pattison 2005). The mixed organic matter treatment was 2% (w/w) of each of the three source of organic matter. A banana plant was grown in the soil for 12-weeks and then inoculated with *R. similis*. At the termination of the trial nematode numbers in the roots and their diversity in the soil were determined along with other key soil indicators, labile C, NO₃-N, and pH as described previously. Additionally a RKN egg assay of the soil was performed on soil from each pot.

The amendment of the soil with cellulose significantly reduced the number of *R. similis* in the roots of banana plants relative to the untreated soil (Table 5). The mixed treatment, which received an equal proportion of the three organic amendments, was intermediate relative to the untreated control and the cellulose treatment (Table 5). The application of sucrose at 6% was toxic to the banana plants resulting in their early death and a decrease in the diversity of soil nematodes. Contrasting with the previous experiments using organic matter, treatments with the highest labile C measurements did not have the lowest number of *R. similis* in the roots of the banana plants (Table 5). The bioassay using nematode eggs added to the soil showed that amendment of the soil with either lignin or a mixture of carbon sources was able to significantly reduce the number of RKN recovered from the soil (Figure 6). Although the labile C measurements did not correspond with the number of *R. similis* recovered from the roots of banana plants it was significantly negatively related to the number of juvenile root-knot nematodes recovered from the soil in the nematode egg bioassay (Figure 7).

Table 5. Effect of amendment of soil with sucrose, cellulose, lignin or a mixture of organic matter sources on the number of *R. similis* in the roots of bananas, the growth of banana plants and key soil health indicators soil nematode diversity, labile C, NO₃-N and pH.

Treatment	<i>R. similis</i> (100 g root ⁻¹)	Shoot dry weight (g)	Diversity (H')	Labile C (mg kg ⁻¹)	NO ₃ -N (g kg ⁻¹)	pH
Untreated	2 637 c	10.6 a	1.60 d	566 cd	10.0 b	6.78 ab
Sucrose	-	-	0.50 a	591 bc	15.4 b	6.74 ab
Cellulose	79 a	10.3 ab	1.37 cd	549 d	16.7 b	6.84 a
Lignin	1 524 c	9.5 c	1.08 bc	636 a	10.0 b	6.71 bc
Mixed	310 b	9.7 bc	0.76 ab	629 ab	30.0 a	6.59 c

Means in each column followed by the same letter are not significantly different at $P=0.05$. n.s. denotes no significant difference.

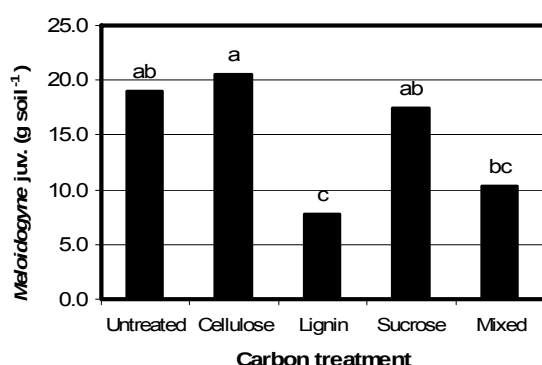


Figure 6. Recovery of *Meloidogyne* spp. juveniles from eggs added to unsterilised soil amended with cellulose, lignin, sucrose or mixed compared to untreated soil.

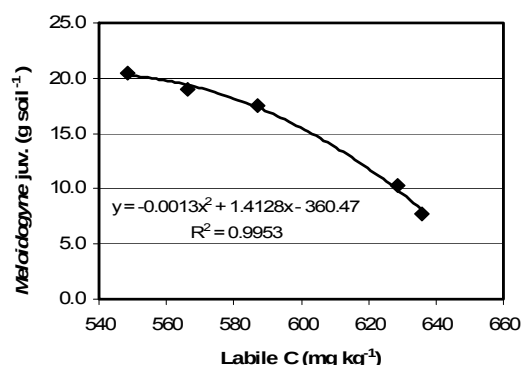


Figure 7. Relationship between recovery of *Meloidogyne* spp. juveniles and labile C measurements in soil amended with cellulose, lignin, sucrose or mixed or left untreated.

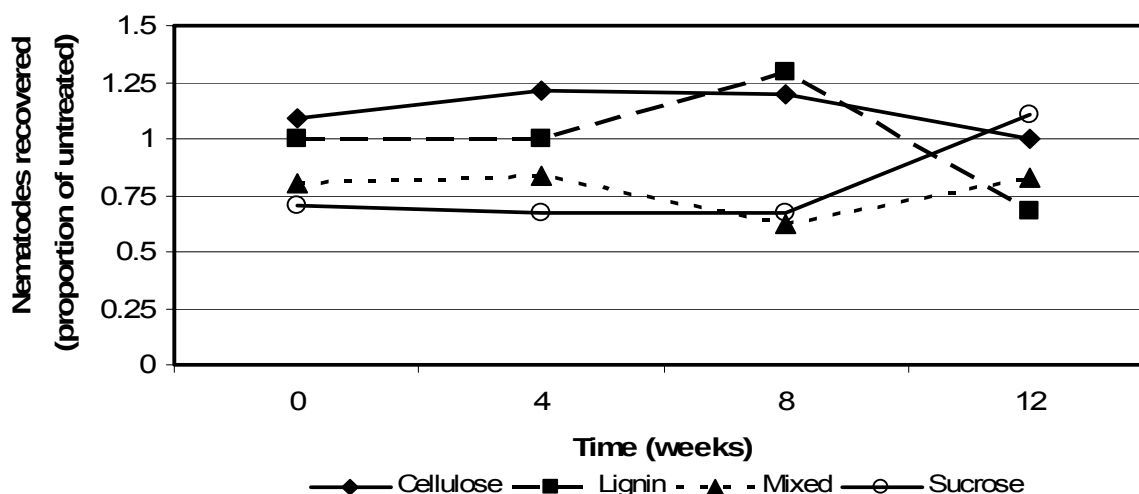


Figure 8. Change in the recovery from soil of root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) juveniles in a glasshouse bioassay with soil amended with sucrose, cellulose or lignin or mixed carbon sources over a 12 week incubation period.

The differences in the two measurements of plant-parasitic nematodes suggest that time may be an important factor determining how effective the source of organic matter is at stimulating organisms that are antagonistic to plant-parasitic nematodes. Cellulose was able to reduce the number of nematodes in the roots of bananas, but was not able to reduce the number of root-knot nematodes in the bioassay. In contrast, the addition of lignin did not suppress *R. similis* in the roots of bananas, but did reduce the number of RKN recovered. The treatment with mixed sources of carbon was able to reduce nematodes numbers in both the roots of bananas and the RKN egg bioassay.

Therefore, it is possible that a range of organisms may be responsible for nematode suppression, stimulated differently depending on the source of carbon and its degradation process.

To determine if there are changes in the suppression of nematodes over time an assay was established in containers with field soil, where the soil was amended with either sucrose, cellulose, lignin or a mixture of the three as before. Every four weeks a soil sample from the containers was removed and tested for its ability to suppress plant-parasitic nematodes using the RKN bioassay. The number of RKN juveniles recovered from the soil was converted to a proportion of the number of RKN nematodes recovered from the untreated soil.

For the first 8 weeks of the experiment sucrose and the mixture of organic matter were able to suppress the number of nematodes recovered from the soil (Figure 8). However, after 8 weeks there was no reduction in nematodes recovered from the sucrose treatment, but there was a reduction of nematodes recovered from the lignin and mixed treatment (Figure 8). The change in nematode suppression as the experiment progressed suggested that the different sources of carbon induced suppression of plant-parasitic nematodes at different times. The fact that the mixture of carbon sources continued to reduce nematodes throughout the experiment suggested that a single organism was probably not responsible for suppressing plant-parasitic nematodes, but it may be due to a number of organisms that are stimulated by different sources of organic matter, with different suppressive mechanisms, as suggested by Kerry (1990).

LOSING CONTROL- FIELD EXPERIMENTS

The suppression of nematodes due to amendments added to soil in pot experiments is not always directly transferable to field situations and does not take into account the cropping systems into which the amendments need to be integrated (Westphal 2005). The ability of amendments to induce natural suppression is also questionable in the field (Akhtar and Malik 2000). Using the knowledge gained from the previous pot experiments about the use of high carbon amendments and the development of key soil health indicators, a field experiment was established in a commercial, conventional banana field. Four soil amendments from the pot experiments; mill ash and mill mud (by-products from the sugar industry), compost and additional organic matter (grass hay + banana residue) were selected for a field trial. These four amendments were selected because they are readily available to banana growers and were previously found to have different effects on *R. similis*. The mill ash, mill mud and compost amendments were applied prior to planting, and again 12 months later. The additional organic matter treatment had grass hay applied to the soil surface 7-days after planting bananas and again 6 and 12 months after planting. The untreated plots had all plant residue removed from the soil surface around the plants. The plant residue removed from the untreated plots was placed around the plants in the additional organic matter treatment.

Assessments of physical, chemical and biological soil properties were conducted 1, 7, 12 and 25 months after the trial commenced. The soil nematode community was characterised as described previously based on trophic groups. The labile C was determined as the amount of carbon readily oxidised by KMnO_4 using the method described by Weil *et al* (2003). The amount of $\text{NO}_3\text{-N}$ was determined using a Merck reflectoquant™ meter from 1:5, soil:water extracts.

There were very few differences in key soil health indicators until 25 months after the experiment commenced (Pattison *et al.* 2006). In particular, there was an increase in the amount of labile C measured in the soil treated with organic matter, compost or mill mud relative to the soil treated with mill ash or remaining untreated (Table 6). *R. similis* was not present at this site, so the proportion of plant-parasitic nematodes in the soil was used as a surrogate indicator of the suppressive potential of the soil (Figure 9). Although there was no significant difference in the proportion of plant-parasitic nematodes in the soil between treatments, the proportion of plant-parasitic nematodes from the soil treated with organic matter or mill mud was halved relative to the untreated soil (Table 6, Figure 9). Similarly, the diversity of nematodes tended to be higher in these two treatments, relative to the untreated soil (Table 6). A regression analysis of the results found that the proportion of plant-parasitic nematodes was significantly negatively related to the nematode diversity in the soil ($R^2 = 0.89$ $P < 0.05$). Furthermore, the diversity of nematodes in the soil was found to be a function of the ratio of labile C and $\text{NO}_3\text{-N}$ ($R^2 = 0.74$ $P < 0.05$).

Table 6: Effects of four soil amendments, 25 months after addition to a banana field, on the soil nematode diversity and proportion of plant parasites, labile C and NO₃-N.

Treatment	Proportion	plant-	Nematode		Labile C		NO ₃ -N	
	parasitic	nematodes	diversity (H')		(mg kg ⁻¹)		(kg ha ⁻¹)	
Untreated	0.60	ns	1.23	ns	399	c	42	ns
Organic matter	0.24	ns	1.77	ns	673	a	48	ns
Mill ash	0.43	ns	1.59	ns	548	b	41	ns
Compost	0.47	ns	1.55	ns	680	a	47	ns
Mill mud	0.30	ns	1.70	ns	635	a	43	ns

Means in each column followed by the same letter are not significantly different at $P=0.05$. n.s. denotes no significant difference.

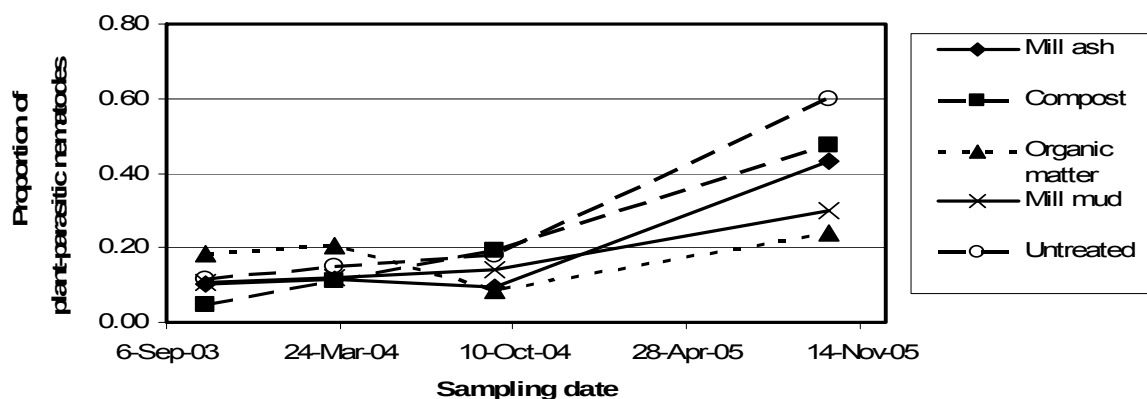


Figure 9. Change in the proportion of plant-parasitic nematodes in the soil over a 25 month period in soil amended with mill ash, compost, mill mud or organic matter relative to untreated soil.

Applications of amendments high in C, such as grass hay and banana residue, were able to suppress the proportion of plant-parasitic nematodes in a banana field. This appears to be related to changes in the biological composition of the soil as determined in previous pot experiments. There appears to be a lag time after the application of the amendments, as long as two years, before a reduction in the proportion of plant-parasitic nematodes occurs in the soil. It is likely that soil biology is altered by the presence and interaction of soluble chemical components in the soil such as NO₃-N and labile C. Both compounds are readily transformed and lost from the agricultural soil ecosystem. Therefore, banana production systems need to be developed that enhance the amount of labile C and / or reduce the NO₃-N in the soil in order to develop production systems that are capable of naturally suppressing plant-parasitic nematodes.

PUTTING IT INTO PRACTICE – BANANA FARM SURVEY

It has been suggested that the sustainability of some practices within agriculture deserve closer scrutiny for their effects on the sustainability of the farm operations (Uphoff *et al.* 2006). The banana production systems within Australia have developed a need for as much mechanisation as possible and to maximise yields and returns on investments. In complex systems such as the management of banana production, it is difficult to prescribe a set of production practices that will be universal for every farm. However, it is possible to make some general recommendations that take into account the physical, chemical and biological aspects of soil management. As has been demonstrated throughout this paper, the conservation and sequestration of carbon has a large impact on the biological properties within the soil and how they interact to suppress plant-parasitic nematodes. Farm management has a large influence on soil carbon, key soil health indicators and plant-parasitic nematode suppression. In Australia, the key differences between individual banana farm management systems revolve around:

- cropping cycle length,
- use and length of fallows between successive banana crops,
- number of tillage operations used to prepare the soil to grow bananas,
- use and quantity of soil applied fertilisers and pesticides,
- placement of crop residue, and
- management of the interplant space.

Using the knowledge of key soil health indicators developed for the Australian banana industry, a survey of banana farms was undertaken to determine the impact of farm management practices on key soil health indicators and suppression of plant-parasitic nematode. The survey involved interviewing farmers about management practices and measuring key soil health indicators. 10 farms were surveyed with soil samples collected from five fields on each farm. In each field, key soil health indicators were collected from five different locations (Table 7). A cluster analysis of the farm management practices was used to determine the similarity between management of farms. Similarly, a cluster analysis was used to determine the similarity of key soil health indicators between farms. A stepwise forward regression was used to determine what management practices and key soil health indicators were most significantly related to the proportion of plant-parasitic nematodes in the soil.

The key soil health indicators appeared to be most favourable on farm 5, which had the lowest proportion of plant-parasitic nematodes, highest nematode diversity, lowest $\text{NO}_3\text{-N}$, highest labile C and lowest soil bulk density (Table 7). Conversely, farm 1 had the highest number and proportion of plant-parasitic nematodes, lowest nematode diversity, low labile C and high $\text{NO}_3\text{-N}$ (Table 7).

Table 7. Mean measurements of key soil health indicators from 10 banana fields surveyed for effects of soil management practices on soil health and plant-parasitic nematode suppression.

Farm	Plant-parasitic nematodes			Diversity (H')			Labile C		$\text{NO}_3\text{-N}$ (kg ha^{-1})	pH	EC (μS)	Bulk density (g/cm^3)				
	(100 g soil $^{-1}$)	(proportion)		a	b	c	(mg kg $^{-1}$)	d				a	b	c	d	
		a	b													c
Farm 1	953	a	0.86	a	0.94	d	348	d	94.0	bc	6.5	b	0.08	ab	1.19	b
Farm 2	556	abc	0.67	b	1.37	cd	443	b	49.8	ef	7.1	a	0.05	bc	0.95	e
Farm 3	361	abc	0.74	ab	1.21	cd	319	d	88.5	cd	5.3	c	0.09	a	1.15	bc
Farm 4	244	bcd	0.45	cd	2.06	ab	357	cd	29.4	f	6.8	ab	0.10	a	1.27	a
Farm 5	96	cd	0.34	d	2.30	a	607	a	24.4	f	5.7	c	0.03	de	0.89	e
Farm 6	437	abc	0.62	bc	1.68	bc	483	b	64.0	de	6.9	ab	0.03	cde	1.13	bc
Farm 7	90	d	0.43	d	1.52	bc	474	b	29.6	f	7.1	a	0.01	e	1.03	d
Farm 8	677	ab	0.63	bc	1.45	cd	509	b	47.0	ef	6.5	b	0.04	cd	1.09	cd
Farm 9	320	abc	0.69	ab	1.43	cd	289	d	120.0	ab	7.3	a	0.06	bc	1.09	cd
Farm 10	222	bcd	0.68	ab	1.59	bc	430	bc	125.0	a	7.3	a	0.04	cd	1.09	cd

Means in each column followed by the same letter are not significantly different at $P=0.05$. n.s. denotes no significant difference.

Farms 1 and 5 had divergent soil properties and soil management, with only around a 60% similarity in both of these aspects of banana production (Figure 10). Farm 5, which is suggested to have good soil health measurements (Table 7), had the least similar soil health properties relative to the other farms (Figure 10 A). Also, Farm 5 had a different management approach to the banana production relative to the other farms surveyed (Figure 10 B). Farms 1 and 3 were grouped similarly (<10% difference) in the cluster analysis of both the key soil indicators and the soil management (Figure 10). These two farms were regarded as intensive, high input farms, and were representative of conventional banana farming operations in Australia. Farms 9 and 10 also had very similar (<5% difference) key soil indicators and soil management practices of bananas and were a part of a closely related group of 5 (Management, Figure 10 B) or 6 farms (Key indicators, Figure 10 B). These farms use fewer inputs and are experimenting with practices to improve the health of their soil. However, the management did not always match differences in soil health indicators (Figure 10), which suggested other factors may also impact on the key soil health indicators and that some caution is needed when using single point measurements to determine the health of banana soils if it cannot be related to some other factor such as nematode suppression.

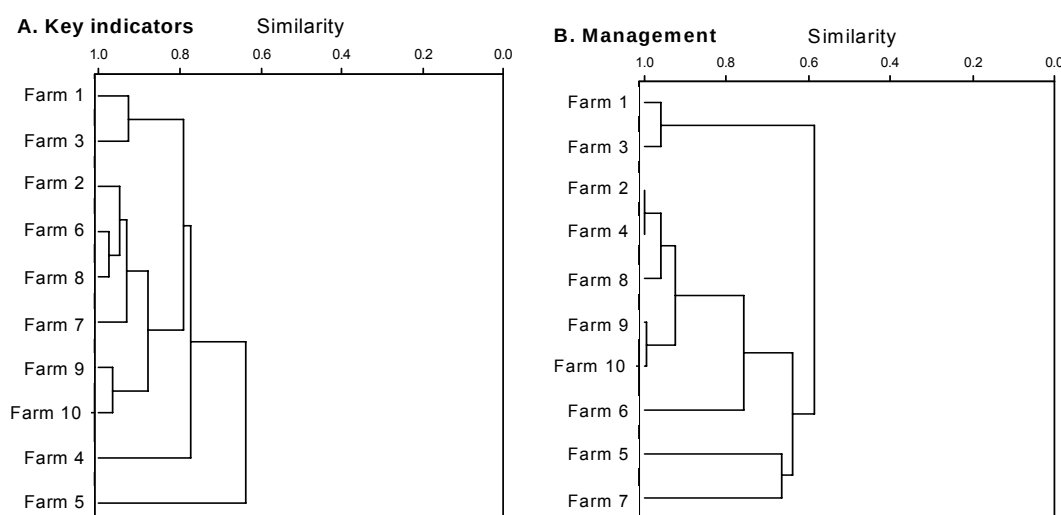


Figure 10. Cluster analysis of key soil health indicators (A) and banana soil management practices (B) of 10 banana farms.

The proportion of plant-parasitic nematodes was related to soil management and key soil health parameters using a forward stepwise regression. Using this method the proportion of plant-parasitic nematodes was determined to be a function of the amount of nitrogen applied to the crop and where the crop residue was placed, either around the base of the plant or away from the plant and the age of the crop. These three management parameters were able to account for most of the variation in the proportion of plant-parasitic nematodes between farms (Plant parasites (proportion) = f (Banana residue + N application + Crop age)). Increasing the amount of nitrogen and removing the crop residue from around the base of the plant increased the proportion of plant-parasitic nematodes. There was also a greater proportion of plant-parasitic nematodes as banana crops aged.

Similarly, the key soil indicators that were associated with the suppression of the proportion of plant-parasitic nematodes in the soil were labile carbon, soil nitrate and nematode diversity (Plant parasites (proportion) = f (Labile C / $\text{NO}_3\text{-N}$) + Diversity). Interestingly, the ratio of labile C and $\text{NO}_3\text{-N}$ proves to be a better indicator of nematode suppression than the individual components alone. This suggests that practices that increase the amount of labile carbon in the soil are not enough to increase the suppression of plant-parasitic nematodes in banana soils. If increased labile C contents of the soil are associated with high soil $\text{NO}_3\text{-N}$, there may be no suppression of plant-parasitic nematodes. Similarly, reducing the amount of N applied to the crop is not enough to induce nematode suppression if it is not associated with the sequestration of soil carbon on banana farms.

BRINGING IT ALL TOGETHER

Banana growers in Australia have implemented a number of practice changes which have led to a reduction in the amount of nitrogen fertilisers applied to banana crops and an increase in the amount of C sequestered in the soil. At the same time they have managed to maintain the same level of production by developing ecologically sustainable farming practices. The average amount of N applied in 1995 was 519 kg ha^{-1} (Daniells 1995) with an average of 2 300, 13 kg cartons $\text{ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ (ABGC 2006). The average amount of nitrogen currently being used by banana growers in 2004, in tropical banana production is 305 kg ha^{-1} (Mark Warmington, pers. comm.) with an average production of 2 520, 13 kg cartons $\text{ha}^{-1} \text{ yr}^{-1}$ (ABGC 2006). These figures do not account for seasonality differences, but are indicative of the previous overuse of nitrogen-based fertilisers by the banana industry and suggest that reductions in N application can be made without sacrificing production.

As well as reducing the amount of fertiliser applied to bananas, growers are implementing practices that increase the amount of carbon in the soil. The practice changes are based on:

- reduced tillage and permanent beds for growing bananas,
- including a grass cover crop (e.g. Rhodes grass *Chloris gayana*), which is a poor host to *R. similis*, in the fallow period,

- companion planting bananas with fast growing short lived grasses (e.g. Japanese Millet *Echinochloa* sp.) to suppress weeds,
- keeping banana residue around the base of the banana plant, and
- maintaining vegetation cover in inter-row spaces of bananas.

The suppression of plant-parasitic nematodes in the soil of banana plantations relies on an integrated systems approach, single practice changes are not sufficient. The change in practices, which are occurring, has meant that plant-parasitic nematodes, particularly *R. similis*, are no longer a serious problem in the Australian banana industry. This has meant that the amount of nematicide used in Australian banana production has been significantly reduced in the past 10 years, due to the development of more ecologically sustainable farming practices.

FURTHER WORK

Progress has been made in the development of more ecologically sustainable farming practices which has led to a substantial reduction in the need for chemical nematicides in the banana industry. There is, however, a need to develop a continual improvement process both in the science of understanding of nematode suppression and also in implementing new farm management practices. One of the biggest impediments to the development of nematode suppressive systems is the mindset of banana industry personnel who suggest “that may work there, but it won’t work here because...”. There are sometimes reasons why new practices won’t work, but if banana production is to remain sustainable there is also a need to take a look at new management practices, research approaches and interpretation of soil measurements.

We must understand the organisms that are involved in the natural suppression of plant-parasitic nematodes. It is doubtful that an inundative application of organisms, such as suggested in many biological control programmes, will cause a sustained suppression of plant-parasitic nematodes without simultaneous changes in the soil environment through new farm management practices. We also need a better understanding of how organic matter affects soil properties. The understanding of the biological component of soil systems and how it interacts with physical and chemical components of the soil in banana cropping systems is still in its infancy. Changes in soil management have recently been implemented on farms, but it is unclear how long it will take for these practices to change the health of the soil and what impact they will have in the long term. Long term farming system experiments that challenge current concepts of banana production, allow for comprehensive, holistic measurement of soil physical, chemical and biological properties, their relationship to crop production and their ability to suppress plant-parasitic nematodes (Pattison 2005).

CONCLUSION

Increasing soil carbon, particularly the labile fraction, and reducing the amount of $\text{NO}_3\text{-N}$ in the soil have been found to be the most important components in developing banana cropping systems that suppress plant-parasitic nematodes, particularly *R. similis*. Knowledge of soil conditions that suppress plant-parasitic nematodes has been developed through a process on increasing the understanding of soil ecology in banana cropping systems. Comparing soils under banana cultivation with soils under less intensive management has allowed the development of a set of key soil health indicators. Soil carbon in particular, was found to be lower in soils under banana cultivation. The amendment of soils with large quantities of organic matter was found to increase the suppression of plant-parasitic nematodes. The application of organic matter changed the biological composition of the soil, increasing the diversity of soil organisms. The organic matter from amendments provided an alternative pathway by which carbon could enter the soil, reducing the need for herbivores to release carbon from plant roots into the soil food web. However, not all organic matter was found to induce suppression of plant-parasitic nematodes. The composition and degree of degradation of organic matter appeared as important components in the induction of plant-parasitic nematode suppression. In general, however, the conservation or increase in soil organic matter increases the suppression of plant-parasitic nematodes in banana cropping systems. Farm management practices such as fertiliser applications, particularly application of soluble nutrients such as $\text{NO}_3\text{-N}$, can also change the biology of the soil. The suppression of plant-parasitic nematodes in banana cropping systems was determined to be a function of crop residue placement, fertiliser application rates and crop age. Management practices that increased the amount of labile C, decreased $\text{NO}_3\text{-N}$ and increased the level of diversity of soil organisms, also increased the suppression of plant-parasitic nematodes in banana crops, making banana production more sustainable.

ACKNOWLEDGEMENTS

This research has been funded by Growcom, Horticulture Australia Limited, the Queensland Department of Primary Industries & Fisheries and Queensland Department of Natural Resources, Mines and Water under project number FR02025. Many thanks to Dr. Luiz Lichtemberg, Dr. Luis Pocasangre and the organisers of the XVII ACORBAT meeting for their invitation and support. Thanks also to Dr. Gregor Yeates for his invaluable comments on the manuscript. Thanks to Kim Badcock, Tony Nikulin, Mark Poljak and Peter Jones for their technical assistance in experiments and surveys and also to Stewart Lindsay for discussions on banana farming systems. Finally, many thanks to the banana growers of Queensland who allowed their soil and management practices to be so closely scrutinised.

REFERENCES

1. Abawi GS, Widmer TL (2000) Impact of soil health management practices on soilborne pathogens, nematodes and root diseases of vegetable crops. *Applied Soil Ecology* 15, 37-47.
2. ABGC (2006) Australian Banana Growers Council. In. (www.abgc.org.au).
3. Akhtar M, Mahmood I (1996) Control of plant-parasitic nematodes with organic and inorganic amendments in agricultural soil. *Applied Soil Ecology* 4, 243-247.
4. Akhtar M, Malik A (2000) Roles of organic soil amendments and soil organisms in the biological control of plant-parasitic nematodes: a review. *Bioresource Technology* 74, 35-47.
5. Andrews SS, Karlen DL, Cambardella CA (2004) The soil management assessment framework: A quantitative soil quality evaluation method. *Soil Science Society of America Journal* 68, 1945-1962.
6. Araya M (2005) *Study of the effect of Musa Genotype, Soil Type, and Weed Management on their Nematodes and Nematodes Damage Distribution*. Doctoral Thesis No 655 thesis, Katholieke Universiteit Leuven.
7. Ball AS (2006) Energy inputs in soil systems. In *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems*. (Eds N Uphoff, AS Ball, E Fernandes et al) pp. 59-78. (Taylor & Francis: Boca Raton, FL, USA)
8. Chavarria-Carvajal JA, Rodriguez-Kabana R, Kloepper JW, Morgan-Jones G (2001) Changes in populations of microorganisms associated with organic amendments and benzaldehyde to control plant-parasitic nematodes. *Nematropica* 31, 165-180.
9. Cobon JA, Pattison AB (2005) The impact of different forms of carbon on nematodes. In *The 15th Biennial Australasian Plant Pathology Society Conference*. Geelong, Victoria, Australia p. 106. (APPS)
10. Coleman DC, Crossley DA, Hendrix PF (2004) *Fundamentals of Soil Ecology* (2nd Ed.). (Academic Press)
11. Daniells J (1995) Fertiliser practices in the north Queensland industry. *Bananatopics* 22, 13-15.
12. Dilly O (2004) Effects of glucose, cellulose and humic acid on soil microbial eco-physiology. *Journal of Plant Nutrition and Soil Science* 167, 261-266.
13. Ditzler CA, Tugel AJ (2002) Soil quality field tools: Experiences of USDA-NRCS Soil Quality Institute. *Agronomy Journal* 94, 33-38.
14. Doran JW (2002) Soil health and global sustainability: translating science into practice. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 88, 119-127.
15. Ferris H, Bongers T, de Goede RGM (2001) A framework for soil food web diagnostics: extension of the nematode faunal analysis concept. *Applied Soil Ecology* 18, 13-29.
16. Hallmann J, Rodriguez-Kabana R, Kloepper JW (1999) Chitin-mediated changes in bacterial communities of the soil, rhizosphere and within roots of cotton in relation to nematode control. *Soil Biology and Biochemistry* 31, 551-560.
17. Herrick JE (2000) Soil quality: an indicator of sustainable land management? *Applied Soil Ecology* 15, 75-83.
18. Karlen DL, Ditzler CA, Andrews SS (2003) Soil quality: why and how? *Geoderma* 114, 145-156.
19. Kennedy AC, Stubbs TL, Schillinger WF (2004) Soil and crop management effects on soil microbiology. In *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture*. (Eds F Magdoff and RR Weil) pp. 295-326. (CRC Press: New York)
20. Kerry BR (1990) An Assessment of Progress toward microbial control of plant-parasitic nematodes. *Journal of Nematology (Supplement)* 22, 621-631.
21. Lazarovits G, Conn KL, Abbasi PA, Tenuta M (2003) Control of soilborne plant pathogens with organic amendments: challenges and possibilities. In *8th International Congress of Plant Pathology*. Christchurch, New Zealand p. 51. (Horticulture Australia Ltd)
22. Moens T, Araya M, Swennen R, De Waele D (2004) Enhanced biodegradation of nematicides after repetitive applications and its effects on root and yield parameters in commercial banana plantations. *Biology and Fertility of Soils* 39, 407-414.
23. Moore JC, de Ruiter PC (1991) Temporal and spatial heterogeneity of trophic interactions within below-ground food webs. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 34, 371-397.
24. Moss LH, Epstein E, Logan T (2002) *Evaluating Risks and Benefits of Soil Amendments used in Agriculture*. (Water Environment Research Foundation: Alexandria, VA)
25. Neher DA (2001) Role of nematodes in soil health and their use as indicators. *Journal of Nematology* 33, 161-168.
26. Pattison A, Jones P, Lindsay S (2006) *Banana soil amendment field walk*. Queensland Department of Primary Industries & Fisheries, Brisbane, Australia.

27. Pattison A, Smith LJ, Moody P, Armour J, Badcock KA, Cobon J, Rasiah V, Lindsay S, Gulino L (2005) Banana root and soil health project - Australia. In *Banana root system: towards a better understanding for its productive management*. (Eds DW Turner and FE Rosales) pp. 149-165. (INIBAP: Montpellier, France)
28. Pattison AB, *et al.* (In preparation) Development of key soil health indicators for the Australian banana industry. *Applied Soil Ecology*.
29. Pattison AB, Stanton JM, Cobon JA (2000) Bioassay for enhanced biodegradation of nematicides in soil. *Australasian Plant Pathology* 29, 52-58.
30. Pattison T (2005) Reengineering systems for banana production. *Australian Bananas* 21, 18-19.
31. Primavesi A (2006) Soil system management in the humid and subhumid tropics. In *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems*. (Eds N Uphoff, AS Ball, E Fernandes *et al*) pp. 15-26. (Taylor & Francis: Boca Raton, FL, USA)
32. Rayment GE, Higginson FR (1992) *Australian Laboratory Handbook of Soil and Water Chemical Methods*. (Inkata Press: Sydney, Australia)
33. Sarrantonio M, Doran JW, Liebig MA, Halvorson JJ (1996) On-farm assessment of soil quality and health. In *Methods for Assessing Soil Quality*. (Eds JW Doran and AJ Jones) pp. 83-105. (Soil Science Society of America: Madison, WI, USA)
34. Sikora RA (1992) Management of the antagonistic potential in agricultural ecosystems for the biological control of plant parasitic nematodes. *Annual Review of Phytopathology* 30, 245-270.
35. Stamatiadis S, Werner M, Buchanan M (1999) Field assessment of soil quality as affected by compost and fertiliser application in a broccoli field (San Benito County, California). *Applied Soil Ecology* 12, 217-225.
36. Stirling GR (1991) *Biological control of plant parasitic nematodes: progress problems and prospects*. (CAB International: Wallingford)
37. Stirling GR, Wilson EJ, Stirling AM, Pankhurst CE, Moody PW, Bell MJ, Halpin N (2005) Amendments of sugarcane trash induce suppressiveness to plant-parasitic nematodes in sugarcane soil. *Australasian Plant Pathology* 34, 203-211.
38. Thies JE, Grossman JM (2006) The soil habitat and soil ecology. In 'Biological Approaches to Sustainable Soil Systems'. (Eds N Uphoff, AS Ball, E Fernandes *et al*) pp. 59-78. (Taylor & Francis: Boca Raton, FL, USA)
39. Uphoff N, Ball AS, Fernandes E, Herren H, Husson O, Palm C, Pretty J, Sanginga N, Thies J (2006) Issues for more sustainable soil system management. In *Biological Approaches to Sustainable Soil Systems*. (Eds N Uphoff, AS Ball, E Fernandes *et al*) pp. 59-78. (Taylor & Francis: Boca Raton, FL, USA)
40. van Bruggen AHC, Semenov AV (2000) In search of biological indicators for soil health and disease suppression. *Applied Soil Ecology* 15, 13-24.
41. Weil RR, Islam KR, Stine MA, Gruver JB, Samson-Liebig SE (2003) Estimating active carbon for soil quality assessment: A simplified method for laboratory and field use. *American Journal of Alternative Agriculture* 18, 3-17.
42. Weil RR, Magdoff F (2004) Significance of soil organic matter to soil quality and health. In *Soil Organic Matter in Sustainable Agriculture*. (Eds F Magdoff and RR Weil) pp. 1-43. (CRC Press: New York)
43. Westphal A (2005) Detection and description of soils with specific nematode suppressiveness. *Journal of Nematology* 37, 121-130.
44. Whitehead AG, Hemming JR (1965) A comparison of some quantitative methods extracting small vermiform nematodes from the soil. *Annals of Applied Biology* 55, 25-38.
45. Widmer TL, Mitkowski NA, Abawi GW (2002) Soil organic matter and management of plant-parasitic nematodes. *Journal of Nematology* 34, 289-295.
46. Yeates GW, Bongers T (1999) Nematode diversity in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 74, 113-135.
47. Yeates GW, Pattison AB (2006) Moving up the food chain: Protozoa and nematodes. In *Biological Strategies for Sustainable Soil Systems*. (Eds N Uphoff, AS Ball, E Fernandes *et al*) pp. 149-162. (Francis & Taylor: Boca Raton, FL, USA)

NEW BANANA CULTIVARS WITH MARKET POTENTIAL

NOVAS CULTIVARES DE BANANEIRAS COM POTENCIAL DE MERCADO

Jeff Daniells

Principal Horticulturist, Queensland DPI&F, PO Box 20 South Johnstone 4859 Australia jeff.daniells@dpi.qld.gov.au

SUMMARY

Market diversification and product differentiation are important forces at work in the marketplace. In the stagnant world banana export market the major companies are tackling this problem by creating diversity in their product. Making a greater range of varieties available to consumers is an important part of this diversification. Currently Cavendish type bananas dominate, representing 41% of total world banana and plantain production and > 98% of the world export trade equating to 43 million tonnes and 16 million tonnes respectively. There is also good reason to look for alternatives to Cavendish because this type of banana is highly susceptible to several pests and diseases including the major banana disease, black Sigatoka, which requires very frequent fungicide applications for profitable production. However, because of the domination of Cavendish in the marketplace it will be no small task to change the eating preferences of tens of millions of consumers around the world. This paper outlines the categories of bananas where there are new variety opportunities. It draws attention to some of the problems of new varieties – particularly the fact that most varieties yield only a fraction of Cavendish and thus must command much higher prices in the market to be profitable and their fruit tastes different to what the consumer is familiar with. Regarding new banana cultivars with market potential there are no 'silver bullets'. Each variety has its own set of advantages and disadvantages and must be assessed for its suitability for different sets of circumstances. At the end of the day whether a new variety lives up to its potential will in large part depend upon how much effort is put in to its development in the marketplace.

Keywords: Cavendish, hybrids, disease resistance

CAVENDISH BANANAS – GOING WITH THE FLOW

World banana and plantain production was estimated at 106 million tonnes in 2005 (FAOSTAT database 2006). Cultivars belonging to the Cavendish subgroup account for 41% of this world production, of which almost one third (or 15% of world production) is exported (INIBAP 2006).

The Cavendish cultivars have dominated the export trade since the demise of 'Gros Michel' over 50 years ago thanks to their high yields, long transport life, widely accepted flavour and resistance to the race 1 of *Fusarium* wilt which had destroyed Gros Michel. In fact in most of the western world bananas are synonymous with the Cavendish type. Without the features possessed by Cavendish just mentioned, bananas may not have become the major fresh fruit consumed around the world which even includes the temperate regions where they are not grown.

The main drawback of the Cavendish type is its susceptibility to several pests and diseases, in particular black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*). As a result they require regular applications of pesticides. Efforts by research organizations have been underway for several years to find a replacement that would have equivalent features to the Cavendish cultivars but would be less dependent on pesticides but to date nothing has been found or produced which is suitable. Neither is Cavendish about to be replaced and diminish in importance.

A relatively recent development has been the expansion by the Dole Food Company into the drier regions of South America to produce organically certified Cavendish for the export trade. Last year they were already producing from about 4000 ha with yields as good or better than their conventional operations! (Frans Wielemaker 2005 pers. com.) So the pest problem can at least be overcome given the right environment and sufficient inputs but those 4000 ha are currently a drop in the ocean compared to the > 500,000 ha currently devoted globally to conventional production for export.

Some export and export-style Cavendish production areas around the world are experiencing major problems with subtropical and tropical Race 4 strains of *Fusarium* wilt (*Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*). These include Malaysia, Indonesia, China, Taiwan, the Philippines, South Africa and parts of Australia. Various Cavendish variants have been selected which show some resistance to *Fusarium* wilt. These have been mostly somatic mutations from tissue culture and Taiwan has been

the main country of this activity. GCTCV 218 (Formosana, NC301) which tolerates subtropical race 4 is currently grown on about 1200 ha in Taiwan representing about 40% of the industry (Chen and Chao 2005). Queensland DPI&F has been evaluating GCTCV 218 for agronomic qualities (Daniells 2005) whilst DPI&F in the Northern Territory has screened it for resistance to tropical race 4. Unfortunately under high disease pressure it has proved to be susceptible (Walduck 2005). Nevertheless it may have some application in soils with low disease pressure grown for perhaps a single crop cycle. Notably on this point plant crop bunches of GCTCV 218 were about 24% heavier than Williams but took 28% longer till harvest in a plant crop at South Johnstone.

Various other selections of Cavendish have been made around the world including CIEN BTA-03 (= IAC 2001) in Venezuela (Vidal and Garcia 2000) which is apparently resistant to yellow Sigatoka (*Mycosphaerella musicola*). Queensland DPI&F are also currently evaluating their own selection (somatic mutation from tissue culture) of Williams which may also have some resistance to yellow Sigatoka. I have made other selections including J.D. Dwarf which is more wind resistant and less prone to maturity staining and fruit chilling (Daniells 2003) and J.D.Special which has 10-15% longer fruit and bunch weights 19-22% heavier than Williams (Daniells *et al.* 1999). However, no variety is perfect and must be evaluated for suitability in the situation intended. On the downside J.D. Dwarf has slightly smaller bunches and seems to be more susceptible to *Erwinia* corm and heart rots whilst J.D. Special has less fruit greenlife and is more subject to wind damage.

In recent years there has been the emergence of a market niche for sweeter fruit (higher brix) which is currently being supplied from slightly cooler highland production areas in countries such as the Philippines. There is also the opportunity for selection of sweeter Cavendish cultivars as has been identified on the property of Hardono in Sumatra (Ivan Buddenhagen pers.com. 2004).

Another development in the marketplace may be for slightly shorter fruit. In Australia premium prices have always been received for the extra large fruit. However, most consumer surveys have indicated that it is the smaller fruit that is actually preferred. A common complaint regarding larger fruit is that it won't fit in children's lunchboxes. Anyway there has been a recent shift in fruit size specifications coming from the major supermarkets with fruit roughly in the 20-26 cm range now preferred. Will we see a shift back to old varieties like Dwarf Cavendish in an effort to better match the size specifications requested by supermarkets?

Genetic engineering could logically deliver disease resistance without upsetting the other desirable features of Cavendish but it is still very much "pie in the sky" as described by Norman Simmonds (Simmonds1997) with still no runs on the board and it is now 2006.

Because it is no simple matter to drastically change the tastes of millions of consumers, differentiated products that are not radically different from Cavendish will presumably be adopted more readily provided they can be identified easily enough. Gros Michel was replaced by Cavendish as an export banana 50 years ago because it was devastated by *Fusarium* wilt. Despite this Gros Michel continues to be grown on > 5000 ha on smallholdings in Costa Rica with disease losses ranging from 0-43% (Pocasangre 2003). Pocasangre noted that "most people (there) don't want to eat Cavendish". For Costa Ricans Gros Michel is superior. If Gros Michel can be produced in *Fusarium*-free sites there may be a niche market opportunity for it. Perhaps Gros Michel should be revisited – "what is old is new again".

EXPERIENCES WITH HYBRIDS – WHAT IS THE FUTURE?

Pest and disease resistant varieties from breeding programs are often touted as the solution to the many woes facing banana production worldwide. Unfortunately such a mindset can lead to insufficient emphasis on other approaches to dealing with the issues such as biosecurity and holistic approaches to management. It also ignores the fact that most hybrids that have been developed as replacements for those affected by disease etc. are very different in eating characteristics to those being replaced and it is no small task to change the eating preferences of millions of consumers. Nor is it just a change in taste. In some cases the hybrids have different optimum ripening and handling requirements which must first be identified. Additionally then there is the further difficult hurdle of educating the supply chain to this fact and convincing them that change which includes added costs and complications is really worth it.

I have said before that no variety is perfect. Each variety has its own set of advantages and disadvantages and many hybrids seem to have more than their fair share of disadvantages. The introduction of a new hybrid with say *Fusarium* wilt resistance may solve that particular problem but a new problem such as susceptibility to yellow Sigatoka may be created. Despite hurdles such as this hybrids are being adopted in certain locations such as Cuba (various FHIA hybrids including FHIA-03,

FHIA-18 and FHIA-23), South America (FHIA Plantain hybrids such as FHIA-21) and Samoa (FHIA-01).

The adoption of FHIA-01 (Goldfinger) in Samoa is an interesting story on change – sometimes change does not come quickly or perhaps we are not patient enough! Initial reactions to Goldfinger by the Samoans in the early 1990's was that they did not like the taste but it seems time brings change. These days bunches of Goldfinger are commonly present in the market in Samoa's capital city Apia and can also be seen on many properties as one drives around. So what has happened to change things? It seems that the ease with which Goldfinger can be grown is important as it thrives with little attention, has excellent black Sigatoka resistance, has widely spaced fingers which result in few problems with scab moth (*Nacoleia octasema*) and has a good ability to extract soil nutrients. Given enough time and exposure Samoans are getting the taste.

Marketplaces with less demanding requirements seem to favour uptake of new varieties. Thus new varieties have greatest potential for use by smallholders producing for home consumption and the domestic market. In Queensland resistant hybrids have been an important component of our black Sigatoka exclusion strategy by deploying them in a buffer zone to reduce the risk of disease establishment and spread.

There are other potential problems with hybrids one of which is a potential time bomb. This time bomb I refer to is the dissemination of hybrids infected with banana streak virus (BSV). In the few locations overseas that I have seen the Plantain hybrid, FHIA-21 it has been infected with BSV. I understand that this hybrid is being widely distributed in South America and proliferating BSV in the process (Andrew Geering 2005 pers.com.). CIRAD and IITA have also had very significant problems with BSV in many of their hybrids.

I have been recently evaluating some of the Prata (AAB, Pome) hybrids from EMBRAPA in north Queensland including JV 42.41, PA 12.03, PV 42.53, PV 42.81 and PV 42.320. These hybrids are resistant to yellow Sigatoka and some Fusarium wilts, in some cases taste quite good but several were very prone to pseudostem breakage (snapping off 2-3 m above the ground) under not so strong winds whilst Lady Finger (~ Prata), the industry standard in Australia, sustained no damage.

Chiquita has shown renewed interest in new varieties by gaining control of the products of the FHIA banana breeding program in 2005. FHIA-26, a Pisang Awak (ABB, Ducasse) hybrid is one that they have been particularly interested in. Unlike most other hybrids, FHIA-26 is remarkably similar in taste and appearance to its female parent, Pisang Awak, and this does raise hopes about what might be possible via conventional breeding. However, on the downside it has proven to be susceptible to Fusarium wilt and so interest has been curtailed. Also now that Chiquita is in control limited access can now be expected to hybrids from the FHIA program so if conventionally bred varieties are deemed important for the future then some thought needs to be given to further investment in conventional breeding globally to meet the expected shortfall.

The hybrid FHIA-03 has been promoted as a cooking banana but it actually has a remarkably good taste as a ripe dessert fruit. In assessing the potential of hybrids and any new varieties for that matter varieties need to be looked at from many perspectives. Hybrids that are unsuited in one situation may be ideal in another. Enormous amounts of money, often from international funding agencies, are expended on the banana breeding programs but often the selection criteria before they reach any international testing are too severe and with insufficient perspectives consulted during the selection process.

EXOTIC DESSERT AND COOKING BANANAS

Market diversification and product differentiation are important forces at work in the marketplace. In the stagnant world banana export market the Dole Food Company has tackled this problem by diversifying into organic bananas as well as a range of varieties in addition to its conventionally produced Cavendish. FHIA-18 is amongst the varieties which Dole believes has promise for export.

Most alternative varieties however do not yield as well as Cavendish so higher prices must be received for them to be profitable. Fortunately as the world's disposable income increases the market opportunity for alternative varieties grows. In fact for some, price is not very important at all. e.g. I have seen Prata (AAB, Pome) bananas on a gourmet food website in the US selling for about US\$25/kg.

The dessert bananas with the best immediate prospects include Lady Finger (AAB, Pome), Sugar (AAB, Silk), Pisang Ceylan (AAB, Mysore), Lakatan (AA/AAA), Sucrier (AA), Ducasse (Pisang Awak) and Kluai Khai Bonng (AAA).

There is also the opportunity to specifically cater for ethnic populations around the world. This is a bit limited for dessert varieties where per capita consumption is low but is more substantial for

plantains and cooking bananas which are an important starchy staple for folk from several tropical countries and large quantities are consumed. e.g. for many Ecuadorians platanos (AAB, Plantain subgroup) are very much an integral part of their life and they greatly miss them when they migrate to foreign lands. A study of demographics and cultural preferences may yield further opportunities than are currently being exploited.

Plantains and other cooking bananas also have good prospects for marketing to the western palate for anyone prepared to put in the effort. Fruit of Plantains (AAB, Plantain subgroup) and Pacific Plantains (AAB, Maia Maoli/Popoulu) which are allowed to ripen, peeled, sliced, fried with honey, cinnamon and chopped pecans and served as a dessert with icecream should have wide appeal. Another tasty cooking banana is Saba (ABB) which millions of Filipinos are very familiar with. In the Philippines it is far and away the most popular banana. One of the best ways to enjoy it is to boil it up at the partly ripe stage with the peel still on. After cooking, peel and serve as a side vegetable – lighter than potatoes and guaranteed to please most palates.

BANANAS, MORE THAN JUST AN ENERGY FOOD – VITAMIN A AND ALL THAT

At the Sixth Australian Banana Industry Congress in Cairns in 2005, Professor Emeritus David Hughes, of the University of London, suggested that “the banana display in the retail outlet should be the health centre – where health and wellbeing begin” the Dole Food Company homepage says “Dawn of the nutrition age”. Certainly there are enormous numbers of sick people all around the world in developed and developing countries and poor nutrition is in part contributing to their plight. The opportunity now exists to scale up the promotion of the numerous nutritional features of banana fruit and this brings with it variety diversification opportunities as some varieties will be richer sources of vitamins and so forth.

It is studies by Lois Englberger (2003) that have put the spotlight firmly on bananas on the world vitamin A stage but there is still much to be researched including establishing nutritional profiles of the broad range of diversity which exists in *Musa* so that bananas can be more fully appreciated for their health benefits.

Lois Englberger’s studies have drawn particular attention to the Fe’i (Australimusa) group of bananas as being very rich sources of beta carotene (vitamin A precursor) – some Fe’i cultivars having two orders of magnitude greater beta carotene levels present compared to Cavendish. The Fe’i cultivars are mostly confined to the Pacific but except for perhaps Tahiti and Pohnpei they are relatively rare. Fe’i bananas are also relatively slow growing and low yielding so if they are to be marketed they will need to fetch a good price. Also they are mostly consumed after cooking rather than as a dessert fruit so a great deal will need to be done to popularize them.

Professor David Hughes also made the point at the Australian Banana Congress that the biggest threat to the fresh fruit trade of banana was from processed foods and juices purporting to have the health credentials of fresh bananas. It is time for bananas to expose the frauds based on sound scientific research and promoting their health credentials vigorously. There is also a good opportunity for replacing lollies/sweets and icecream with healthy banana alternatives of dried ripe (sliced) bananas and soft-serve frozen fruit (neat and in fruit blends) respectively. Varieties will provide useful diversity of flavours/characteristics as these markets are pursued e.g. when ripe Goldfinger is dried it is quite attractive because it doesn’t oxidize like Cavendish and can be dried further to a brittle stage resembling banana chips which some children particularly like.

CURIOSITY AND ORNAMENTAL BANANAS

For some, bananas “conjure up images of jungles and foreign travel and represent exotic, mysterious and romantic places (Jenkins 2000). This is in spite of the fact that most consumers are largely unaware of the enormous range of banana diversity which exists. Professor David Hughes warned banana growers in Cairns “Don’t let bananas become the staple category” and “..more premium products, more pizzaz”. The remarkable diversity that exists could be exploited much further to give more of the exotic – the pizzaz that David Hughes spoke about. Curiosity bananas, which are more for display purposes rather than consumption, could be hung as whole bunches or as mixed variety displays in fruit stores, restaurants and hotel foyers to attract attention and bring in customers. It could help build the standard banana category while receiving some money for the unusual.

Some of the varieties that might be considered for curiosity purposes are as follows:-

- Red Dacca(AAA, Red) – red fruit
- Plantains (AAB) – long fruit
- Pisang Seribu (AAB) – thousand fruited bunch
- Udiwasi (AA) – spiral hands

Inabaniko (ABB, Saba) – fused fingers
Asupina (Fe'i) – bright orange fruit
Blue Java (ABB, Ney Mannan) – silver fruit
Koeae (AAB, Maia Maoli/Popoulu) – variegated fruit
Hua Moa (AAB, Maia Maoli/Popoulu) – large egg-shaped fruit
Musa schizocarpa (Eumusa) – self-peeling fruit

Several banana varieties are grown for ornamental purposes – in gardens and as pot plants and also for cut flowers. In the United States in particular there is quite a large nursery trade in seeded ornamental types. Some recent collecting missions in SE Asia have located some previously undiscovered wild types that may also have potential for commercialization as ornamentals and include *Musa campestris*, *Musa surati*, *Musa exotica* and *Musa lutea*.

CONCLUSION

Currently there are many opportunities for the popularization of new banana cultivars but there are no 'silver bullets'. Each variety has its own set of advantages and disadvantages and must be assessed for its suitability for different sets of circumstances. At the end of the day whether a new variety lives up to its potential will in large part depend upon how much effort is put in to its development in the marketplace.

ACKNOWLEDGEMENT

Thanks to Bob Williams, Ken Pegg and Stewart Lindsay for their helpful comments.

BIBLIOGRAPHY

1. Chen, C-H. and Chao, C-P. (2005). Recent R&D of banana in Taiwan. In "Advancing banana and plantain R&D in Asia and the Pacific" Vol 13 eds. A.B. Molina et al. pp159-162.
2. Daniells, J.W. (2003). Formosana shapes up. *Australian bananas* 20: 16.
3. Daniells, J.W. (2005). 'J.D. Dwarf': a superior Cavendish cultivar? *Infomusa* 11(2): 18-19.
4. Daniells, J.W., Reid, D.J. and Bryde, N.J. (1999). The banana selection J.D. Special has longer fruit and heavier bunches than cv. Williams but bunch losses are also increased. *Australian Journal of Experimental Agriculture* 39: 1013-1016.
5. Englberger, L. (2003). Carotenoid-rich bananas in Micronesia. *Infomusa* 12 (2): 2-5.
6. FAOSTAT database (2006). www.fao.org
7. INIBAP (2006). www.inibap.org/index.php?page=home->bp->bio
8. Jenkins, V.S. (2000). Bananas: an American history. Smithsonian Institution Press.
9. Pocasangre, L.E. (2003). Current status of Fusarium wilt on 'Gros Michel' in smallholdings in Costa Rica. Presentation at the Second International Symposium on Fusarium Wilt on Banana. In Salvador, Brazil.
10. Simmonds, N.W. (1997). Pie in the sky. *TAA Newsletter* 17/2: 1-5.
11. Vidal, M.C. and Garcia, E. (2000). Analysis of a *Musa* spp. Somaclonal variant resistant to yellow Sigatoka. *Plant Molecular Biology Reporter* 18: 23-31.
12. Walduck, G. (2005). FOCTR4 solution elusive. *Australian Bananas* 20: 18-20.

EL CULTIVO DEL PLÁTANO (BANANO, *Musa acuminata* Colla AAA, SUBGRUPO *Cavendish*) EN LAS ISLAS CANARIAS

BANANA (*Musa acuminata* Colla AAA, *Cavendish* SUBGROUP) CULTIVATION IN THE CANARY ISLANDS

Víctor Galán Saúco¹ & Juan Cabrera Cabrera²

¹Investigador, E-mail: vgalan@icia.es; ²Investigador, E-mail: jcabrera@icia.es; ^{1,2}Departamento de Fruticultura Tropical, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA) Apartado 60-38200. La Laguna (Tenerife). España.

RESUMEN

Se describe el cultivo del plátano en Canarias, comenzando por hacer referencia a su introducción en las islas, situación actual y perspectivas, principales aspectos botánicos y genéticos de interés agronómico y técnicas de cultivo, tanto en precosecha como en poscosecha. Se hace especial referencia a las estrategias desarrolladas por los pequeños productores de las Islas de cara a su supervivencia como exportadores de fruta al mercado español.

Palabras claves: Producción sostenible. Subtrópicos. Técnicas de cultivo. Comercialización Mercado europeo

SUMMARY

Banana cultivation in the Canary Islands is described, including the history of the crop, current status and prospects, botanical and genetic data of the main cultivars of agricultural interest, and pre- and postharvest cultural practices. Special mention is made of the strategies developed over time by small growers to guarantee their continued access to the Spanish Mainland market.

Keywords: sustainable production, subtropics, cultivation practices, European market.

INTRODUCCIÓN

Bajo el nombre de plátano se conoce en Canarias a los frutos de *Musa acuminata* Colla AAA, subgrupo *Cavendish*, llamados bananos (bananas en inglés) en la mayoría de los países latinoamericanos, salvo, entre otros, en México, donde también se les denomina plátano, siendo llamados asimismo cambures en Venezuela.

El cultivo comercial de las plantas del género *Musa* se inició en el Sudeste de Asia, de donde es también originaria esta especie, hace varios miles de años. Se conoce en el Mediterráneo desde el año 650 d. C. Su llegada a Canarias data del siglo XV y desde allí fue llevada a América en 1516 (Simmonds, 1966). Los cultivares actuales sólo se introdujeron en las islas a comienzos del siglo XIX, comenzándose su cultivo comercial a finales de dicho siglo (Galán Saúco, 1992). Durante la primera parte del siglo XX esta fruta fue exportada a Inglaterra y Francia, aunque en la actualidad sólo se comercializa en España y Portugal.

ASPECTOS GEOGRÁFICOS

El Archipiélago Canario (parte integrante de España y, en consecuencia, de la Unión Europea) es de origen volcánico y se encuentra situado entre las latitudes 27°37' y 29° 25' Norte, a unos 1.000 Km de la Península Ibérica y a 100 km al Noroeste del continente africano. Forma parte de la región atlántica de la Macaronesia, junto con las Islas de Cabo Verde, Azores, Madera y Salvajes. Está formado por siete islas: Lanzarote, Fuerteventura, Gran Canaria, Tenerife, La Gomera, La Palma y El Hierro, nombradas de E a W, además de varios islotes con una superficie total de 7.447 Km². Posee un clima subtropical seco (oceánico) atenuado, sobre todo en las vertientes norte de las islas de mayor altitud, por la influencia de los vientos alisios que proporcionan un mayor aporte de humedad. Asimismo la corriente oceánica de aguas frías que atraviesa las islas, la Corriente de Canarias, suaviza las temperaturas estivales. Por otra parte la proximidad del Archipiélago al desierto del Sahara provoca la periódica irrupción de vientos cálidos con polvo en suspensión que afectan negativamente a los cultivos.

La marcada orografía del archipiélago - se llega a alcanzar los 3.718 de altitud - provoca la formación de muchos microclimas. Así en una misma isla podemos encontrar, según orientación y altitud, zonas donde aparecen bosques húmedos de laurisilva, gracias a la lluvia horizontal proporcionada por los alisios, y otras zonas muy áridas donde las precipitaciones son escasas e

irregulares. Las temperaturas medias mensuales en las zonas costeras oscilan entre los 16 y 24°C a lo largo del año, con mínimas rara vez inferiores a 12°C, siendo en esta franja costera, entre los 0 y 300 m de altitud, donde se desarrolla el cultivo de la platanera. Aunque las islas se encuentran lejos de las regiones afectadas por los huracanes tropicales, sufren periódicamente el azote de fuertes vientos, con rachas que en ocasiones superan los 100 km/h provocando cuantiosos daños en los cultivos.

ASPECTOS SOCIOECONÓMICOS

Las Islas Canarias ocupan el primer puesto entre las regiones de la UE (Unión Europea) productoras de plátano. De hecho esto no es una situación nueva, pues fue precisamente en las Islas donde a finales del siglo XIX, coincidiendo con la caída del cultivo de la caña de azúcar se inició el comercio europeo de esta fruta desde las islas de Tenerife, Gran Canaria y La Palma, impulsado por empresas comerciales inglesas. La preponderancia del mercado inglés como destino de la fruta canaria se mantuvo hasta comienzos de los años 1930 en que la crisis económica y el sistema preferencial inglés para las producciones del Imperio hizo poco atractivo este mercado. Tras un paréntesis prolongado por la Guerra Civil española, se produjo una cierta reactivación de los mercados europeos por la debilidad de la moneda y la cercanía del transporte.

El inicio de la exportación de plátanos al mercado de la España Peninsular marca una cierta recuperación del sector platanero canario. Sin embargo, la sustitución de las empresas inglesas por empresarios canarios trajo consigo la disociación de la cadena producción- comercialización, entrando en juego los intermediarios, lo que a la postre produjo la descapitalización del sector que, ante la irrupción de las multinacionales en 1955, condujo a la pérdida de los mercados tradicionales europeos, a la sazón fundamentalmente Francia e Inglaterra. A partir de este momento, el mercado peninsular español, y residualmente el de Portugal, pasa a convertirse en el destino casi exclusivo de la producción canaria. Se trataba de un buen mercado para el plátano canario, dado el buen nivel de vida del consumidor español, que conllevaba un aumento del nivel de consumo y la situación de monopolio que impedía la entrada en España de fruta de otras procedencias.

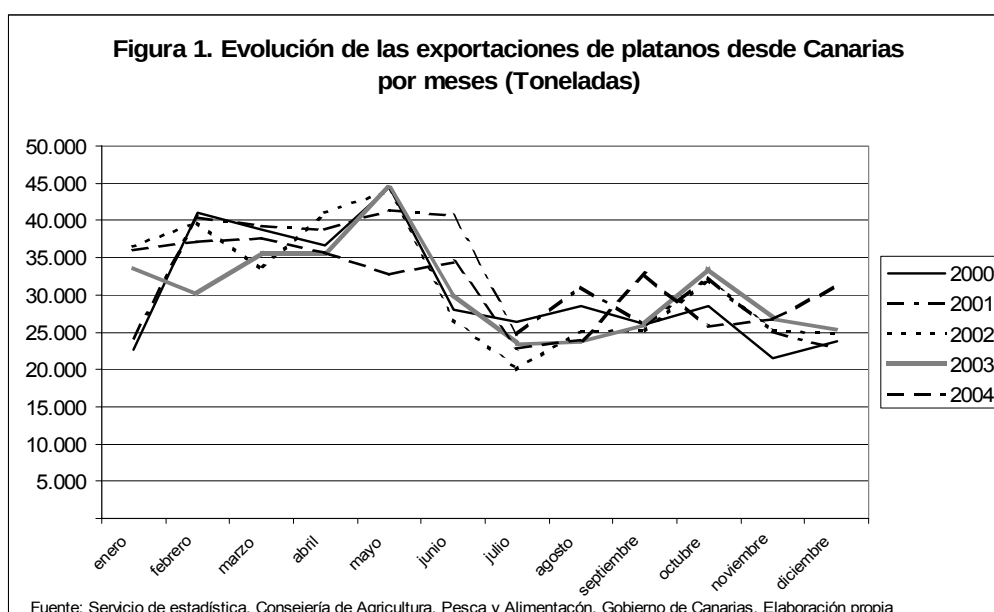
Pese a la entrada de España en la Unión Europea en 1986, esta situación de reserva del mercado español se mantuvo hasta el establecimiento en 1993 de una Organización Común de Mercado (OCM), de la que se hablará posteriormente. El máximo histórico de la producción canaria se alcanzó en 1981 (13.427 ha y 488.310 t de producción). A partir de 1991, ante la incertidumbre del mercado, derivadas del cambio de situación, tanto la superficie cultivada como la producción decaen hasta 8.572 ha y 321.556 t en 1994, para luego recuperarse nuevamente llegando a una superficie de 9.710 ha en 2002 y 417.968 t en 2004 (421.820 t en 2001) con un valor de 115.652×10^3 euros (www.gobiernodecanarias.org). Debe también señalarse que la comercialización dentro del mercado local de las Islas Canarias está limitada por razones de población ($1,5-2,0 \times 10^6$ habitantes y 10×10^6 visitantes/año) y se ha mantenido estable a lo largo de los 12 últimos años en torno a un 8 % de la producción (ASPROCAN y Aeconomía XXI, 2004).

Según datos de la Consejería de Agricultura del Gobierno de Canarias, el cultivo del plátano supone alrededor del 30% de la producción total agraria de las islas, ocupando algo más del 25% de la superficie de tierras de regadío, y aproximadamente el 19% de la superficie cultivada, situándose la media de la participación del sector platanero en el conjunto del sector primario en términos de Valor Añadido Bruto, en torno al 16%. De hecho, la platanera constituye en la actualidad el principal cultivo en términos de valor económico (seguido muy de cerca por el tomate que otros años lo ha superado), y el 2º en superficie cultivada (sólo superado por el viñedo con 18.925 ha) de las Islas Canarias. Las explotaciones plataneras canarias, al igual que el resto de las explotaciones agrarias son de escasa superficie, revelando una situación claramente minifundista. Existen alrededor de 10.500 explotaciones que aportan del orden de 25.000 puestos de trabajo directo y otros 10.000 indirectos, suponiendo este cultivo la principal actividad económica para muchas localidades de las islas. En torno al 80% de las explotaciones plataneras canarias son inferiores a 1 ha, y más del 90% no superan las 2 ha, siendo aun más pequeñas las fincas de las islas menores como La Palma y La Gomera donde alrededor de un 75% presentan una superficie inferior a $\frac{1}{2}$ ha.

La totalidad del cultivo de la platanera en Canarias se produce bajo regadío con un consumo situado entre 9.000 y 16.000 m³/ha y año, según emplazamientos (Rodrigo López, 2003), por lo que al ser la pluviometría escasa, inferior a 350 mm/año en las zonas de cultivo (Hernández Abreu, 1976), ha obligado a un manejo intensivo para su aprovechamiento. La mayor parte del agua de riego en Canarias procede bien de galerías, que extraen el agua infiltrada en las montañas de las islas, donde se producen precipitaciones más abundantes, incluso en forma de nieve, que se infiltran quedando en gran parte retenidas entre estratos de roca impermeable de donde se extraen, o bien

de pozos en el subsuelo. También, y en menor escala, existen presas que almacenan parte de las aguas superficiales de escorrentía en los años de abundante pluviometría. Otros recursos hídricos son las aguas reutilizadas provenientes de los núcleos urbanos que están obligados a su depuración, siendo posteriormente tratadas en algunas zonas para su uso agrícola.

Como consecuencia de los diversos microclimas y las diferentes técnicas de cultivo la producción canaria se extiende a lo largo de todo el año con un pico productivo entre los meses de febrero y mayo y un mínimo entre julio y noviembre, manteniéndose en los valores inferiores hasta casi el mes de diciembre en que comienza un ascenso hasta llegar a marzo (**Figura 1**). Las mejores plantaciones (en zonas cálidas y/o bajo invernadero, o en plantaciones a un solo ciclo en zonas frías) orientan su producción a los meses de invierno. La estacionalidad de la producción incide de manera especial en los precios de mercado, que generalmente son mejores en los meses de invierno, si bien en la determinación de los mismos juegan también un papel factores ajenos a la producción platanera tales como una caída de la demanda en los meses de verano como consecuencia de la competencia con otras frutas de estación, altas temperaturas y vacaciones escolares (ASPROCAN y Economía XXI, *op. cit.*).



El coste de producción de plátanos en Canarias se sitúa entre los más altos del mundo debido a la acción combinada de una serie de factores que se exponen a continuación:

- Escasez de suelo.- En las zonas de cultivo (por debajo de 300 m de altitud) no hay casi suelo útil, siendo precisa la construcción de bancales y la importación de suelo de las montañas. Existe además un claro encarecimiento de la superficie debido a la demanda de suelo para urbanizaciones turísticas.
- Escasez de agua.- No siempre disponible en cantidad o con la calidad suficiente (elevada salinidad, bicarbonatos y desequilibrios en el pH) y con precios que varían entre 0.24 y 0.75 euros/m³ (ASPROCAN y Economía XXI, *op. cit.*).
- Escasa dimensión de las explotaciones y de las parcelas.
- Escasez de mano de obra y salarios elevados (salario mínimo interprofesional 540,9 euros/mes).

De hecho, el coste medio ponderado del plátano en Canarias ascendía, según la misma fuente, a 0,704 euros/Kg producido y empaquetado a finales de 2002, correspondiendo algo más del 50% a los costes de producción en finca y el resto a los costes de empaquetado y otros relacionados con los seguros, la comercialización, etc, a los que habría de añadirse el coste derivado del transporte marítimo y terrestre hasta llegar al consumidor. Pese a todos estos factores negativos, la

producción platanera canaria se ha consolidado en los últimos 12 años como el producto líder en valor económico del sector agrícola canario.

Diversos hechos han contribuido a la recuperación de la producción canaria, entre los que destacan: la entrada en vigor de una OCM para el plátano, una excelente campaña de publicidad para identificar el plátano canario como un producto diferenciado y de alta calidad gustativa, la plantación de nuevos cultivares, el aumento de la superficie bajo invernadero, importantes modernizaciones en las técnicas de cultivo y las mejoras en la fase de comercialización.

LA OCM DEL PLÁTANO

La comercialización del plátano en la Unión Europea, como ya se indicó anteriormente, está regida por una OCM, que se estableció el 1 de julio de 1993 (Reglamento CEE, nº 404/93 del Consejo, de 13 de febrero de 1993, DOCE L 47 de 25.02.93). Los principales elementos con que se creó la OCM del plátano fueron un sistema de ayuda compensatoria al productor comunitario por cada kg producido y el establecimiento de un régimen de contingentes y licencias a través de un sistema de partenariado que permitía al productor comunitario hacer frente con beneficio a otros productores competidores, particularmente de la llamada área dólar (integrada por los productores latinoamericanos no pertenecientes a los países ACP (antiguas colonias europeas de África- Caribe- Pacífico). Uno de los requisitos de obligado cumplimiento para la percepción de las ayudas compensatorias fue la obligatoriedad de estar afiliado en una organización de productores (OPP), a través de las cuales se tramitaron estas ayudas a partir del 1 de enero de 1995. El establecimiento de unos volúmenes mínimos de producción para percibir las ayudas cuyos valores fueron aumentándose con el tiempo (en la actualidad el mínimo fijado son 100 productores y 30.000 t anuales) forzó a un proceso de concentración de la oferta, reduciéndose a 6 las OPP de Canarias existentes hoy en día, lo que trajo como consecuencia una clara mejora en el proceso de comercialización y en la calidad de la producción canaria.

Esta OCM fue objeto, casi desde sus comienzos, de fuertes presiones por parte de EE.UU. y diversos países productores del área dólar, lo que trajo consigo como efectos más importantes, por motivos de incompatibilidad con el GATT, la eliminación primero del régimen de partenariado, un aumento de los contingentes para los países del área dólar y finalmente su transformación hasta reducirla a un sistema exclusivamente tarifario (Reglamento CE 1964/2005) para países no ACP ni comunitarios iniciado con 176 euros/t a partir de Enero de 2006 y revisable periódicamente en función de la evolución del mercado. A destacar que para los países ACP se dispone la apertura, cada año a partir del 1 de enero, de un contingente arancelario autónomo de 775.000 t con un tipo arancelario cero.

El futuro del cultivo del plátano en Canarias se presenta actualmente seriamente comprometido, particularmente si las futuras revisiones del arancel trajesen consigo una reducción notable del mismo ya que los productores comunitarios, en general, y canarios, en particular, difícilmente podrían soportar la competencia de los plátanos procedentes del área dólar, los llamados en España bananos frente al plátano de Canarias. En el momento de escribir este artículo (mayo de 2006) se baraja además en la Unión Europea la posibilidad de desvincular la ayuda comunitaria del acervo común europeo, pasándola a los Gobiernos nacionales para que éstos regulen la misma a través de los programas regionales, los llamados POSEI (POSEICAN en el caso de Canarias), lo que complicaría aun más el futuro del plátano en las Regiones Ultraperiféricas de la Unión Europea (RUPs) al competir internamente por las ayudas con otras producciones regionales cuyos mercados pudieran ser aun más problemáticos que el del plátano.

Es pertinente reseñar aquí el papel que ha desempeñado la APEB (Asociación de Productores Europeos de Bananos) en la defensa de la OCM del plátano. La APEB fue creada en el Puerto de la Cruz, Tenerife, Islas Canarias, en noviembre de 1989, durante la Celebración de un Simposio Internacional sobre la Situación y Perspectivas del Plátano en Canarias, con el objetivo de defender los intereses de los productores europeos. Desde su fundación, esta asociación, integrada por los productores de Canarias, Madeira, Martinica, Guadalupe, y siempre presidida desde Canarias, ha sido un foro de debate y actuación conjunta, cuya voz ha sido escuchada en la Unión Europea para cualquier aspecto relacionado con la producción y comercialización de plátanos. Entre las acciones concretas más recientes figura la consecución del llamado Memorando de Madeira en el que todas las OPPs de la Unión Europea han firmado el 9 de septiembre de 2004 un documento en el que se llegaron a acuerdos concretos tanto sobre el modo de establecer el reparto de la ayuda complementaria, prevista en la OCM y aún vigente, como sobre la necesidad de mantener la misma vinculada al acervo comunitario.

LAS CAMPAÑAS DE PUBLICIDAD

Cuando con motivo de la incorporación de España a la Unión Europea en el año 1993 se abrieron las fronteras del mercado español a los bananos de otras procedencias, la situación parecía claramente inferior para el plátano de Canarias. La fruta procedente de la zona dólar, no sólo llegaba en cantidades regulares y a precios más bajos, sino que presentaban un aspecto externo impecable con un color amarillo uniforme, mayor tamaño y brillo, frente a los conocidos plátanos de Canarias, de menor tamaño, también de color amarillo más o menos intenso en su madurez y salpicados de numerosas motitas de color negro que los hacían parecer como pasados de madurez y, sin duda, a priori, menos atractivos para el consumidor.

Los productores canarios acometieron una serie de campañas de publicidad para transformar estos defectos de apariencia en una clara ventaja competitiva. Gracias a estas campañas que involucraron a personajes tan variopintos como el famoso cocinero español Karlos Arguiñano, la selección española de fútbol, deportistas de élite y personajes famosos, las motitas se convirtieron para el consumidor español en un signo de distinción entre el plátano (de Canarias) y la banana (de la zona dólar) que identifica a esta fruta “manchada” como un producto de mejor sabor. Paralelamente a estas campañas de concienciación del consumidor se realizaron promociones con premios diversos (viajes, joyas, regalos) en mercados de mayoristas.

Estas campañas han tenido un notable éxito, ganando una serie de premios internacionales y permitiendo la “fidelización” del consumidor español a los plátanos de Canarias que alcanzan precios superiores a las bananas. Tras muchos años de resaltar estas diferencias que el consumidor ya conoce bien, las nuevas campañas de publicidad, sobre las que el sector sigue invirtiendo de una forma clara, tienen como objetivo realzar aspectos nutricionales.

Para ello ASPROCAN encargó a distintos Departamentos de Fisiología y Nutrición de diversas Universidades de prestigio en España estudios nutricionales en base a los cuales se afirma (www.platanodecanarias.net/esp/publicidad/publicidad) por ejemplo (sic):

- Plátano de Canarias posee un mayor grado de madurez y permanencia en la planta que la banana tropical debido a la menor distancia al mercado.

- Posee un mayor índice de humedad, por lo que es mucho más sabroso que la banana, que es más seca.

- El Plátano de Canarias tiene niveles más altos de potasio que la banana en la que además los valores de carbohidratos, azúcares solubles y sacarosa son ligeramente mayores, lo que le confiere a ésta una textura más harinosa que la del Plátano de Canarias.

- La mayor permanencia del racimo en la planta (6 meses como promedio) en Canarias por razones de su clima subtropical confiere al plátano de Canarias un mayor grado de madurez, sabor y aroma que a la banana que solo permanece en los trópicos durante 3 meses.

PLANTACIÓN DE NUEVOS CULTIVARES

Desde finales del S. XIX en que se inició el cultivo de la platanera en Canarias hasta comienzo de los años 1980 el cultivar Pequeña enana – ‘Dwarf Cavendish’ en inglés – (*Musa acuminata* Colla AAA, subgrupo Cavendish) fue la única variedad comercial cultivada en Canarias. A partir de finales de los años 80 los trabajos de investigación realizados por el ICIA (Galán Saúco et col. 1992-2002 y Cabrera Cabrera y Galán Saúco, 2005) posibilitaron la plantación de otros cultivares del subgrupo Cavendish entre los que destaca con notable éxito la ‘Gran Enana’ que fue probablemente el cultivar más plantado en los años 1990. Desde comienzos de los años 90 una selección de Pequeña Enana, la llamada ‘Gruesa’ o ‘Gruesa palmera’, está siendo preferida como cultivar para las nuevas plantaciones en Canarias. De hecho, del total de alrededor de 9.600 ha en producción de las que algo más de 3.000 están bajo invernadero, el cultivar tradicional Pequeña Enana es aún el más plantado con unas 4.500 ha seguido por 3.000 ha de Gran Enana, la mayoría bajo cubierta, y algo más de 2.000 ha de Gruesa, con mínimas cantidades plantadas de otros cultivares del subgrupo Cavendish.

El cultivar Gruesa, probablemente una mutación natural de Pequeña Enana, fue observado y seleccionado hace varios años por algunos agricultores de la isla de La Palma dentro de sus explotaciones y es actualmente comercializado por CULTESA (Cultivos in vitro de Tenerife, S.A.). Las similitudes que presenta la fruta de este cultivar, especialmente en relación a longitud del dedo, con la tradicional de Pequeña Enana, lo hace atractivo a muchos productores deseosos de mantener un

mercado diferenciado de la fruta de mayor tamaño de dedo comercializada por las multinacionales, sin renunciar por otra parte al aumento de rendimiento obtenido con el cultivar Gran Enana. Este cultivar presenta unas excelentes características productivas y una notable resistencia al viento, aunque posee algunos defectos importantes, tales como un ciclo productivo algo más largo que la Gran Enana y una mayor susceptibilidad al ahogado del racimo, típico defecto de Pequeña Enana, y la aparición en ocasiones de triples hileras de manos que dificultan su comercialización (Cabrera Cabrera y Galán Saúco, *op.cit.*), por lo que sigue abierto el proceso de evaluación de cultivares de platanera que, en el caso de Canarias, dada la ausencia de enfermedades como la Sigatoka y la escasa incidencia de Mal de Panamá (Galán Saúco, 1992), tiene como objetivo principal combinar las características positivas de Gran Enana, tales como:

Elevada productividad.

Escaso ahogamiento del racimo.

Menor necesidad de desflorillado.

con otras deseables de Pequeña Enana como:

Planta baja de fácil manejo.

Resistencia al viento.

A ellas debe añadirse, por supuesto, un ciclo productivo corto, un tamaño de fruta (dedo) adecuado al mercado que, en el caso de Canarias que exporta al mercado de la España peninsular, no debe ser excesivamente grande sino ciertamente más cercano a Pequeña Enana que a Gran Enana.

Los resultados de esta labor de evaluación de cultivares se expone en otro trabajo de los mismos autores presentado en ACORBAT 2006 (Cabrera Cabrera y Galán Saúco, 2006).

EL CULTIVO BAJO INVERNADERO

El cultivo del plátano bajo invernadero ha sido una de las estrategias que se ha desarrollado en las Islas para aumentar la productividad y enfrentarse a la dura competencia de las multinacionales que compiten en el mercado europeo. La mejor calidad comercial, el menor riesgo ante daños climáticos, la mejora de la eficiencia en el uso del agua, la posibilidad de introducir nuevas prácticas culturales, entre ellas una mayor facilidad para el cultivo ecológico, dado entre otros aspectos el mayor aislamiento frente a agentes patógenos, así como el incremento de la producción, han conducido a que en la actualidad del orden de algo más de la tercera parte de la superficie dedicada a este cultivo en Canarias esté bajo invernadero.

Las ventajas generales del cultivo del plátano bajo invernadero han sido estudiadas con profundidad en Canarias e incluyen (Galán Saúco *et al.*, 1992, Galán Saúco y Cabrera Cabrera, 2002):

- 1) Aumento del número de horas con una temperatura superior a 20°C, considerada como el umbral por debajo del cual no puede mejorarse el crecimiento y el desarrollo de la platanera por ninguna técnica de cultivo (Green y Kuhne, 1970).
- 2) Protección frente al viento y otras condiciones climáticas adversas (golpe de sol, o granizo).
- 3) Disminución del consumo de agua, al reducirse la evapotranspiración en torno a un 25%.
- 4) Aumento de la superficie foliar con el consiguiente aumento de la capacidad fotosintética.
- 5) Una ventaja adicional del invernadero es la teórica prevención de la difusión de Sigatoka, ya que los dos tipos de inóculo del hongo – conidias y ascosporas – son diseminados fundamentalmente por el viento (Carlier *et al.*, 2000), factor no importante para Canarias donde esta enfermedad no se ha detectado, pero sí válido para otras regiones productoras.

Estas ventajas tienen gran importancia de cara a conseguir tanto una reducción de costes como un aumento del rendimiento, hasta el punto de que en algunas zonas de Canarias (conocidas

por su suave clima) los rendimientos se han incrementado hasta un 61,7% en peso del racimo (Galán Saúco *et al.*, 1992), alcanzándose rendimientos promedio superiores a 80 t/ha y año. Los mejores agricultores llegan a alcanzar hasta 100 t/ha y año-, en contraste con producciones promedio de 60 t/ha y año para las mejores explotaciones al aire libre. Las razones para este aumento de rendimiento pueden explicarse por el hecho de que en esta especie el crecimiento vegetativo precede a la floración y fructificación. Esta última viene determinada especialmente por las condiciones de temperatura y estado de la planta en el momento de la diferenciación floral, sin que exista competencia entre los procesos vegetativo y reproductivo, por lo que cualquier condición que favorezca el crecimiento, tales como las conseguidas en invernaderos bien manejados en condiciones subtropicales, favorecerá la productividad (Galán Saúco, 2002b). Obviamente, el acortamiento de la duración del ciclo, debido al incremento de temperatura, de enorme trascendencia en los subtrópicos, influye también de forma notoria sobre la rentabilidad de una explotación platanera.

El invernadero típico de las Islas Canarias, descrito por Galán Saúco (1992) y Galán Saúco *et al.*, (1998) aún utilizado en la actualidad sin modificación notable alguna, (Galán Saúco *et al.*, 2004), salvo las referentes a las cubiertas mencionadas al final de este apartado, consiste en una estructura no prefabricada y montada directamente en la parcela a partir de tubos metálicos y alambres galvanizados. Los tubos empleados tienen un diámetro entre 2 y 4 pulgadas y entre 6 y 7 metros de longitud y van apoyados al terreno sobre bases de hormigón. La cubierta, bien sea de malla más o menos cerrada, film de polietileno o diferentes combinaciones de éstas, está mantenida mediante un doble entramado reticular de alambre apoyado sobre los tubos y tensado mediante anclajes a las paredes y muertos de hormigón distribuidos a lo largo de la parcela.

En zonas relativamente cálidas de las islas y donde el principal objetivo es proteger a las plantas del efecto mecánico del viento son recomendables las cubiertas de malla, mientras que en zonas más frías se recomiendan las cubiertas de plástico alternando con tiras de malla cada 6 m para facilitar la ventilación. La estructura del invernadero dura más de 20 años, pero generalmente el plástico debe renovarse cada 2-3 años y la malla cada 5-9 años. Recientemente se ha comenzado a implantar para el cultivo del plátano en Canarias nuevos materiales de polietileno tricapa, tipo Celloclim®, especialmente idóneos tanto por sus bondades climáticas como por su mayor durabilidad (hasta 4-5 años sin reposición). A su vez, los nuevos tipos de malla permiten mantener los mismos sin reposición por periodos superiores a 10 años (Cabrera Cabrera, y Galán Saúco, 2003).

LA MEJORA DE LAS TÉCNICAS DE CULTIVO

En las últimas dos décadas el sector platanero de Canarias ha incorporado novedosas técnicas de cultivo. Después de más de un siglo de cultivo comercial de esta especie en las islas, es sin duda durante estos años donde se han alcanzado las mayores cotas de productividad, coincidiendo asimismo la introducción de nuevos sistemas de cultivo (cultivo bajo invernadero, propagación "in vitro", fertirrigación, etc.) con la introducción de nuevos cultivares (Gran Enana, Gruesa, etc). Así, muchos productores han aprovechado las oportunidades que las nuevas tecnologías ofrecen para este cultivo llegando a obtener rendimientos por hectárea superiores incluso a otras regiones productoras tropicales más favorecidas por su situación climática. A continuación se comentan las mejoras más significativas realizadas en las técnicas culturales en Canarias.

Propagación.- Como en la mayor parte del mundo la platanera se ha propagado hasta tiempos muy recientes exclusivamente por vía vegetativa siendo preferidos en Canarias los rizomas procedentes bien de plantas ciegas o de plantas abuelas, con o sin hijos. No sin multitud de problemas iniciales, como alto porcentaje de variantes somaclonales (Arroyo Hodgson y Galán Saúco, 1991) y falta de experiencia en el manejo correcto tanto en la fase de endurecimiento en vivero como en campo, este sistema de propagación se ha impuesto al tradicional de cabezas y al material de viveros tradicionales, efectuándose desde comienzos de los años 1990 la casi totalidad de las nuevas plantaciones canarias con material procedente de cultivo in vitro (Galán Saúco, 1992; Cabrera Cabrera, 2002). Esta técnica de propagación permite obtener gran cantidad de plantas uniformes y libres de enfermedades, aunque no garantiza la obtención de plantas libres de virus, lo que sólo puede lograrse partiendo de material de partida ya libre de los mismos. La homogeneidad y garantía fitosanitaria de este tipo de material, así como la comodidad de su uso y disponibilidad en cualquier época del año ha ganado la confianza de los agricultores venciendo las dificultades presentadas inicialmente. Si bien a comienzos de los años 90 se recurrió a la introducción de vitroplantas de reconocidos viveros de Israel para evitar la aparición de variantes somaclonales, en la actualidad existe en las Islas un vivero comercial, con capital mixto, privado y público, CULTESA, que

proporciona a los agricultores plantas de buena calidad, con un mínimo de mutaciones y a precios asequibles que prácticamente surte las necesidades de nuevas plantaciones, permitiendo la renovación y/o reconversión varietal de muchas explotaciones.

Nuevos marcos y densidades de plantación.- La necesidad de optimizar el cultivo para aumentar su productividad y rentabilidad implica en muchos casos un cambio radical en los marcos de plantación usados tradicionalmente. Todos los ensayos iniciados desde principios de los años 90 han incluido como uno de sus objetivos el introducir nuevos marcos de plantación con pasillos amplios de 4-5 metros con plantas alineadas bien en líneas simples, pareadas o a golpes de dos o tres por hoyo. Estos marcos han tenido gran aceptación por ofrecer las siguientes ventajas:

- Ahorro de agua y fertilizante al disminuir la superficie de suelo mojado localizando el riego y los abonos en franjas.
- Mayor facilidad de entutorado o amarrado de las plantas.
- Posibilidad de mecanizar la cava e incorporación de los restos vegetales al suelo.
- Facilidad de aplicación y eficacia de los tratamientos fitosanitarios.
- Simplificación de muchas prácticas culturales, tales como: limpieza, desflorillado, embolsado, recolección.....
- Aumento de la densidad de plantación frente a los marcos tradicionales.

Plantaciones a un solo ciclo.- La disponibilidad a lo largo de todo el año de material vegetal propagado "in vitro" y convenientemente endurecido en vivero posibilita la programación de plantaciones a un solo ciclo, incluso con densidades mayores a las tradicionales. Así, en los mejores emplazamientos de las islas y aplicando cuidadosas técnicas culturales se pueden obtener ciclos productivos de un año plantando al final del invierno plantas endurecidas en vivero con unas 16 hojas emitidas (Cabrera Cabrera *et al.*, 1998). A su vez, en los emplazamientos más fríos y de menor insolación el ciclo productivo se alarga obteniéndose en este caso una cosecha cada dos años, para lo cual las plantaciones se efectúan en verano con material vegetal de tamaño estándar (30 cm). Se consigue de esta forma orientar la cosecha hacia los meses de invierno en ambos emplazamientos. El incremento de la densidad, con el consiguiente aumento de la producción, así como la buena calidad de la fruta conseguida en fechas donde el mercado es más favorable, justifica este sistema de cultivo para determinadas explotaciones cuyas dimensiones permitan cierta mecanización.

Deshijado.- La utilización de material vegetal propagado "in vitro" en las nuevas plantaciones precisa de cambios sustanciales en la práctica tradicional del deshijado durante el primer ciclo de cultivo. El alto número de hijos emitidos y su posición respecto a la planta madre exige un deshijado cuidadoso y lo más aséptico posible de cara a no dañar a la planta madre y obtener el máximo rendimiento, a la par que garantizar el siguiente ciclo en las plantaciones a más de un ciclo. En este sentido, la puesta a punto y difusión del deshijado por medio de pistola de inyección (Galán Saúco *et al.*, 1995) ha supuesto un avance significativo.

Atado aéreo.- Tanto en plantaciones bajo invernadero, aprovechando la estructura del mismo como en plantaciones al aire libre, con estructuras similares a las utilizadas en invernadero tipo parral pero de menor costo, el atado aéreo proporciona al cultivo una buena sujeción y facilita el tránsito tanto de personas como de vehículos.

Embolsado.- Esta práctica ha sido extendida como una manera económica y eficaz para mejorar la calidad de la fruta, habiéndose realizado distintos estudios al respecto (Galán Saúco *et al.*, 1996; Rodríguez *et al.*, 2005) que han puesto de manifiesto la idoneidad de diferentes tipos de bolsas, entre las que destaca la de 2 caras, azul en el costado cercano al pseudotallo y plateado en el expuesto al sol. Los efectos de estas bolsas en las condiciones subtropicales de Canarias son:

- Acortamiento del ciclo emergencia del racimo- recolección.
- Mayor homogeneidad de llenado de la fruta.
- Disminución de roces y daños mecánicos.
- Disminución de daños por frío.

LA MEJORA DE LA FASE DE COMERCIALIZACIÓN

La entrada en vigor de la OCM conllevó una enorme reestructuración en la organización de los productores que, como se indicó anteriormente, se vieron obligados, como condición necesaria para percibir la ayuda compensatoria, a la afiliación a una OPP. Pese a la fragmentación territorial del archipiélago y las dificultades de comunicación actualmente solo existen 6 OPP, si bien el agrupamiento de los productores en las mismas se realiza a través de estructuras intermediarias como son las propias Cooperativas, Sociedades Agrarias de transformación y Empaquetados existentes con anterioridad a la creación de las OPP.

La mayor de estas OPPs, COPLACA (Grupo Regional de Cooperativas del Archipiélago Canario), es una cooperativa de 2º grado que se constituyó el 15 de marzo de 1972. En el año 1995 adaptó sus estatutos para constituirse como Organización de Productores, por iniciativa de sus propios miembros y agricultores asociados, debido a la necesidad de adaptarse a la normativa europea ante la entrada en vigor el 1 de julio de 1993 de la Organización Común de Mercado del Plátano (OCM), siendo en la actualidad la mayor Organización de Productores de plátanos de la Unión Europea, con una producción de más de 140 millones de kilos al año (en torno a un 355 de la producción canaria). A través de COPLACA canalizan su fruta unos 4.600 agricultores, englobados en alguna de sus 20 entidades (Cooperativas ó Sociedades), con 28 almacenes repartidos por las cinco islas productoras de plátanos del archipiélago.

La principal política de COPLACA es la defensa de los intereses de sus 4.600 agricultores, en su mayoría pequeños agricultores canarios asociados en las distintas cooperativas de COPLACA para garantizar la comercialización de la fruta que producen. Un aspecto especialmente importante para consolidar la posición de COPLACA en el mercado de España peninsular fue la creación del GRUPO EUROBANAN que dispone de una gran infraestructura que abarca diferentes puntos en la Península Ibérica y Baleares. El crecimiento de esta empresa en los últimos años ha sido espectacular ofreciendo además del plátano de Canarias diferentes frutas y hortalizas. Este crecimiento le ha permitido pasar de facturar 51,7 millones de euros (8.600 millones de pesetas) en el año 1994 a los 222 millones de euros (37.000 millones de pesetas) del año 2002. Los beneficios generados por esta empresa se han destinado en estos años a la construcción de nuevas naves así como en la participación en empresas de comercialización y distribución de otras frutas. Así cuenta con plantas de maduración en Vigo, Bilbao, Barcelona, Mallorca, Madrid, Alicante, Murcia, Sevilla, Jerez de La Frontera y Canarias. Merece la pena destacar la organización por parte de COPLACA de desplazamientos periódicos de agricultores a la Península para conocer *in situ* tanto las instalaciones de EUROBANAN como los problemas de la comercialización, involucrando así a los productores en la mejor solución de los mismos.

En la actualidad el GRUPO EUROBANAN tiene una capacidad de maduración de plátanos de 115 millones de kilos anuales así como igual cantidad en lo que se refiere a conservación de otros tipos de frutas, manteniendo una estrecha relación con un colectivo importante de almacenistas maduradores esparcidos por todo el territorio nacional que, desde la fundación de COPLACA, han sido un pilar fundamental en el desarrollo de su actividad. Las variaciones que se están produciendo en el mercado de frutas y hortalizas en España sobre todo después de la implantación de las grandes superficies, quienes, al igual que en el resto de Europa van camino de controlar el 70% de la cadenas de distribución alimentaria, con su necesidad de ofrecer una gran variedad de productos, son las que han motivado el hecho de que la política de EUROBANAN sea la de ubicarse en todas las regiones de la Península Ibérica, Baleares y Canarias (www.COPLACA.org).

En julio de 2004, COPLACA crea COPLACA de Inversiones S.L., con capital de COPLACA (40%) y de los propios agricultores (60%), si bien el posible reparto de dividendos se haría en la proporción de un 80% para los productores y un 20% para COPLACA. El objetivo de la misma es hacer partícipes directos a los productores de los beneficios obtenidos en la comercialización no solo del plátano sino de los productos comercializados a través de EUROBANAN (Anón.,2004). Esta empresa repartió sus primeros dividendos en abril de 2005 con una rentabilidad del 32% por cada euro invertido (Anón, 2005) y tiene previsto un reparto similar en 2006, siendo la primera vez, después de más de 100 años de cultivo del plátano en Canarias, que los productores sean partícipes de la comercialización de su propio producto.

Este agrupamiento en OPPs ha traído como consecuencia la mejora de la competitividad vía una mejor economía de escala que proporciona a los productores canarios una serie de ventajas, entre las que destacan:

- Una mayor fuerza en el proceso de comercialización.

- Una mejor posición negociadora con los proveedores.
- Una reducción de costes (recursos humanos, materiales, etc)
- Un mayor control de calidad que se manifiesta en la entrega en mercado de un producto más homogéneo.

Un paso más a destacar en esta fase de transformación de la economía platanera canaria lo constituye el hecho de que las OPPs se encuentran agrupadas a escala regional en la Asociación de Organizaciones de Productores de Plátanos (ASPROCAN) que tiene como objetivos específicos a desarrollar (ASPROCAN y Aeconomía XXI, 2004) los siguientes:

- La interlocución ante las administraciones pública competentes en la materia: Consejería de Agricultura del Gobierno de Canarias, Administración Central, Comisión Europea.
- La unificación de los esfuerzos comerciales en los principales mercados destinatarios de la producción canaria.

Entre las acciones realizadas por ASPROCAN destacan:

- El desarrollo de las campañas de publicidad en los mercados.
- La contratación de un seguro colectivo con AGROSEGUROS.A. (www.agroseguro.es) que cubre los daños de pedrisco, viento huracanado e inundación por lluvia torrencial así como garantía de daños excepcionales, para la totalidad de las producciones plataneras canarias.
- Esta póliza colectiva cuenta con una subvención de hasta el 50% por parte de la Entidad.
- Estatal de Seguros Agrarios (ENESA) (www.enesa.mapya.es), encargada de regular el Sistema de Seguros Agrarios Combinados en España.
- El fomento de la normalización y seguimiento de calidad, siendo responsabilidad de las distintas OPPs el seguimiento y control de las normativas de calidad.
- La creación a partir del ejercicio de 2004 de un fondo financiero conjunto para la comercialización e introducción de la marca en nuevos mercados.
- Apoyo a la APEB (Asociación Europea de Productores de Plátanos) para la defensa de los intereses de los productores europeos de plátanos.

Es preciso indicar que el volumen medio manejado por planta empaquetadora en Canarias es de 4.400 t / anuales con valores extremos entre 428 y 26.000 t y que la mejora de las instalaciones y de los procedimientos operativos ha incrementado la productividad de cifras en torno a 138 t/ trabajador y año en 1993 a 157, 8 t en 2002 (ASPROCAN y Aeconomía XXI, *op. cit.*), valores que siguen en aumento.

Entrando en detalles más específicos y de relevancia en la cadena de postcosecha, debe decirse que las mejoras en la comercialización se han producido tanto en la fase de corte y transporte hasta el empaquetado, como en la propia fase de empaquetado y en el propio proceso de transporte a los mercados. Así, en la fase de corte y recolección se han introducido nuevos materiales, tales como:

- Bolsas de plásticos con burbujas (*air caps*) y almohadillas especiales para el hombro del portador que evitan roces innecesarios.
- Almohadillas de separación de manos.

Y se han reducido al mínimo los tiempos de espera por el transporte en finca y también en empaquetado y muelle de embarque. Se utilizan habitualmente entre finca y empaquetado sistemas de transporte en jaula en una o dos alturas, facilitando la protección y las tareas de descarga de los racimos, lo que pese al incremento de costes que conlleva la reducción de la capacidad descarga de los vehículos, tiene efectos muy positivos sobre la calidad de la fruta.

En la recepción de la fruta en el empaquetado se han instalado grúas “polipastos” que permiten enganchar, bien que de forma manual, los racimos en cadenas transportadoras, separadas del suelo, que llevan la fruta hasta el interior del mismo. Asimismo, ha aumentado notablemente la proporción de los sistemas de empaquetado moderno, con “bañeras” (tanques de inmersión) frente al tradicional “por cintas”, hasta el punto de invertir completamente la proporción existente en 1992 (85% por cintas / 15 % en bañeras) a la actual (85% en bañeras / 15% por cintas) con la consiguiente mejora tanto en disminución de mano de obra como en la calidad derivada del menor rozamiento de la fruta.

En la fase de transporte empaquetado – puerto de origen, se ha incrementado en la última década el uso del trailer evitando la manipulación de la carga en los muelles y las consiguientes pérdidas asociadas a los procesos de ruptura de carga.

El volumen de la producción canaria no permite fletar barcos completos como se hace en otros países, notablemente en Centroamérica, si bien en los últimos años, especialmente a partir de 1999, se ha incrementado notoriamente la calidad, capacidad y regularidad de los buques, particularmente en el caso de los buques utilizados para el transporte de *trailers* (*rol-on*).

Toda la producción comercializada desde Canarias se transporta en medios refrigerados: *trailer* y *reefer* (contenedores de carga refrigerada). Con ambos sistemas de transporte es posible controlar la humedad y la temperatura, manteniéndola en torno a 13°C, a la par que obtener una adecuada renovación del aire y reducción de los niveles de CO₂, requisitos imprescindibles para evitar la deshidratación de la fruta y retrasar el período de maduración. Ambos sistemas presentan ventajas e inconvenientes. En el caso de los trailers se reduce al mínimo la manipulación entre el empaquetado y los mercados continentales interiores, pero se requieren buques especiales (*rol-on*). En el caso de los *reefer*, no se precisan buques especiales, salvo los clásicos porta-contenedores que funcionan regularmente en todos los puertos. La carga puede hacerse bien en empaquetado o en el puerto de salida, mientras que la descarga debe hacerse en los puertos de llegada, donde debe ser manipulada para su traslado posterior a las plantas de maduración.

Los *trailers* tienen como destino el Puerto de Cádiz adonde arriban 3 veces por semana con una duración de transporte de unas 36 horas. Tienen salida desde las 3 islas principales Tenerife, Gran Canaria y La Palma. Los buques que realizan el transporte de contenedores realizan dos tipos de rutas, también tomando carga en las 3 islas principales: la ruta del Mediterráneo descargando en los puertos de Alicante, Valencia y Barcelona y la del Atlántico que descarga en Lisboa, Vigo, Santander y Bilbao. Ambas rutas tienen una duración media estimada al último puerto entre 5 y 7 días. Obviamente las producciones de las Islas más pequeñas de El Hierro y La Gomera tienen mayores tiempos de espera, y la necesidad de su transporte a las islas principales, lo que repercute en un mayor coste y una merma de la calidad final.

LA MEJORA DEL CONTROL DE CALIDAD

Además de cumplir con las normas de calidad propias del mercado europeo (Reglamentos CEE 225/1994 y 2898/1995) desde 1993 se han mejorado notablemente aspectos tales como:

La presentación de la fruta.

El tipo de envase.

La aplicación de la denominación de Plátano de Canarias como distintivo de la fruta, obligando al etiquetado de cada manilla con una pegatina identificativa.

Se han elaborado también manuales específicos para los productores donde se especifican cómo tratar la fruta, enfermedades y plagas habituales y forma de prevenirlas y combatirlas de la forma más ecológica posible así como recomendaciones para reducir el uso de productos químicos y manuales de normalización para plantas empaquetadoras, desarrollando además todas las entidades procedimientos formales de control tanto de los medios de transporte como de la calidad. En los últimos años se ha puesto en marcha además lo que se viene a llamar “trazabilidad”, un sistema que permite realizar un seguimiento completo de cada caja de fruta puesta en mercado a través de una etiqueta de control donde puede obtenerse información sobre el nombre de la explotación, zona e isla de origen, peso neto, cultivar, fecha de recogida y empaquetado, fecha de llegada a destino, OPP y cualquier otro factor que defina la producción (ecológica, certificada, etc). Es de destacar que a través de la página web de COPLACA (www.Coplaca.org) el consumidor puede conocer todos los detalles antes referidos en relación con el plátano que consume, siguiendo las instrucciones que allí le indican para la lectura de la etiqueta identificativa.

Las certificaciones actuales existentes en Canarias incluyen EUREPGAP y AENOR (UNE155004-33:2004). Debe también reseñarse la reciente creación por COPLACA de la marca COPLACA natur (Palenzuela, 2006), que agrupa a todos los productores que cumplen con la normativa AENOR, actualmente un 35 % de los productores de esta entidad, establecida con el objetivo de hacer llegar al consumidor la idea del plátano canario como un producto cada vez más respetuoso con el medio ambiente y más sano.

CONCLUSIONES

Las Islas Canarias apoyándose en una notable labor de imaginación empresarial, publicidad, investigación y desarrollo y la estrecha colaboración entre el Sector Público y Privado han sabido mantener hasta ahora un aceptable nivel de renta para la producción platanera que ha permitido la supervivencia de sus pequeños agricultores, pero se encuentran ante un importante reto: Garantizar la sostenibilidad de este cultivo sobre el que gravita gran parte de la economía agrícola y también de la actividad turística canaria al incidir directamente sobre el paisaje. Para conseguirlo es preciso, a nuestro juicio, apoyarse en los siguientes ejes:

- Mantener los altos umbrales de productividad alcanzados.
- Mantener o aumentar la preferencia de los consumidores por el plátano canario con un producto diferenciado dentro de un lema que podría ser: plátano de mejor calidad gustativa, respetuoso con el consumidor (nivel mínimo de residuos), y con el medio ambiente (integral, ecológico), justo (con los trabajadores), garantizando el cumplimiento de la certificación laboral y ambiental, y perfectamente trazable, desde el campo al consumidor.
- Búsqueda y mantenimiento de nuevos mercados, particularmente para plátanos de alto valor añadido como podría ser el ecológico, para lo que sería imprescindible aumentar la producción a niveles que permitieran un abastecimiento adecuado en cantidad y regularidad.
- En la medida que se logren estos objetivos el cultivo de la platanera seguirá manteniendo la importancia que tiene para Canarias.

BIBLIOGRAFÍA

1. Anón. 2004. Coplaca de Inversiones abre el acceso de los plataneros a los beneficios por venta. El DIA. es (edición digital) Dinero y Trabajo. 22/07/04: 2 pp.
2. Anón. 2005. Coplaca reparte el primer dividendo de la historia de la comercialización del plátano. El DIA. es (edición digital) Dinero y Trabajo. 29/04/05: 2 pp.
3. ASPROCAN y Economía XXI. 2004. Libro verde de la producción Platanera en Canarias (1992 – 2003)
4. Arroyo Hodgson, A. y Galán Saúco, V. 1991. Situación actual de la Reconversión varietal de la platanera en Canarias. Canarias Agraria y Pesquera. nº 12: 21-28
5. Cabrera Cabrera, J. 2002.- Nuevas técnicas de cultivo de la platanera en Canarias Actividades del ICIA en Platanera. En Fernández Galván, D. y Hernández Delgado, P.M. (eds.). Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Valle de Guerra. La Laguna. Tenerife. Islas Canarias: 51-56.
6. Cabrera Cabrera, J. y Galán Saúco, V. 2003. Crecimiento y desarrollo de la platanera. (*Musa acuminata* Colla AAA) bajo distintos tipos de cubierta. Avance de resultados. Actas de Horticultura 39: 257-259.
7. Cabrera Cabrera y Galán Saúco, V. 2006. Evaluation of the banana cultivars Zelig, Grande Naine and Guesa under different environmental conditions in the Canary Islands. Fruits 60 (6): 1-13
8. Galán Saúco, V., Cabrera Cabrera, J., 2006, "Evaluación de selecciones locales de 'Pequeña enana' (*Musa acuminata* Colla, AAA, Subgrupo Cavendish) en las Islas Canarias". Aceptado para la XVII Reunión Internacional de ACORBAT, Joinville, Santa Catarina. Brasil.
9. Carlier, J.; Fouré, E.; Gauhl, F.; Jones, D.R.; Lepoivre, P., Mourichon, X; Pasberg-Gauhl, C. y Romero, R.A. Black Leaf Streak. En D.R. Jones (Ed.). Diseases of Banana, Abacá and Enset. CABI Publishing Wallingford. Oxon. 2000: 56-62.
10. Galán Saúco V. 1992. Los Frutales Tropicales en los Subtrópicos. II. Plátano (Banano). Mundi- Prensa. Madrid, 177pp.
11. Galán Saúco, V. 2002a. Evaluación de cultivares de platanera. Actividades del ICIA en platanera. Febrero 2002: 21-34.
12. Galán Saúco, V. 2002b. Greenhouse cultivation of Tropical fruits. Acta Horticulturae 575 (2): 727-735.
13. Galán Saúco, V. y Cabrera Cabrera, J.. 2002. Cultivo bajo invernadero. Actividades del ICIA en Platanera. En Fernández Galván, D. y Hernández Delgado, P.M. (eds.). Instituto Canario de Investigaciones Agrarias. Valle de Guerra. La Laguna. Tenerife. Islas Canarias: 11-20.
14. Galán Saúco, V., Ait-Oubahou, A. y Abdelhaq, H. 2004. Greenhouse Cultivation of Bananas. Crónica Horticulturae. 44(2): 35-37.
15. Galán Saúco, V.; Cabrera Cabrera, J. 1993. Interés de la práctica del embolsado en platanera para Canarias. Canarias Agraria. 23: 25-32.

16. Galán Saúco, V., Cabrera Cabrera, J. y Gomez Leal, P.M. 1996. The evaluation of different bunch coverings for bananas (*Musa acuminata* Colla AAA cv. Dwarf Cavendish). *Fruits* 51 (1): 13-24.
17. Galán Saúco, V., Cabrera Cabrera, J. y Hdez. Cabrera, J.D. 1995. Utilización de la técnica de inyección para el deshijado de la platanera. Programa y Resúmenes. VI Congreso de la SECH. 25-28 Abril: 210.
18. Galán Saúco, V., Cabrera Cabrera, J. y Hernández Delgado, P.M.. 1992. Phenological and production differences between greenhouse and open-air bananas in Canary Islands. *Acta Horticulturae* 296: 97-112.
19. Galán Saúco, V., Cabrera Cabrera, J. y Hernández Delgado, P.M.. 1995. A comparison of banana cultivars Dwarf Cavendish, Grand Naine and Williams for the Canary Islands. *Fruits*, 50 (4): 255-266.
20. Galán Saúco, V., Cabrera Cabrera, J., Hernández Delgado, P.M. y Rodríguez Pastor, M.C. 1998. Comparison of protected and open-air cultivation of Grande Naine and Dwarf Cavendish bananas. *Acta Horticulturae*, 490: 247-259
21. Galán Saúco, V., Cabrera Cabrera, J., Hernández Delgado, P.M. y Rodríguez Pastor, M.C. 1998. Evaluation of medium-height Cavendish banana cultivars under the subtropical conditions of the Canary Islands. *Acta Horticulturae*, 490: 103-113.
22. Galán Saúco, V., Cabrera Cabrera, J., Hernández Delgado, P.M. y Rodríguez Pastor, M.C. 1998. Single-cycle cultivations of in vitro-propagated Grande Naine banana under subtropical conditions. *Acta Horticulturae*, 490: 175-179.
23. Galán Saúco, V., Hernández Delgado, P.M. y Cabrera Cabrera, J. 1990. Preliminary evaluation of new banana cultivars for Canary Islands. *Scientia Horticulturae*, 47: 169-172.
24. González, J. 2006. Coplaca y el Grupo eurobanan, pioneras dentro del sector platanero de Canarias, EUROBANAN. *Mercados* 64 (Abril 2006). Edición Digital
25. Green, G.C. y Kuhne, F.A.. 1970. The response of the banana foliar growth to widely fluctuating air temperatures. *Agroplanta*. 2, 105-107.
26. Hernández Abreu, J. M. 1976. Estudio agroclimático de la Isla de Tenerife. *Anales INIA. Serie General* 5: 113-181.
27. Reglamento (CE) nº 1964/2005) del Consejo de 29 de noviembre de 2005 sobre los tipos arancelarios aplicables a los plátanos. *Diario Oficial de la Unión Europea* L 316/1-L316/2 de 2.12.2005.
28. Reglamento (CE) nº 2257/1994 de la Comisión de 16 de septiembre de 1994 por el que se fijan las normas de calidad para los plátanos. *Diario Oficial de la Unión Europea* L 245 de 20.09.1994.
29. Reglamento (CE) nº 2898/1995 de la Comisión de 15 de diciembre de 1995 por el que se establecen disposiciones relativas al control de la aplicación de las normas de calidad en el sector del plátano. *Diario Oficial de la Unión Europea* L 304 de 16.12.1995.
30. Rodrigo López J., 2003, "El Agua y la Agricultura canaria". www.libroblancoagricultura.com.
31. Rodríguez D., Cabrera J, González M, Lobo M.G., Galán V, 2005. Evaluación de tres tipos de bolsas plásticas para el embolsado de la platanera, *Musa acuminata* Colla (AAA) en Canarias. *Actas Portuguesas de Horticultura. V Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. IV Congreso Iberoamericano de Ciencias Hortícolas* 6,2: 300-305 Oporto, Portugal
32. Simmonds N.W. 1966. *Bananas*, 2ª Edic. (1ª Edic. 1959). Longmans. London. 511 pp.

**TRABALHOS RESUMIDOS
SHORT PAPERS
TRABAJOS RESUMIDOS**

**BOTÂNICA, GENÉTICA & MELHORAMENTO, FISIOLOGIA
BOTANY, GENETICS & PLANTA BREEDING, PHYSIOLOGY
BOTANICA, GENETICA Y MEJORAMENTO, FISIOLOGIA**

BIOMETRÍA DE FRUTOS DE PLÁTANO CV. HARTON RELACIONADOS CON LA FERTILIZACIÓN, SEGÚN EL ESTADO FENOLOGICO DEL CULTIVO

BIOMETRÍA OF FRUITS OF BANANA CV. HARTÓN RELATED WITH THE FERTILIZATION, ACCORDING TO THE STATE FENOLOGICO OF THE CULTIVATION.

Johanna Labarca¹; Marilyn Marin²; Jesus Garcia³; Yvo
Hernandez⁴ & Claudia Paredes⁵

SUMMARY: The investigation was carried out in the Municipality of Colon, Zulia state, Venezuela. It was used a group design at random, in factorial adjustment (4x2)+1 with 25 repetitions. The treatments: plants without fertilization (T0), conventionally fertilized every 3 months (T1), fertilized in desflores applying 100 % of phosphor (P) and 40 % of potassium (K) and the 60% of K left in descepe (T2), fertilized like T2 but just a 50% of the amount total of fertilizer (T3) and fertilized with urea in descepe and desflores (T4), were applied to plants' children in flowering, considering the requirements, fenological stages of the culture, foliar analysis of ground. Sized biweekly biometric of both central fruits by hand. T4 presented higher MFT (400 g/fruto). Variables of LECP and LESP showed differences between the fingers of the second hand. The LICP is affected by the fertilization and the position of the hand. The application of urea in descepe and desflores improves the external quality of the fruit.

INTRODUCCION

En el Sur del Lago la fertilización se aplica de manera convencional, que consiste en fertilizar según lo obtenido del análisis de suelo aplicando la fórmula cada tres meses, resultando poco eficiente, debido a que no se consideran los requerimientos nutricionales del cultivo y el estado de crecimiento de las plantas. Conociendo la reacción fisiológica de la planta en una etapa de crecimiento y ante una determinada aplicación de fertilizante, se lograría desarrollar una técnica que permita optimizar la producción (1, 2).

La calidad de la fruta producida en la zona, llena las expectativas demandadas por otros países, resaltando las características físicas del fruto y el peso del racimo, como principales criterios para la selección postcosecha, esta actividad genera ingreso de divisas, requiriéndose aplicar nuevas técnicas de producción, que permitan fortalecer la agricultura competitiva, sustentable y económica.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en el sur del lago de Maracaibo, Venezuela, (LN:8°43'27" y LW:71°44'33), colectando frutos de la segunda y tercera mano del racimo quincenalmente, determinando las características biométricas. Los tratamientos de fertilización: plantas sin fertilización (T0), fertilizadas convencional cada 3 meses (T1), fertilizadas en desflores aplicando el 100 % de fósforo (P) y un 40 % de potasio (K) y el restante 60% de K en descepe (T2), fertilizadas como T2 pero sólo un 50% de la cantidad total de fertilizante (T3) y fertilizadas con urea en descepe y desflores (T4), fueron aplicados a hijos de plantas en floración, considerando los requerimientos de cultivo, análisis foliar, de suelo y las etapas fenológicas (descepe y desflores). Se usó un diseño experimental en agrupamientos al azar, con arreglo factorial (4 x 2)+1, con 5 tratamientos con 25 repeticiones por tratamiento, para un total de 125 plantas. Como factores de estudio fueron considerados los tratamientos de fertilización y la posición de la mano (mano 2 y 3 del racimo).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la **tabla 1** se observa que la prueba de media estableció 3 grupos correspondientes a las variables masa fresca total (MFT) y masa fresca de pulpa (MFP), alcanzando el T4 mayor valor de MFT. Esto concuerda con lo reportado (4), para plantas con

peso de racimo de 18 kg, lográndose en este estudio con el T4 un peso de racimo de 17,7 kg (1).

El análisis no reveló diferencias estadísticas para las variables de MFT con respecto al factor de estudio posición de la mano, permitiendo decir que los tratamientos de fertilización evaluados no influyen directamente en la calidad de frutos producidos, tanto para la segunda y tercera mano del racimo, pero que son las determinantes en reunir las características de calidad estética de los frutos para su comercialización (5).

Como se observa en la **tabla 2** la longitud externa con pedúnculo (LECP), alcanzó los mayores valores en la mano 2. Estos resultados confirman que la longitud del fruto es la que determina el tamaño del fruto y no la masa, y la longitud interna (LICP) establece el grado de curvatura (3).

CONCLUSIÓN

Los tratamientos de fertilización evaluados afectaron los parámetros biométricos de frutos de plátano.

La posición de la mano en el racimo, así como; la interacción entre los factores de estudio, no afectó estadísticamente los parámetros biométricos de frutos de plátano.

La aplicación nitrógeno en forma de urea en descepe y desflores aumentó la MFT, MP, LECP y LICP, mejorando la apariencia del fruto para su comercialización, en función del tamaño, bajo la época y condiciones en las cuales se realizó el estudio.

Tabla 1. Prueba de media para las variables Masa fresca total (MFT) y Masa fresca de la pulpa (MFP), para la segunda y tercera mano del racimo, de plátano (Musa AAB) cv. Hartón

Tratamientos de fertilización	MFT 2da Mano	MFP 2da Mano	MFT 3era Mano	MFP 3era Mano
T0	352 c	221 c	347 c	218 c
T1	362 b	225 b	364 b	220 c
T2	358 b	236 b	369 b	236 b
T3	352 c	218 c	346 c	224 b
T4	398 a	260 a	402 a	260 a

Tabla 2. Prueba de media para la variable Longitud externa con pedúnculo (LECP), en la segunda y tercera mano del racimo, en frutos de plátano (Musa AAB) cv Hartón.

Tratamientos de fertilización	LECP 2da Mano	LECP 3era Mano
T0	26,8 b	25,8 c
T1	26,9 b	26,7 b
T2	26,8 b	25,7 c
T3	26,3 b	26,1 b
T4	27,5 a	27,3 a

REFERENCIAS

- Hernández Y, M Marín y J García. 2002. I Jornadas Nacionales de Plátano y Banano "Don Bernardino Mejías". Libro de Resúmenes. 156pp.
- Labarca, J; M Marín y J, García. 2005. Trabajo de convalidación. Postgrado Agronomía (LUZ) Programa Fruticultura. (Mimeografiado).
- Laboren G, C Marín, M Wagner, L Rangel, E Maximiliano y A Delgado. 2001. Rev. Agronomía Tropical. 51 (4): 593 – 603p.
- Rodríguez, V y O, Rodríguez. 1997. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 14 (3): 285 - 296
- Rodríguez, V; O, Rodríguez y P, Bravo. 1999. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 16 (4): 488 – 494.

¹ Universidad Nacional Experimental Sur del Lago (UNESUR), johannalabarca@hotmail.com;

² y ³. Laboratorio Fisiología Vegetal, Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia (LUZ);

⁴ y ⁵: UNESUR.

CALIDAD DE RACIMO E INDICE DE COSECHA EN HIBRIDOS FHIA 01, 02, 17 Y 23 (*Musa spp*) EN EL ESTADO ARAGUA, VENEZUELA

BUNCH QUALITY AND HARVEST INDEX OF FHIA 01, 02, 17 Y 23 HYBRIDS (*Musa spp*) IN ARAGUA STATE, VENEZUELA

Grigna Piña-Dumoulin¹; José Gilberto Sarga¹; Sacramento Magaña-
Lemus²; Aniceth Reina³ & Miguel Belloso³

SUMMARY: The evaluation of FHIA hybrids under different agroclimatic conditions is important on the tropical world, because they are the immediately alternative as substitutes the traditional banana, that at the moment are nutritional support of million people with low economic resources. Regional trials were carried in Venezuela to choose promissory materials adapted to each zone, where diseases control on traditional varieties represent a considerable investment and environmental contamination. FHIA 01, 02, 17 and 23 hybrids were established on Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) located in Aragua State (10° 13' NL and 67° 37' WL coordinates), Venezuela. The experimental design was random blocks with four repetitions and 20 plants per plot (6 effective). Phenology, bunch and finger characteristics at harvest and organoleptic maturity time at environmental conditions were evaluated. Preliminary results showed two precocious hybrids (FHIA 01 and 02) with smaller bunch and finger characteristics, and organoleptic maturity time shorter than FHIA 17 and 23.

INTRODUCCIÓN

Los híbridos FHIA (*Musa spp.*) son una alternativa para la continuidad en la producción de musáceas comestibles en el mundo, las cuales amenazan por vencerse ante enfermedades como la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) cuyo control químico incrementa los costos de producción y causa daños ambientales de grandes magnitudes. Aunque existen experiencias comerciales con híbridos FHIA en algunos países de África y Latinoamérica, en Venezuela el uso de los materiales es incipiente, probablemente por la poca información con respecto a sus bondades. Por tanto, la socialización de dichos híbridos está unido al conocimiento de todos aquellos parámetros de calidad (1,2) que permitan la oferta de referenciales tecnológicos de manejo pre y postcosecha adecuados para su producción, conservación y valor agregado.

MATERIALES Y MÉTODOS

La parcela experimental de FHIA 01, 02, 17 y 23 fue establecida en julio del año 2004 en el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), coordenadas 10° 13' LN y 67° 37' LO a 445 msnm, en un suelo Fluventic Haplustolls, con temperatura y precipitación promedio de 26° C y 950 mm, respectivamente; bajo un arreglo en bloques al azar, con cuatro repeticiones, 20 plantas por parcela, 6 de ellas efectivas. Las variables medidas y calculadas consideradas a fines de este trabajo fueron: días del ciclo productivo, días entre floración y cosecha, peso de racimo, número de manos por racimo, peso de manos, número de dedos por mano, longitud externa y diámetro de los dedos centrales de la segunda mano; contenido de almidón, pH de los frutos y días entre maduración fisiológica y maduración organoléptica en condiciones ambientales (26±1°C y 60 % H.R.). Se realizó un análisis de varianzas prueba de medias por el método de Tukey ($\alpha=0,05$), utilizando el paquete estadístico SPSS versión 11.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En preliminares para un primer ciclo se observó que los híbridos FHIA 02 y 01 son más precoces al entrar primero al período de floración; siendo sus tiempos de floración a cosecha resultaron ser mayores que para el resto de los híbridos. En FHIA 17 y 23 se prolongó más la entrada a floración, pero hubo un acortamiento en el tiempo entre floración y cosecha (Cuadro 1), tiempos que varían dependiendo de las condiciones

agroecológicas de donde son sembrados (3). En la separación de medias se observa diferencias significativas en el ciclo total de producción, siendo más corto en FHIA 01, más largo en FHIA 23 e intermedio en FHIA 02 y 17.

Cuadro 1. Ciclo productivo de los híbridos FHIA bajo condiciones del Estado Aragua

Híbrido	Días a floración	CV	Días de floración a cosecha	CV	Ciclo productivo (días)	CV
FHIA 01	344 b	19	119 a	13	459 c	11
FHIA 02	315 b	17	113 a	14	430 bc	12
FHIA 17	418 a	16	88 b	14	491 ab	11
FHIA 23	460 a	17	92 b	14	531 a	14

Letras diferentes denotan diferencias significativas ($\alpha=0,05$) Prueba de media por Tukey. CV= Coeficiente de Variación

FHIA 17 y 23 presentaron el mayor número de manos por racimo, siendo la primera mano (M1) la de mayor peso para ambos híbridos; lo cual difiere con lo observado en los híbridos FHIA 01 y 02 donde prevaleció el mayor peso en la segunda mano (M2) (Cuadro 2). Al caracterizar la constitución de los racimos se observó que en todos los híbridos las manos fueron disminuyendo su peso en diferentes proporciones a medida que éstas se acercaban a la parte distal del mismo (Cuadro 2), lo cual debe ser tomado en cuenta en la realización de labores culturales dirigidos a mejorar la calidad de dedos y la homogeneidad de maduración.

Cuadro 2. Número de manos, pérdida de peso (%) con respecto a la mano de mayor peso (M1 y M2) y ubicación en el racimo (M6 a M11)

Híbrido	Peso racimo (kg)	Nº manos por racimo	M1 (kg)	M2 (kg)	M7 (%)	M8 (%)	M9 (%)	M10 (%)	M11 (%)
FHIA 01	14,5 b	8 b		2,1	34	45	41	-	-
FHIA 02	14,3 b	8 b		2,1	33	31	41	41	-
FHIA 17	23,9 a	10 a	3,1		38	39	39	53	53
FHIA 23	21,6 a	10 a	2,8		39	39	42	46	55

Letras diferentes denotan diferencias significativas ($\alpha=0,05$) Prueba de media por Tukey. M1-M11= Ubicación de las manos en el racimo

El peso de racimo fue significativamente mayor en los híbridos 17 y 23, lo cual se atribuye a un mayor número de manos por racimo y a un mayor peso por dedo (relacionado a la obtención de dedos de mayor longitud), que al número de dedos por mano, donde no hubo diferencias significativas entre los híbridos (Cuadro 3). El diámetro de los dedos centrales de la segunda mano de todos los híbridos coincidieron con los máximos exigidos por el mercado norteamericano para bananos (4) lo cual al relacionarlo con los valores químicos permite obtener un margen de estudio para cortes más prontos sin deterioro de la calidad organoléptica de los frutos (Cuadro 3).

Cuadro 3. Relación entre días a floración y parámetros físico-químicos de racimos y dedos

Híbrido	Floración-Cosecha (días)	Dedos 2º mano (Nº)	Diámetro dedo (cm)	Longitud externa (cm)	Peso X (g)	Almidón (%)	pH	Mad. Anaquel (días)
FHIA 01	119 a	15 a	3,8 ab	17,7 b	120 b	83,1 a	5,5 b	9,14 a
FHIA 02	113 a	16 a	3,6 b	17,3 b	114 b	79,1 a	5,6 ab	9,90 a
FHIA 17	88 b	17 a	3,8 ab	20,5 a	154 a	71,5 b	5,7 a	15,63 b
FHIA 23	92 b	17 a	3,9 a	19,8 a	148 a	67,9 b	5,6 ab	11,73 a

Letras diferentes denotan diferencias significativas ($\alpha=0,05$) Prueba de media por Tukey.

CONCLUSIONES

Se diferencian dos grupos de bananos con características fisiológicas similares. Los FHIA 01 y 02 son híbridos más precoces, pero de racimos y frutos más pequeños, mientras los FHIA 17 y 23 presentan un ciclo más largo pero logran racimos más grandes y frutos promedios de mayor peso y longitud. Sin embargo, es importante incorporar prácticas de manejo para incrementar la calidad y tiempo de conservación postcosecha de los FHIA 01 y 02. Por el buen rendimiento en racimo, peso y apariencia de los dedos y mayor tiempo de maduración en anaquel, el híbrido FHIA 17 se vislumbra como un posible cultivo comercial para la zona aragüeña.

REFERENCIAS.

1. DADZIE, B. K. 1998. *Technical Guidelines INIBAT* 4. Montpellier p. 3-25.
2. DADZIE, B. K. et ORCHARD, J. E. 1997. *Guides Techniques INIBAT* Montpellier p. 5-35.
3. GONZÁLEZ, A. M.; ARISTIZABAL, M. 2002. *Fisiología* N° 059. Manizales.
4. HADAD, O. y LEAL, F. 1996. *Fundacite Aragua*. p. 23-25.

¹ Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. (INIA) Investigadores.

² Programa de Tecnología Agropecuaria (PTA) - Asesor Estadístico

³ INIA - Técnicos Asociados a la Investigación.

INIA - Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP) Av. Casanova Godoy. Recinto Universitario UCV. Edif. 07. Maracay 2101 Apdo. Postal 4653. Teléf: 00 58 243 2402902. Venezuela. gpina@inia.gob.ve

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE CULTIVARES ELITE DE BANANEIRA MEDIANTE DESCRITORES QUALITATIVOS.

MORPHOLOGICAL CHARACTERIZATION OF ELITE CULTIVARS OF BANANA BASED ON QUALITATIVE TRAITS.

Onildo Nunes de Jesus¹; Sebastião de Oliveira e Silva²; Cláudia Fortes Ferreira³; Terezinha Rangel Câmara⁴; Kátia Nogueira Pestana⁵ & Taliane Leila Soares⁶

SUMMARY. The present work evaluated the efficiency of qualitative descriptors as an instrument for varietal differentiation. Sixty-one qualitative characteristics were evaluated, whereas 17 were vegetative from the plant; 24 from the bunch and 20 from the heart and male flowers. The descriptors clustered the genotypes according to the genomic groups and ploidy level.

INTRODUÇÃO

Em todo mundo são grandes os esforços das instituições de pesquisas para obtenção de híbridos de bananeira face a natureza quase estéril da planta. Apesar disto, novas variedades têm sido desenvolvidas. Para proteção destes novos genótipos, o interesse na caracterização morfológica das cultivares desenvolvidas vem crescendo. Nesse contexto, insere-se os descritores morfológicos qualitativos como instrumento oficialmente aceito para o registro e/ou proteção de cultivares. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência dos descritores qualitativos como instrumento para diferenciação varietal de bananeiras.

MATERIAL E MÉTODOS

Em Cruz das Almas, BA, avaliou-se, mediante o emprego de descritores morfológicos, os genótipos Caipira e Nam (AAA), Bucaneiro (AAAA), Thap Maeo (AAB), e os híbridos do grupo AAB: FHIA-18, FHIA-01, FHIA-21, Pacovan Ken, Garantida e Preciosa. Foram avaliados 61 descritores qualitativos, sendo 17 características vegetativas da planta; 24 do cacho e 20 da inflorescência (coração e flores masculinas). A metodologia e as características avaliadas encontram-se em Silva et al., 1999 e Jesus, 2006 respectivamente. Os dados quantitativos foram submetidos a uma análise de componentes principais e os dados qualitativos a uma análise de diversidade genética para dados multicategóricos. Os resultados de ambos os descritores foram expressos na forma de um dendrograma de dissimilaridade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os descritores vegetativos da planta foram os que apresentaram maior facilidade de avaliação, pois não dependerem da fase reprodutiva para avaliação. Os genótipos que apresentaram menor dissimilaridade foram a FHIA-21 e Bucaneiro (18%) e Caipira e Nam (24%) que refletiram as dificuldades em se caracterizar apenas com a utilização desses descritores. Esse descritor separou a FHIA-21, único plátano do grupo, das demais variedades. Quando considera-se as características do coração e das flores, nota-se que esses descritores permitiram a perfeita separação da 'Thap Maeo' das demais, justificada pela deposição de antocianina na base e ao longo do perigônio da flor. Os descritores do cacho, separaram de maneira geral os genótipos em dois grandes grupos, ficando no primeiro todos os triploides e no segundo tetraploides. Porém, a FHIA-21, ficou separada dos outros tetraploides, justificando o fato de ser a única pertencente ao grupo dos plátanos. A análise conjunta

apresentou maior conteúdo informativo, separando os genótipo em função da ploidia e do grupo genômico, embora apresentado baixa dissimilaridade para os genótipos aparentados como FHIA-01, PA42-44 e FHIA-18 e o grupo representado por Preciosa, Garantida e Pacovan Ken.

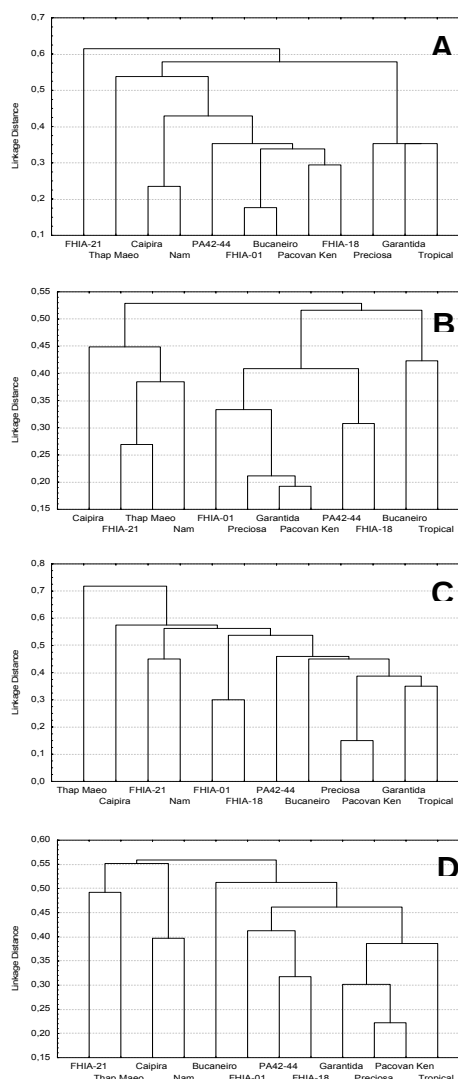


Figura 1. Dissimilaridade observada nas características morfológicas vegetativas da planta (A), do cacho (C), da inflorescência (coração e flores masculinas) e geral (D). Cruz das Almas, BA, 2006

CONCLUSÃO

Os descritores qualitativos mostraram-se eficientes na caracterização da maioria dos genótipos avaliados, separando-os em grupos em função da ploidia, constituição genômica e origem dos cruzamentos.

Os genótipos aparentados ficaram no mesmo grupo, indicando a necessidade de se buscar alternativas com a utilização de outros descritores.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.

- JESUS, O. N. Caracterização morfológica e molecular de cultivares de bananeira. Dissertação de Mestrado: Recife-PE: Universidade Federal Rural da Bahia, 87p. 2006.
- SILVA, S.S.; CARVALHO, P.C.L.; SHEPHERD, K. ALVES, E.J.; OLIVEIRA, C.A.P.; CARVALHO, J.A.B.S. Catálogo de germoplasma de bananeira (*Musa* spp.). Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1999. 152p.

¹ Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Bolsista CAPES, UFRPE, Cruz das Almas, BA, E-mail: onildonunes@yahoo.com.br

² Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Caixa Postal 007, CEP 44380-000, Cruz das Almas-BA, e-mail ssilva@cnpmf.embrapa.br

³ Engenheira Agrônoma, D.Sc. Pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Caixa Postal 007, CEP 44380-000, Cruz das Almas-BA, e-mail claudiaf@cnpmf.embrapa.br

⁴ Professora Adjunta, D.Sc, Universidade Federal Rural de Pernambuco, E-mail: tkrcamara@bol.com.br

⁵ Bolsista de PIBIC/CNPq – Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, C.P. 007, CEP 44.380-000 Cruz das Almas, BA, e-mail karlapestana@yahoo.com.br

⁶ Engenheira Agrônoma, M.Sc. Ciências Agrárias/ Fitotecnica, Bolsista CAPES, Cruz das Almas, BA, E-mail: talianeila@hotmail.com

LA PLANTA DE PLÁTANO (MUSA AAB) Y SU RELACION ENTRE EL CICLO Y LA PRODUCCIÓN¹

THE PLANTAIN (MUSA AAB) AND ITS RELATION BETWEEN THE CYCLE AND PRODUCTION

Nava, C.² & Sosa, L.²

SUMMARY: In Venezuela exist about 50.000 ha sowed of Harton plantain. The black Sigatoka appeared in 1991, increasing the problematic of the handling and production cost of the crop. The emission, evolution and durability of the leaves in the vegetative and productive cycles and their relation with the fruit yield were evaluated. The characteristics of the bunch (number of hands and fingers) are originated in the vegetative phase, its duration is determined by the frequency of leaves emission. Leaf deterioration during the bunch filling is a natural process, which is accelerated by the attack of the Sigatoka fungus. The set of these factors define the weight and quality of the bunch. There is negative correlation between the bunch weight and quality and the vegetative cycle duration, but positive correlation between the bunch characteristics and the productive cycle duration.

INTRODUCCIÓN.

El plátano (Musa AAB cv Harton) es sembrado en toda Venezuela, particularmente en el occidente, donde crecen más de 50.000 Ha (4). La Planta evoluciona en dos ciclos (5, Observaciones propias): Vegetativo con las fases Infantil, hasta 3 meses, con la emisión de 12 hojas no funcionales. Juvenil, 28 hojas funcionales va hasta la emisión floral. Productivo, se refiere a los días colgando del racimo (Figura 1). En general la emisión de hojas alcanza a 40 ± 2 (con una frecuencia de emisión de 6 a 10 días. A medida que emergen hojas, las ya existentes van feneciendo, de esta manera se mantiene un número determinado de ellas (1,3). De tenerse 10 ó más hojas a floración con una planta bien balanceada, en el proceso de llenado del racimo (90 días), se pierden de 3 a 4 hojas bajo condiciones normales (2,3) (Figura 2). El efecto de la defoliación progresiva va a depender de la intensidad de ataque del ó de los patógenos, particularmente de la incidencia de Sigatoka negra. *Mycosphaerella fijiensis*. En este artículo se analiza el ciclo de la planta de plátano en sus diferentes etapas, la emisión y evolución de las hojas y el efecto de este proceso en el ciclo y la calidad del racimo.

MATERIALES y METODOS.

La fase experimental se realizó en varias plantaciones jóvenes ubicadas en el Municipio Colón, Zulia, de 1998 a 2004. Sobre un suelo de la serie Chamita, clasificado como Fluventic Eutropets; temperatura media de 27°C, humedad relativa sobre 60% y precipitaciones promedio de 1800 mm anuales.

La información se tomó cada semana a partir del florecimiento de las primeras plantas, anotándose los siguientes datos: Ciclo en días: a floración, a cosecha y días colgando del racimo. Número y evolución de las hojas: a floración, a cosecha y hojas perdidas en el ciclo productivo. Productividad: Peso del racimo (kg) y calidad potencial (Circunferencia del raquis, cm). Se registró la información de un número variable de plantas en los diferentes análisis, considerándose cada planta como una unidad experimental. Se determinaron las correlaciones entre las diferentes variables.

RESULTADOS y DISCUSION.

A floración, el 86,4% de las plantas presentaron 10 ó más hojas; el resto presentó un mínimo de 8 hojas. La floración comenzó a los 200 días, registrándose un promedio de 260 días. De acuerdo a trabajos en el área, éste número de hojas permitirá un buen racimo. El 88,2% de ellos se cosechó entre 60 y 90 días (75 ± 15 días ó 10 ± 2 semanas). Al final del ciclo productivo el número de hojas promedio fue de 3,7 con rango de 0 a 9, lo cual indica que no todas las plantas sufren con la misma intensidad el ataque de los patógenos. El peso del racimo varió de 10 a 20 kg donde el 11,5% pesaron más de 15 kg. Se considera que el grosor del raquis (cm) a nivel de la primera mano es indicativo del peso final del racimo, ya que se mantiene una correlación positiva entre ellos. Se observa baja o nula relación del peso del racimo con las diferentes variables que lo afectan como el número de hojas a floración, debido a que este número de hojas

fue suficiente para su desarrollo. Se tiene una relación negativa ($r = -0,52$ $P < 0,01$) entre el ciclo vegetativo y el productivo, esto indica que un buen desarrollo de la planta con emisión regula, de hojas permite obtención de un racimo con un alto número de manos y dedos, los cuales necesitan un ciclo más largo para su desarrollo (Figura 3). El peso del racimo esta correlacionado negativamente con los días a floración y positivamente ($r = 0,29$; $P < 0,05$) con los días colgando lo cual confirma la frase anterior (Figura 3). El grosor del raquis floral (cm) a la altura de la primera mano presenta correlación positiva ($r = 0,72$; $P < 0,01$) con el peso del racimo (Figura 3).

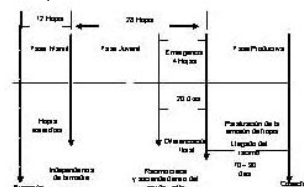


Figura 1. Fases de Desarrollo de la Planta de Plátano Harton

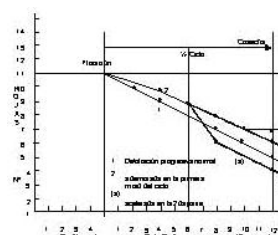


Figura 2 Curva de Pérdida de hojas en el tiempo en el ciclo productivo en Plátano de Harton en el Sur del Lago de Maracaibo –Venezuela

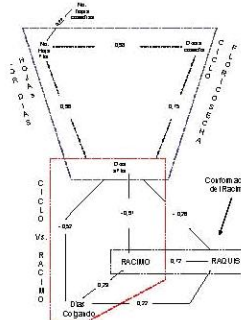


Figura 3 Correlaciones entre las diferentes variables en plantas de plátano Harton Sur del Lago de Maracaibo –Venezuela

CONCLUSIONES.

Los resultados coinciden con los trabajos publicados en referencia al número de hojas funcionales a floración, 8 ó más hojas en este punto del ciclo permiten un buen desarrollo del mamo. Esto indica que se perderían hasta 18 hojas en el período de crecimiento; aquí estaría la labor básica de protección. Cuando el ciclo vegetativo es corto en plantas bien desarrolladas, es indicativo de un futuro racimo con buen peso, número de frutos y grosor del raquis floral a nivel de la primera mano es indicativo del peso potencial del racimo. Este último necesita un ciclo largo para el llenado. De acelerarse el decaimiento de las hojas por ataque de plagas y/o patógenos, efectos ambientales, etc., pudiese no desarrollarse ese potencial. La durabilidad del Ciclo vegetativo es el parámetro básico de producción de fruta, de allí se desprenden el número de hojas a flor, días colgando, hojas a cosecha y peso del racimo.

REFERENCIAS

1. Cayon, G. L. Lozada y S. Belalcázar, 1995. In mejoramiento de la producción del cultivo de la producción del cultivo del plátano. IDRC. Armenia. Col. Pp. 94 - 104.
2. Guillent, G., A. Trujillo de Leal y C. Basso. 1984. Jornadas Agronómicas XI. Maracaibo-Venezuela.
3. Nava, C. 1999. Congreso Venezolano de Fitopatología XVI. Barquisimeto-Venezuela.
4. Nava, C y J. Vera. 2004. Ver. Fac. Agronomía. (LUZ) 21:336 -343.
5. Stover, R.H. 1987. UPEB. Informe Mensual 11 (82): 50-56.

¹. Este trabajo se desarrollo con el aporte financiero del CONDES-LUZ.

² Universidad del Zulia Facultad de Agronomía. Email: cartosvnava@hotmail.com; luisalsosa@yahoo.com

LA TRANSICIÓN FLORAL EN PLÁTANO *Musa* (AAB) cv. HARTÓN ENANO: GENÉTICA Y ONTOGENIA

TRANSITION FLORAL IN PLANTAIN *MUSA* AAB CV. DRAFT HORN: GENETIC AND ONTOGENY

Yvo Hernández¹; Carlos Alberto Giménez²; Pedro Rodríguez³; Miguel Gómez Lima⁴; C. Paredes⁵ & Johanna Labarca⁶

SUMMARY: To establish the moment phenology of the floral transition and to characterize sequences of genes that regulate this process, it was carried out an investigation in banana *Musa* AAB cv. Draft Horn. The floral transition was observed in 60% in plants with 27 emitted leaves. The genes of opposing flowering were, two repressor "GIMUS (Gibberellic acid inhibitor) and MUSDELLA, and three promoters MUSAFLT, MUSACO and MUSGAMYB. These genes are the first ones reported in *Musa* and seemingly they have important role in the regulation of the flowering process in this cultivation.

INTRODUCCIÓN

La transición floral marca el fin de la fase vegetativa y el comienzo de la reproductiva (Muradov *et al*; 2002), siendo este un cambio importante en el ciclo de vida del plátano. La transición floral ocurre en los meristemas apicales los cuales se reprograman para formar inflorescencias cuando reciben apropiada señales internas de la planta y del ambiente. La comprensión de los genes y factores que controlan la floración, podría en un futuro obtener plantas con aceleración de su floración (Samach *et al*; 2000), permitiendo la producción de dos ciclos de cosecha en un tiempo menor, obtención de plantas con dos racimos comerciales, plantas más pequeñas en su altura producto de acortar el ciclo vegetativo, serían menos susceptibles al ataque de los vientos. Además conocer el momento exacto de la floración permitiría realizar planes eficientes de fertilización, aplicándose en el momento de mayor requerimiento por la planta, optimizando los recursos y minimizando los costos de producción. Por tal motivo, se hizo necesario establecer el tiempo y momento fenológico de la transición floral en plantas de plátano Hartón enano, y encontrar genes análogos de floración para estudiar sus patrones de expresión durante la floración en estas plantas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo fue realizado en el sur del lago de Maracaibo, Venezuela, (LN:8°43'27" y LW:71°44'33), colectando ápices meristemáticos provenientes de plantas cuya emisión foliar total se encontraran entre las 15 y 36 hojas, con el propósito de tomar ápices durante el estado de transición floral, agrupándolos como ápices provenientes de plantas en estado joven (15-21 hojas) en estado medio (22-28 hojas) y en estado adulto (29-35 hojas), tomando para cada estado de emisión foliar 7 plantas. Los ápices fueron seccionados longitudinalmente a la mitad, donde una parte fue observada a través del microscopio Óptico y Electrónico de Barrido, midiendo la altura del domo meristemático y la longitud de su base, para correlacionarlo con la altura de las plantas y el perímetro del pseudotallo. La otra mitad de los ápices, fue utilizada para la búsqueda de genes análogos de floración, a través de cebadores de generados, a fin de determinar sus niveles de expresión por PCR en Tiempo Real. Además, se cuantificaron los niveles de Ácido Giberélico por HPLC en los tres grupos de ápices.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La transición floral (Figura 1) se observó en un 60% en plantas que habían emitido un total de 27 hojas, alcanzando valores entre 80 y 100% en plantas con mayor emisión, 30 hojas. La altura y perímetro de estas plantas junto con la altura del ápice meristemático, se incrementaron conforme aumentaba la emisión foliar, mientras que la longitud de la base del ápice meristemático disminuía. Los genes de floración encontrados fueron, dos represores de la floración "GIMUS (inhibidor de giberelinas) y MUSDELLA, y tres promotores MUSAFLT, MUSACO y MUSGAMYB, todos genes análogos de floración encontrados en *Arabidopsis* (Simpson *et al*; 1999) y en otras especies de monocotiledóneas, como arroz y maíz. En general, la expresión de MUSAFLT y MUSACO fue mayor durante la etapa de transición floral, mientras GIMUS la disminuía en estados tempranos de la transición floral, aumentando después su expresión en estados mas avanzado de plantas en transición, concordando con los bajos niveles de Ácido Giberélico tres detectado en estos ápices adultos.

CONCLUSIÓN

La transición floral en plátano Hartón enano, ocurre principalmente en plantas con más de 27 hojas emitidas. Los genes encontrados (primeros reportados en *Musa*) aparentemente tienen roles importantes en la regulación del proceso de floración en el cultivo del plátano Hartón enano.

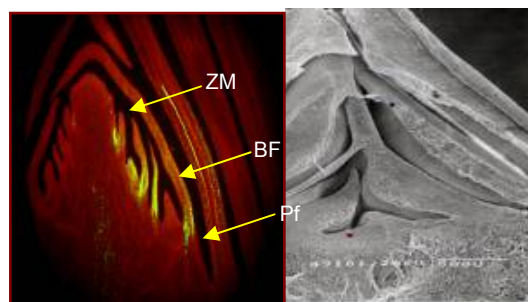


Figura 1: Ápice en transición floral tomado con el Microscopio de Fluorescencia mostrando zona meristemática (ZM), bráctea floral (BF) y primordio de fruto (Pf) (Izquierda); Ápice en estado vegetativo tomado por Microscopía Electrónica de Barrido (Derecha).

REFERENCIAS

1. Mouradov, A.; F. Cremer and G. Coupland. 2002. *The Plant Cell*. S111-S130.
2. Samach, A.; H. Onouchi; S.E. Gold; G.S. Ditta; Z. Schwarz; M.F. Yanofsky and G. Coupland. 2000. *Science*. (288):1613-1616.
3. Simpson, G.; R. Gendall and C. Dean. 1999. *Annul. Rev. Cell Dev. Biol.* (99):519-50.

¹ Universidad Nacional Experimental Sur del Lago, yvo333@hotmail.com

² Laboratorio BioVeLUZ, Facultad Experimental de Ciencias de La Universidad del Zulia

³ Centro de Microscopía Electrónica, Facultad de Ciencias de La Universidad Central de Venezuela/

⁴ Dpto. Ingeniería Genética del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N. México. CINVESTAV/

⁵ y ⁶ : UNESUR

MASBP56 – A BANANA (*MUSA ACUMINATA*) HOMOLOGUE OF MAMMALIAN SELENIUM-BINDING PROTEIN

MASBP56 – HOMÓLOGO EM BANANA (*MUSA ACUMINATA*) DE PROTEÍNA DE MAMÍFERO LIGANTE EM SELÊNIO

Marília Mendes de Araújo¹; Lisangela Pinheiro Cassiano¹; Candice Melo Romero Santos¹; Natália Florêncio Martins¹; Anne Giselle Buzar¹; Roberto Coti Togawa¹; Felipe Rodrigues da Silva¹ & Manoel Teixeira Souza Júnior¹

RESUMO: Um homólogo de um gene, que codifica para uma proteína de mamífero ligante em selênio (SBP), foi identificado no banco de dados DATAMusa, e submetido a caracterização complementar. DATAMusa é um banco de dados de genoma de *Musa* spp., desenvolvido pela Embrapa, UCB e CIRAD, sendo composto por sequências de DNA e por análises de bioinformática destas. Quatro MaAES (*Musa acuminata* Assembled EST Sequence), positivas para a palavra-chave selênio, foram identificadas neste banco de dados. Uma delas, apresentando parte da região 5' não-codante do transcrito, foi escolhida para ser submetida a caracterização suplementar. A sequência consenso completa da região codante foi submetida a busca de domínios conhecidos; e a estudos de multi-alinhamento com diversos homólogos de SBP. Estudos de expressão mostraram que este é expresso em vários tecidos de banana. Baseado nos resultados de outros grupos de pesquisa com homólogos deste gene, acreditamos que este homólogo de SBP, aqui denominado de MaSBP56, seja um gene candidato a ser super-expresso em banana com o objetivo de avaliar seu efeito no controle de doenças fúngicas e bacterianas que atacam esta fruteira.

INTRODUCTION

Banana (*Musa* spp.) is cultivated in numerous tropical countries throughout the world and in many of them its cultivation and marketing play very important economical and social roles. However, most of the main commercial varieties of banana are susceptible to some fungal pathogens, such as *Mycosphaerella fijiensis*, the causal agent of the black Sigatoka disease. A heavy use of fungicides has been the main strategy to control this fungus, with high economic and environmental cost. In order to offer an alternative to control fungal diseases in banana, via conventional or biotechnology based breeding programs, it is necessary to identify candidate resistance genes able to confer resistance to these diseases. To overcome these challenges imposed by biotic stresses, plants have developed mechanisms to perceive external signals and to manifest adaptive responses with proper physiological and morphological changes. Because of their role in protein-protein interactions, the involvement of SBP in plant stress responses has been suggested. SBP comprise a group of specific proteins in which selenium is attached to the molecules, and they include two proteins of 14 kDa and 56 kDa. The *Oryza sativa* selenium-binding protein homologue (*OsSBP*) gene encodes a homologue of mammalian SBP, and it was characterized as one of the genes induced when treating rice with an elicitor from the rice blast fungus. It is suggested that a regulation of *OsSBP* expression enhanced tolerance to different pathogens and might have a role in the defense process to biotic stress in rice plants (Sawada et al., 2004). One of the alternatives to overcome constraints in banana production caused by fungi is the development of genetically modified genotypes resistant to one or more of these diseases. The objective of our study was the identification and initial characterization of a novel *M. acuminata* gene, *MaSBP56*, which codes for a homologue of mammalian SBP.

MATERIAL AND METHODS

1. Keyword Search at DATAMusa: The identification of cDNA clones of banana homologues of SBP was performed by a keyword search in the database DATAMusa (http://genoma.embrapa.br/musa/index.html/DATA_musa.html).

2. cDNA clone Selection & Sequencing, Assembling and Blast Analysis: The consensus sequences of the MaAES identified as positive for SBP were submitted to analysis using the Open Reading Frame Finder software in order to select the one with the longest 5'-end ncr (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/gorf/gorf.html>). The selected cDNA

clone was submitted for complete sequencing at the DNA sequencing platform at Embrapa Genetic Resources and Biotechnology. The reads generated were then assembled using the Electropherogram quality analysis software (Togawa & Brigido, 2003). A blastX analysis was performed using the Basic Local Alignment Search Tool (BLAST) software available at the NCBI homepage (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST/>).

3. Phylogeny: MEGA3 - integrated software for Molecular Evolutionary Genetics Analysis and sequence alignment, that generates trees on the basis of rooted and un-rooted criteria of Maximum parsimony (MP), Minimum Evolution (ME) and Maximum Likelihood (ML), was used to perform phylogeny studies.

4. Gene Expression Analysis: Total RNA from different *M. acuminata* spp. *burmannicoides* (AA - var. Calcutta 4) tissues (green peel, leaf, flower and root) were purified and used as template to RT-PCR analysis using specific primers designed using the consensus sequence.

RESULTS AND DISCUSSION

Four MaAES (Santos et al., 2005) were identified as positive for SBP by keyword search in the database DATAMusa. MaAES_ALL0941, a contig resulted from the assembling of three reads, was then selected for further characterization because it has shown the longest 5'-end ncr. After completely sequencing the cDNA clone called MUC4FL1018_H03, the coding region of the gene was submitted to alignment analysis against SBP genes from several organisms retrieved in the nr database (Figure 1A). An initial study on the profile of expression of this gene throughout several banana tissues was done, and it was observed by RT-PCR that it is expressed in the leaves, male flowers and roots, but not in the green peel (Figure 1B). MaSBP is a new member of the 56kDa selenium binding protein (SBP56). This family consists of several eukaryotic selenium binding proteins as well as three sequences from archaea. The exact function of this protein is unknown.

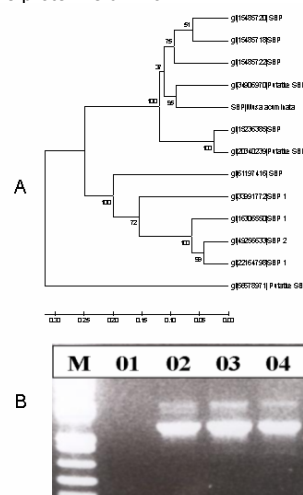


Figure 1. A - Phylogeny tree of MaSBP56 and other SBP genes. B - RT-PCR profile for SBP in banana (M - 1kb DNA Ladder; 01 - Green peel; 02 - Male flower; 03 - Roots; 04 - Leaves).

CONCLUSION

A new member of the SBP56 family, here denominated MaSBP56, was found in the DATAMusa database. It is the first selenium binding protein described in *Musa* spp.

REFERENCES

- Santos, C.M.R.; Martins, N.F.; Horberg H.M. et al. 2005. *Theor Appl Genet*. 110: 1517-1522.
- Sawada K.; Hasegawa M.; Tokuda L. 2004. *Biotechnol. Biochem.* 68 (4), 873-880.
- Togawa R.C. & Brigido M.M. 2003. PHPH: Web based tool for simple electropherogram quality analysis (<http://genoma.embrapa.br/phph/>). 1st IcoBiCoBi. Ribeirão Preto, SP, Brasil.
- Kumar S.; Tamura K.; Nei M. 2004. MEGA3 - integrated software for Molecular Evolutionary Genetics Analysis and sequence alignment. *Briefings in Bioinformatics*, v.5, no. 2, pp.150-163.

¹ Embrapa Genetic Resources and Biotechnology, CP 02372, Brasília, CEP 70.770-900, Distrito Federal, Brazil. * Research supported by CNPq.

PHYLOGENY AND MODELING STUDIES OF 14-3-3 IN *Musa acuminata*

ESTUDOS DE FILOGENIA E MODELAGEM ESTRUTURAL DE 14-3-3 DE *Musa acuminata*

Natalia Florêncio Martins¹; Candice M. Romero Santos¹; Roberto C. Togawa¹ & Manuel T. Souza Júnior¹

SUMMARY: 14-3-3 are highly conserved phosphoserine/phosphothreonine-binding proteins that regulate a wide range of enzymes in plants, animals, and yeast; and these enzymes regulate a large number of processes ranging from mitosis to apoptosis. Until recently, 14-3-3s were thought to be present only in the cytoplasm and on the plasma membrane, but now it has been shown that these proteins are also present in the nucleus and within the stroma of the chloroplast. A picture is emerging wherein 14-3-3 proteins play a central role in controlling the primary metabolism of plants, and the question arises whether activities are coordinately regulated by the different 14-3-3 isoforms present in plants. We have identified nine *Musa acuminata* Assembled EST Sequence (MaAES) positive for 14-3-3 in the database DATAMusa, and further characterized two of them. DATAMusa is a genome database for *Musa* spp., developed by Embrapa, UCB and CIRAD, and composed of *Musa* spp. DNA sequences and Sequence Information. Structural and phylogenetic approaches indicate high homology between these MaAES and 14-3-3 proteins genes already described in maize, rice and tobacco.

INTRODUCTION

Banana (*Musa* spp.) is cultivated in numerous tropical countries throughout the world, and in many of these countries its cultivation and marketing play very important roles, both economically and socially.

14-3-3 proteins were first described in 1967 during a brain protein classification. The name 14-3-3 denotes the elution fraction containing these proteins following DEAE-cellulose chromatography and their migration position after subsequent starch gel electrophoresis. Besides their description as ~30 kDa acidic proteins, little else was revealed in this initial characterization. Because of the 14-3-3 are highly conserved phosphoserine/phosphothreonine-binding proteins that regulate a wide range of enzymes in plants, animals, and yeast; which regulate a large number of processes ranging from mitosis to apoptosis in different organism, it brought to attention their importance in cell biology.

Those proteins were found to phosphorylate protein targets as a homo or heterodimer, each subunit with around 30 kDa¹. Secondly it was found that 14-3-3 proteins are engaged in signal transduction events as inhibitors or activators. And recently its importance in cell development was enhanced². In plants the 14-3-3 proteins were found to respond to environmental stimuli, such as low temperature, high salt concentration, hypoxia and pathogen attack.

The objective of our study was the identification and characterization of 14,3,3 genes present in the genome of *Musa acuminata*, and to phylogenetically compare it with homologues genes from other organisms, as well as to investigate structural features and conserved domains.

MATERIAL AND METHODS

1. Keyword Search at DATAMusa: The identification of cDNA clones of banana homologues of 14-3-3 proteins was performed by a keyword search in the database DATAMusa developed by Embrapa, UCB and CIRAD (http://genoma.embrapa.br/musa/index.html/DATA_musa.htm).

2. Phylogeny & Modelling Studies: Sequence similarity search using BLAST at NCBI retrieved different orthologs.

The sequences were retrieved from DATAMusa and NCBI. Sequence retrieval were carefully chosen to be representative of different classes of organisms: *Chlamydomonas reinhardtii* (P52908), *Picea glauca* (AAD27827), *Solanum tuberosum* (CAA72384), *Hordeum vulgare* (CAA74592), *Oryza sativa* (AAX95656), *Zea mays* (P49106), *Arabidopsis thaliana* (CAB78024), *Glycine max* (CAA06198), *Helianthus annuus* (O65352), *Lycopersicon esculentum* (CAA65150), *Nicotiana tabacum* (Q41246) and *Vicia faba* (P42653). The multiple sequence alignment was performed using Clustal using Blossum series matrix, with an open gap penalty of 10 and an extend-gap penalty of 0.05. The prediction of a full length sequence of 14-3-3 from *Musa acuminata* was performed semi automatically by the Modeller program at the server CBS (<http://bioserv.cbs.cnrs.fr>). A Blast search was performed against the Protein Data Bank (PDB), revealing a target candidate with 66% sequence identity with 14-3-3 zeta/phosphopeptide complex from human (pdb code 1QJA) (Rittinger et al., 1999). The model was produced by the SWISSMODEL server (ref) (<http://swissmodel.expasy.org/SWISS-MODEL.html>) and the visualization and structural alignment was performed by VMD program.

RESULTS AND DISCUSSION

Nine MaAES (Santos et al., 2005) positive for 14-3-3 proteins were identified in the database DATAMusa. Two full-length MaAES (MaAES_ALL0543 and MaAES_ALL0982) were identified and selected for further characterization. Phylogenetic studies revealed the great conservation of *Musa acuminata* 14,3,3 protein compared to rice, maize and tobacco genes.

Only three areas of the 14-3-3s show low degrees of similarity: the N terminus, the C terminus, and the region between helices 2 and 3. The higher conserved regions are domain 1 residues 1-112 and domain 2 residues from 169 to 247.

The model for 14-3-3 function, together with the evolutionary conservation that is apparent throughout much of the 14-3-3 structure, leads to an initial presumption that all 14-3-3s have the same function. The conservation of the 14-3-3 protein sequences is evident. A theoretical model of 14-3-3 from *Musa acuminata* is presented (Figure 1).

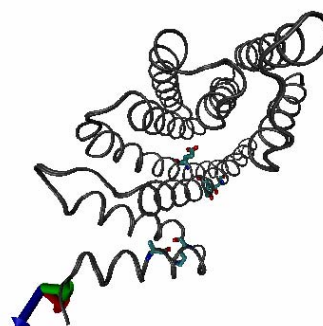


Figure 1. Theoretical model of the 14-3-3 protein from *Musa acuminata* spp. *burmannicoides* var. *Calcutta 4*.

REFERENCES

1. Yafee et al, Biochem J. 2004 Apr 15;379(Pt 2):e1-2.
2. Santos, C.M.R; Martins, N.F.; Horberg H.M. et al. 2005. *Theor Appl Genet.* 110: 1517-1522.
3. Dougherty and Morrison, J Cell Sci. 2004 Apr 15;117(Pt 10):1875-84.

¹ Embrapa Genetic Resources and Biotechnology, CP 02372, Brasília, CEP 70.770-900, Distrito Federal, Brazil.

* Research supported by CNPq.

APLICACIONES DE CALCIO PARA EL CONTROL DE LA MANCHA DE MADUREZ EN BANANO

CALCIUM APPLICATIONS FOR BANANA MATURITY BRONZING CONTROL

Andrea Carolina Díaz Ismael¹; John Jairo Mira Castillo² & Gerardo Cayón Salinas³.

SUMMARY: The maturity bronzing in bananas is a physiological disorder caused by a low take of Calcium by the plant in the dry season. The incidence of this disorder was reduced with the application of calcium nitrate, put it in a hole on pseudostem of harvested bananas plant that had suckers between 1.8 – 2 m. of height.

INTRODUCCION

En banano, la baja asimilación de calcio en época seca genera un desorden fisiológico en los frutos llamado “mancha de madurez”, (Daniells *et al.* 1992). La mancha de madurez, se da en las células epidérmicas de la cáscara de los frutos en la parte superior de los dedos, posición en la cual las células tienen mayor crecimiento y elongación, siendo mas susceptibles a la desintegración de las membranas por la ausencia o deficiencia de calcio en las paredes y la lámina media en éstos tejidos (Marschner 1986). Cuando la desintegración de las membranas se llevan a cabo, el fluido interno de las células queda en los espacios intercelulares de la epidermis y se oxida, dando la coloración rojiza característica (Williams *et al.* 1988, Daniells 1985). El desbalance cationico que se presenta en los suelos bananeros de Urabá y la presencia de una estación seca entre los meses de enero a marzo, ha llevado a que cada vez la toma de calcio por parte de la planta sea limitada, trayendo como consecuencia el incremento de la incidencia de la mancha de madurez. Con el ánimo de contrarrestar los efectos de la sequía sobre las plantaciones, los productores durante la época seca dejan en pie el pseudotallo de las plantas cosechadas a fin de que este aporte agua y nutrientes al hijo de sucesión. En este trabajo se corroboró la existencia de conducción vascular entre el pseudotallo de plantas recién cosechadas y el hijo de sucesión. Tal condición fue aprovechada para utilizar el pseudotallo para colocar una fuente de calcio que pueda ser utilizada por el hijo de sucesión durante la época seca, cuando la humedad del suelo es insuficiente para que la planta pueda tomar el nutriente por sus raíces.

MATERIALES Y METODOS

Para corroborar la existencia de conducción vascular desde el pseudotallo de plantas cosechadas hacia los hijos de sucesión se puso el herbicida sistémico glifosato dentro de hoyos barrenados en el pseudotallo de plantas cosechadas durante la última semana a una altura de 10 cm, notándose su efecto sobre los puyones. Como testigo, se tomaron puyones para ser inyectados directamente con el herbicida y así identificar los síntomas causados por el producto.

Para disminuir la incidencia de la mancha de madurez en los frutos de banano fue investigado el efecto del nitrato de calcio disuelto en agua (220 g/ 100 cm³), dentro de hoyos barrenados a una altura de 10 cm, en pseudotallos de plantas de banano recién cosechadas, cuyos puyones estuvieran próximos a la diferenciación floral (1.8 – 2 m). Se probaron las dosis de 0 kg/ha, 200 kg/ha, 400 kg/ha y 600 kg/ha, considerando una densidad de siembra de 1700 plantas por hectárea.

La investigación fue conducida en un lote de banano c.v. Gran enano con alta incidencia de mancha de madurez en tres fincas de la zona de Urabá, definiéndose un diseño de bloques completamente al azar (BCA) con tres repeticiones. El tamaño de muestra de cada tratamiento fue de 17 plantas, de las cuales se tomo información a 12 racimos. Los tratamientos se aplicaron en el mes de marzo de 2004 y los racimos fueron cosechados en septiembre del mismo año.

RESULTADOS Y DISCUSION.

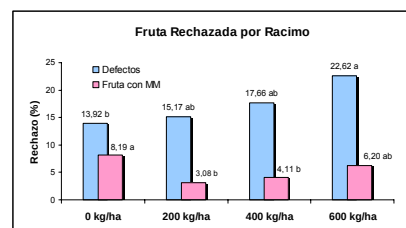
Después de dos semanas de realizada la aplicación de glifosato sobre pseudotallos de plantas recién cosechadas se encontraron síntomas del efecto del producto tanto sobre los hijos de sucesión como de los puyones tratados directamente, lo que confirma la existencia de conducción vascular entre los primeros y los segundos.

En la evaluación con el nitrato de calcio para contrarrestar la mancha de madurez, no se encontró diferencia entre tratamientos con respecto al peso del racimo, número de manos, número de dedos de la segunda mano y longitud del dedo central de dicha mano; por lo que se presume que esas variables son poco sensibles. Resultados similares son reportados por Campbell y Williams (1978) donde demuestran que la relación entre el calcio y los frutos de banano se da principalmente por la presencia de la mancha de madurez y no en el aumento de la producción. La tabla 1 muestra la incidencia de la mancha de madurez y la fruta perdida por este fenómeno fue menor en el tratamiento de 200 kg/ha con 0,72 kg del total de la fruta rechazada por racimo.

Tabla 1. Incidencia de la mancha de madurez (MM).

Tratamientos	Fruta perdida por MM (Kg)	No. manos con MM	No. dedos con MM
0 kg/ha	1,64 b	3,15 a	1,62 a
200 kg/ha	0,72 a	2,28 a	1,47 b
400 kg/ha	0,91 ab	2,12 a	1,37 b
600 kg/ha	1,35 ab	2,80 a	1,95 b
Promedio	1,15 ± 0,404	2,59 ± 1,070	1,60 ± 0,055
Pr>F	0,075	0,6439	0,0278

La variable de dedos con el síntoma de la mancha fue menor en los tratamientos con dosis de 200 y 400 kg/ha con respecto al testigo y la dosis mas alta (P= 0,0278). La respuesta de ésta variable y el calibre del dedo central de la segunda mano coincide con trabajos realizados por Campbell (1976) y Williams *et al.* (1988), los cuales demuestran que el diámetro de los dedos está directamente relacionado con la severidad de la mancha de madurez.



Grafica 1. Porcentaje de fruta rechazada por mancha de madurez (MM) (P= 0,04) y otros defectos (P=0,1657).

Expresando la fruta rechazada por mancha de madurez en porcentaje con respecto a la fruta cosechada, se muestra que el uso de nitrato de calcio en verano disminuyó la incidencia de mancha de madurez principalmente con la dosis de 200 kg/ha (P= 0,046) (Grafica 1).

CONCLUSIONES

Por lo menos durante la semana siguiente a la cosecha del racimo, existe conducción vascular entre el pseudotallo de la planta cosechada y los hijos de sucesión. Las aplicaciones de nitrato de calcio en dosis de 200 a 400 kg/ha en épocas de verano y bajo suministro de agua, contribuyen de manera significativa a la disminución de la mancha de madurez.

REFERENCIAS

- Campbell, S.J; Williams, W.T. 1978. Australian Journal of Experimental Agriculture and Animal Husbandry, 18: 603-608.
- Daniells, J.W. 1985. Queensland Agricultural Journal, 111: 239-240.
- Daniells, J.W; Lisle, A.T; O'Farrell, P.J. 1992. Australian Journal of Experimental Agriculture, 32: 121-125.
- Marschner, H. 1986. Mineral nutrition of higher plants. Academic Press Inc Ltda., London. 7- 73, 285-299 p.
- Williams, M.H; Vesk, M; Mullins, M.G. 1988. Can. J. Bot., 67: 2154-2160.

¹ I. Agrónoma. Investigadora asociada Cenibanano – AUGURA. E-mail: andreadiazismael@gmail.com

² Director Cenibanano. Carepa Km 4 vía Apartadó Colombia. E-mail: jmira@augura.com.co

³ Profesor Facultad de Agronomía Universidad Nacional de Colombia. Bogotá. E-mail: dgcayons@unal.edu.co

APPLICATION OF cDNA-AFLP TECHNIQUE TO IDENTIFY BANANA'S GENES ASSOCIATED WITH SENSITIVITY TO COLLETOTRICHUM MUSAE

APPLICATION DE LA TECHNIQUE cDNA-AFLP SUR BANANES AFIN D'IDENTIFIER LES GÈNES IMPLIQUÉS DANS LES DIFFÉRENCES DE SENSIBILITÉ DES BANANES À COLLETOTRICHUM MUSAE

Ludvine Lassois¹ & Haïssam Jijakli²

RESUME: *Colletotrichum musae* est un champignon responsable de maladies post-récolte sur bananes. Des variations de sensibilité des bananes à *C. musae* ont été observées. Elles sont d'ordre spatial et temporel et sont liées à une variation du potentiel de qualité du fruit. Une des approches pour comprendre les phénomènes et réactions impliqués dans la variation de sensibilité des bananes aux maladies de conservation en relation avec l'état physiologique de celles-ci à la récolte, consiste à identifier les gènes impliqués dans ces processus et à étudier leur expression. La cDNA-AFLP est une technique moléculaire permettant l'analyse de gènes différemment exprimés entre plusieurs populations de cellules. La mise au point de cette technique sur le modèle « banane » permettra de caractériser les mécanismes cellulaires et les déterminants génétiques qui sous-tendent les réactions de sensibilité des bananes aux maladies post-récolte causées par *C. musae*. Plusieurs techniques d'extraction d'ARN ont été comparées avant d'optimiser la cDNA-AFLP sur banane.

INTRODUCTION

Crown rot and anthracnose constitute two major post-harvest diseases of exported bananas. Anthracnose results from the single action of *C. musae* while crown rot is caused by a parasitic complex of which *C. musae* can belong. Both diseases develop during bananas storage and ripening and cause significant losses by severely affecting the fruits quality. Variations in the expression of the symptoms were observed for both diseases. Variations are seasonal and geographical and are linked with the development of the fruit quality potential in the field¹⁻².

The development of the diseases depends on two significant factors: inoculum pressure and the physiological response of the fruit to this pressure. The disease expression is dependent on several factors intervening at various stages of the banana production (from the banana plantation to the marketing). These factors influence indeed the physiology of the fruits and thus their answers to the fungi attacks. The biological answers of the fruit, and in particular its physiological evolution and its sensitivity to *C. musae* are controlled by the expression of certain genes. One of the approaches to understand mechanisms and reactions implicated in the variation of sensitivity in relation to the physiological state consists in identifying genes implicated in these processes and studying their expression. cDNA-AFLP is a molecular technique allowing analysis of the gene differentially expressed between several populations of cells³. The first step of the cDNA-AFLP is the selection of a total RNA extraction method. The ability to isolate good quality of total RNA and mRNA (free of protein, genomic DNA and secondary metabolite contamination) is crucial for cDNA construction and reverse transcription polymerase chain reaction. Unfortunately, conventional methods for RNA extraction from plants are not efficient for isolating high quality RNA from banana tissues. The major difficulties arise from certain organic compounds, predominantly polyphenols and polysaccharides, which interfere with the purification steps.

The aim of this study was to identify an efficiency RNA extraction method and to use the cDNA-AFLP strategy on banana model to a further characterization of the cellular mechanisms and the genetic determinants which underlie the reactions of sensitivity of bananas to the post-harvest

diseases caused by *C. musae*.

MATERIAL AND METHODS

Five RNA extraction methods were tested on pulp and peel of green bananas and 6 on peel and pulp of post-climacteric bananas. The RNA quantity was evaluated by the absorbance at 260nm and the quality by the A260/A280. The integrity of the RNA extract was evaluated by running on agarose gel.

RNA extracts were DNase treated for 30 min at 37°C and double-stranded cDNA was synthesized from total RNA according to the instructions for the Super-script Double-Stranded cDNA Synthesis Kit (Invitrogen, Carlsbad, CA). The double-stranded cDNA was digested with two restriction enzymes, ligated with the specific adaptators, and pre-amplified by a couple of primers. A specific amplification occurs after the pre-amplification. The primers were labelled with [³²P]. Amplification products were separated by electrophoresis on a vertical denaturing polyacrylamide gel. Gel was dried on Whatman paper before autoradiography.

RESULTS AND DISCUSSION

After comparison, it arises that the technique of Mbégué-A-Mbégué (personnal communication), with some modification to be adapted to our conditions of laboratory, is the best. It is reproducible and gives the best RNA extract yield and quality. Average yields were 70 µg/g of fresh green pulp of bananas, 48 µg/g of fresh green peel of bananas, 63 µg/g of fresh pulp of mature bananas and 44 µg/g of fresh peel of mature bananas on. These yields are lower than those obtained by Mbégué-A-Mbégué but are sufficient to carry out cDNA-AFLP. A₂₆₀/A₂₈₀ are always between 1,8 and 2,2.

CONCLUSION AND PERSPECTIVES

The cDNA-AFLP method has been established to be used on bananas. Thus differentially expressed gene can be analysed by this one and gene expression of banana sensitive and less sensitive could be compare by this procedure

REFERENCE.

1. CHILLET M, DE LAPEYRE DE BELLAIRE L, DOREL M, JOAS J, DUBOIS C, MARCHAL J AND PERRIER X. 2000. *Scientia Horticulturae* 86(1): 33-47.
2. CHILLET M ET DE LAPEYRE DE BELLAIRE L. 1996. *Fruits*, 51, 317-326.
3. BACHEM CW, VAN DER HOEVEN RS, DE BRUIJN SM, VREUGDENHIL D, ZABEAU M AND VISSER RG. 1996. *Plant journal*, 9:754-753.

ACKNOWLEDGMENTS

The authors wish to thank the CIRAD-FLHOR (Neufchâteau. Guadeloupe-France) for their technical contribution and particularly Didier Mbégué-A-Mbégué.

¹⁻² Gembloux Agricultural University, Plant Pathology Unit. Passage des Déportés 2, 5030 Gembloux, Belgium. Tel : +32-(0)81/622430. ¹ Professor Assistant and ² Unit Manager

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE FRUTOS DE TRÊS CULTIVARES DE BANANEIRA: PRATA ANÃ, CAIPIRA E THAP MAEO NO NORTE DE MINAS GERAIS

PHYSICAL-CHEMICAL CHARACTERIZATION OF FRUITS OF THREE BANANAS CULTIVARS: PRATA ANÃ, CAIPIRA AND THAP MAEO IN NORTH OF MINAS GERAIS

Valdeir Dias Gonçalves²; Marlon Cristian Toledo Pereira¹; Silvia Nietsche¹; Manoel Xavier Oliveira Júnior³; Roberto Célio Antunes Júnior³; Tiago Prates Fernandes³; Lidiane Franco³ & Carlos Ruggiero⁴

SUMMARY: Brazil is the third producer and the first consumer of banana worldwide. Its fruit show high nutritional value. The objective of present work was to evaluate the physical and chemical characteristics of fruits of three banana cultivars, Prata Anã, Thap Maeo and Caipira. The experiment was carried out in Post-Harvest Physiology Laboratory, Unimontes, Brazil. The experimental design was completely in blocks at random, with three treatments, ten fruits per parcel and four replications. The length, weight, diameter, thickness of the skin, total soluble solid, firmness and pH were evaluated. Statistical differences between the cultivars were observed for all characteristics evaluated. Cultivars Prata Anã showed superior mean for weight, length, diameter, thickness of the skin and total soluble solids, with 151,3g, 21,7 cm, 4,1 cm, 0,16cm, 12,6° Brix, respectively. In climatic conditions of north of Minas Gerais, the fruits of 'Prata Anã' and 'Thap Maeo' showed better physical and chemical characteristics.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor e o primeiro consumidor mundial de bananas, com um consumo médio de 24kg/hab/ano (2). Além da importância econômica, é uma fruta de elevado valor nutricional e uma excelente fonte energética, além das vitaminas A, B e C e sais minerais. Os atributos físicos, como matéria fresca e seca da polpa e casca, peso do fruto, diâmetro, resistência e espessura, além dos valores nutricionais como macro e micronutrientes são diretamente influenciados pela variedade. As bananas podem ter formatos bastante variáveis, desde retos até curvos como uma meia lua. O comprimento pode chegar até 45-50cm com diâmetro de 10cm e peso de até 2-3kg. A coloração da casca varia da cor da palha de milho seco passando pela verde-clara, amarela, vermelha e quase preta. A espessura da casca oscila de 2 a 10mm de acordo com a cultivar, condições climatológicas e de fertilidade da planta (3). A polpa também pode apresentar cores diferenciadas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar as características físico-químicas de frutos de três cultivares de bananeira na região Norte de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido com as cultivares Prata Anã (AAB), Caipira (AAA) e Thap Maeo (AAB) no Laboratório de Fisiologia Pós-Colheita de Frutos da UNIMONTES, em Janaúba, Minas Gerais, Brasil. Os cachos foram colhidos no ponto de pleno desenvolvimento das frutas, tendo sido selecionadas as segundas pencas de cada uma das três cultivares para a pesquisa das bananas, as quais foram convenientemente lavadas. O delineamento foi em blocos casualizados, com três tratamentos (as três cultivares), usando 10 frutos por parcela e quatro repetições. Os frutos foram avaliados no estágio de maturação 5. Foram avaliados

as características de comprimento do fruto, diâmetro, espessura da casca, peso do fruto maduro, sólidos solúveis totais, pH e firmeza dos frutos. Os valores obtidos para as características foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças significativas entre as três cultivares para todas as características avaliadas, em condições irrigadas no Norte de Minas (Tabela 1). A cultivar Prata Anã apresentou médias superiores para a maioria das características avaliadas, sendo que apenas a firmeza do fruto e o seu pH, das cultivares Thap Maeo e Caipira demonstraram superioridade. Os frutos da 'Prata Anã', alcançaram em média massa fresca de 151,3g, diferindo significativamente das cultivares 'Thap Maeo' e 'Caipira' que alcançaram médias de 118,4g e 87,1g, respectivamente. Comportamento similar foi observado para o comprimento dos frutos, com médias de 21,7 cm para frutos da cultivar Prata Anã e médias de 1,5cm e 15,4 cm para as cultivares Thap Maeo e Caipira, respectivamente. As características de diâmetro do fruto, massa da casca fresca, espessura da casca e firmeza do fruto, apresentaram o mesmo comportamento das características de peso e comprimento dos frutos. Os cultivares Prata Anã e Thap Maeo foram superiores a cultivar Caipira, para a maioria das características, com exceção do pH. A massa da casca da cultivar Caipira foi em torno de 50% mais leve, com média de 11,1 g, enquanto que a média desta mesma característica para as cultivares Prata Anã e Thap Maeo foi 24,3e 23,2g, respectivamente. Em relação à firmeza dos frutos no estágio 5 de amadurecimento, a cultivar Thap Maeo apresentou médias superiores, com 9,08N, seguido da Prata Anã e Caipira, com 7,9N e 6,1N, respectivamente. A importância da firmeza está diretamente relacionada com a qualidade dos frutos para comercialização *in natura*. Do ponto de vista econômico, frutos mais firmes apresentam maior resistência ao transporte, manuseio e ataque de microorganismos (1). Com relação ao teor de sólidos solúveis totais, as três cultivares diferiram entre si, apresentando respectivamente, 12,6 11,1 e 10,7°Brix, para as cultivares Prata Anã, Thap Maeo e Caipira. Quanto ao pH, a cultivar Thap Maeo diferiu significativamente dos demais apresentando índice 4,31, indicando ser mais ácida.

CONCLUSÕES

Nas condições em que o trabalho foi conduzido ressaltam as qualidades físico-químicas das cultivares Prata Anã e Thap Maeo em detrimento da Caipira.

Tabela 1. Massa do fruto (MF), comprimento (Com.), diâmetro (Dia.), massa da casca (MC), firmeza do fruto (Fir.) espessura da casca (E.C) teor de sólidos solúveis totais (SST) e pH de frutos de três cultivares de banana Prata Anã, Caipira e Thap Maeo. Janaúba, MG, 2006.

Trat. ²	MF (g)	Com (cm)	Diam. (cm)	M.C (g)	Fir. (N)	E.C (cm)	S.S.T (° Brix)	pH
1	151,3a	21,7a	4,1a	24,3a	7,9ab	0,16a	12,6a	4,5b
2	118,4b	17,5b	4,0a	23,2a	9,0a	0,15a	11,1b	4,3c
3	87,1c	15,4c	3,5b	11,0b	6,1b	0,1b	10,7c	5,1a

¹ Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, dentro da mesma característica não diferem entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

* Tratamentos: 1: Prata Anã; 2: Thap Maeo e 3: Caipira

REFERÊNCIAS

- AWAD, M. Fisiologia pós-colheita de frutos. São Paulo: Nobel, 1993. p. 93-101.
- MASCARENHAS, G. Análise do mercado brasileiro da banana; Preços agrícolas, dez. 1997, p.4-15.
- SILVA, S. DE A. In: II SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE FRUTEIRA, 2000. Viçosa, MG. Anais. Viçosa, MG: U.F.V. DFT, 2000. p.20.

¹ Professores Drs., UNIMONTES - Universidade Estadual de Montes Claros, Cx. Postal 91, CEP 39440-000 Janaúba, MG. E-mail: marlon.pereira@unimontes.br. Finep, Fapemig e CNPq.

² Estudante de Mestrado UNESP, Jaboticabal, SP.

³ Estudantes do Curso de Agronomia/UNIMONTES. Campus de Janaúba, C.P.91, 39440000, Janaúba, MG.

⁴ Professor da UNESP/Jaboticabal, SP.

DESENVOLVIMENTO DE CULTIVARES DO SUB GRUPO CAVENDISH, EM FUNÇÃO DAS CONDIÇÕES DE LUMINOSIDADE

DEVELOPMENT OF CAVENDISH SUBGROUP CULTIVARS IN FUNCTION OF LUMINOSITY CONDITIONS

André Luís de Andrade¹; Humberto Carvalho de Marcílio²; Ednaldo
Antônio de Andrade³; Ciro Cerzerino dos Santos² & Zulema Netto
Figueiredo³

SUMMARY: The aim of the present work was to evaluate three Cavendish subgroup cultivars (*Musa sp.* AAA), under two conditions of luminosity in Cáceres city, Mato Grosso State, Brazil. The result showed that the vegetative cycle and height of shadowed Nanicao cultivar has increased. Under shadowing, the number of green leaves at flowering time increased in Grand Naine cultivar.

INTRODUÇÃO

Sistemas de produção de banana foram desenvolvidos para diferentes locais, tais como agropolo Jaguaribe/Apodi, pólo Petrolina/Juazeiro, para o Estado de Rondônia e região do projeto Formoso, para o ecossistema dos tabuleiros costeiros, para o Estado do Amazonas e Pará. Em todos estes sistemas de produção, os autores citam o uso de diferentes cultivares como técnica de importância e de efeito positivo no convívio com doenças e melhoria da produção em quantidade e qualidade. Entretanto, a associação desta técnica à técnica de sombreamento dos cultivos, não é relatado. Sistemas de produção visando reduzir a luminosidade sobre os cultivos, tem se mostrado possíveis como prática de convivência com sigatoka negra. Segundo DAUB e EHRENSHAFT (2000), com a redução da luminosidade há menor atividade da cercosporina, toxina não específica envolvida na patogênese, pois depende de fotossensibilização para atuar. Sendo assim, o presente trabalho tem por objetivo parcial, avaliar o desenvolvimento de três cultivares de banana do subgrupo Cavendish (*Musa sp.* AAA) em condições sombreadas e a pleno sol, em região de ocorrência de sigatoka negra.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no período de junho de 2005 a março de 2006, no Centro de Pesquisa e Difusão de Tecnologia da EMPAER – MT, localizado no Município de Cáceres, Mato Grosso, região de ocorrência de sigatoka negra. Foram avaliados a altura, dias para o florescimento e número de folhas vivas no florescimento dos genótipos Nanicao, Grande Naine e Nanicao IAC 2001 cultivados em condições de pleno-sol ou sombreadas. Utilizou-se mudas micropropagadas, no espaçamento em fileiras duplas de 3,0 x 2,5 x 2,5 m, sob irrigação. As plantas foram conduzidas em uma única família e o controle de plantas daninhas foi realizado através de capina química. Os tratamentos culturais e adubação foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura. Nas plantas sombreadas, o sombreamento foi produzido através de estrutura de madeira coberta com tela do tipo sombrite 50%. O experimento foi conduzido em um esquema fatorial 3x2, sendo o primeiro fator composto por três cultivares de banana e o segundo fator composto por plantas cultivadas em ambiente sombreado ou a pleno sol. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com 6 tratamentos e 4 repetições, sendo cada parcela constituída por oito plantas úteis. Os dados foram submetidos a análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott - Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise dos resultados demonstrou interação significativa entre os ambientes de cultivo (sombreado e pleno sol) e as cultivares para altura, dias para o florescimento e número de folhas vivas no florescimento. A tabela 1 demonstra que o sombreamento

promoveu aumento da altura da cultivar Nanicao, sendo que o mesmo não ocorreu para as outras duas cultivares.

Tabela 1. Média da altura, em centímetros, das diferentes cultivares a pleno sol e sob sombreamento.

	Pleno sol	Sombreado
Nanicao	244,42 bB	275,26 aA
IAC 2001	268,92 aA	268,34 aA
Grande Naine	269,43 aA	276,86 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Observa-se na tabela 2, que a pleno sol a cultivar Nanicao apresentou maior precocidade de florescimento. Entretanto, o sombreamento promoveu aumento do ciclo vegetativo desta cultivar sendo que o mesmo não ocorreu para as demais.

Tabela 2. Média dos dias para florescimento das diferentes cultivares a pleno sol e sob sombreamento.

	Pleno sol	Sombreado
Nanicao	219,19 bB	232,20 aA
IAC 2001	237,22 aA	239,53 aA
Grande Naine	244,37 aA	232,14 aA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

O sombreamento das plantas da cultivar Grande Naine promoveu o aumento do número de folhas vivas no florescimento (tabela 3), o que é de grande importância para o desenvolvimento do cacho, sugerindo que, sob estas condições, a severidade da sigatoka negra tenha sido menor e, por consequência, causado menor senescência precoce das folhas.

Tabela 3. Média do número de folhas vivas no florescimento, das diferentes cultivares a pleno sol e sob sombreamento.

	Pleno sol	Sombreado
Nanicao	10,38 bA	10,39 bA
IAC 2001	14,46 aB	12,90 aA
Grande Naine	9,06 cB	10,07 bA

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e mesma letra maiúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P < 0,05$).

Estes resultados condizem com os resultados obtidos por GASPAROTTO et al (2003), que citam que a cultivar Prata anã, suscetível tanto a sigatoka negra como a sigatoka amarela, quando estabelecida em clareiras de área de capoeira, cuja luminosidade solar foi reduzida na faixa de 17 a 45%, apresentou redução significativa na severidade de sigatoka negra, porém com aumento no ciclo da cultura.

CONCLUSÕES

As condições de luminosidade influenciaram no desenvolvimento e no número de folhas vivas das cultivares estudadas, entretanto a viabilidade da utilização desta técnica em cultivos comerciais precisa ser melhor estudada.

BIBLIOGRAFIA

1. DAUB, M.E.; EHRENSHAFT, M. The photoactivated Cercospora toxin cercosporin; contributions to plant disease and fundamental biology. Annual Review Phytopathology, v.38, p.461-490, 2000.
2. GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J.C.R.; PEREIRA, M.C.N. Sigatoka-negra: situação atual e avanços obtidos. In: V SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA e I WORKSHOP DO GENOMA MUSA, 1., 2003, Paracatu, MG, Anais...Cruz das Almas: (Editado por) MATOS, A.P. e MEISSNER FILHO, P.E., Gráfica e Editora Nova Civilização, 2003. p.28-34.

¹ Centro de Ensino Superior de Rondonópolis-MT (CESUR/FACSUL). Professor. Avenida Ary Coelho, 829, Vila Salmén, Rondonópolis-MT, CEP: 78.700-000, Tel: (66)3411-7657

² Empresa Matogrossense de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMPAER-MT)- Pesquisador

³ Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT) - Professor

EFFECTO DE LA APLICACIÓN DEL REGULADOR DE CRECIMIENTO BIOZYME TF^R EN BANANO

APPLICATION EFFECT OF PLANT GROWHT REGULATOR BIOZYME TF^R IN BANANA

Eduardo Dávila¹; Felipe Chang²; Segundo Weissón²; Héctor Quintero²
& Yaneth Pérez³

SUMMARY: It was carried out a trial to evaluate pseudo-stem injection of a plant growth regulator (BIOZYME TF^R). The effect was measured to sons and grandsons. Authors concludes that application of 2 cc/plant of BIOZYME^R in 150 cc of water solution, injected on recently harvested plants, produces the best effect in production components.

INTRODUCCIÓN

Se ha tenido experiencias en el uso de reguladores de crecimiento en banano pero, en muchos casos, no se ha valorado el efecto de la heterogeneidad de la plantación como tampoco el efecto que esta aplicación trae sobre hijos y nietos. En estudios realizados, amén de seleccionar las variables de interés, se ha descuidado la distribución que siguen algunas variables y en el caso de banano se trabajan con datos de conteos y proporciones, medidos en el tiempo, que deben tratarse bajo el método de Ecuaciones de Estimación Generalizada, al no cumplir con requisitos básicos de normalidad, aditividad, independencia y homocedasticidad. El objetivo central ha sido evaluar el efecto de la aplicación del regulador de crecimiento trihormonal (de extracción vegetal) BIOZYME TF^R en los componentes de producción. Se aplicaron métodos estadísticos avanzados asociados a procesos inferenciales más robustos comparados con los modelos clásicos de análisis de varianza.

MATERIALES Y MÉTODOS

El Trabajo de campo se realizó en la hacienda Dolores, provincia de los Ríos, Ecuador (79°46'47"W y 1°41'30" S). El ensayo se montó sobre un diseño completamente aleatorizado, desbalanceado (n= 121), donde se evaluaron cuatro tratamientos: ácido fosforoso al 60% 2,5 cc/planta (T1), BIOZYME TF^R 2 cc/planta (T2), BIOZYME TF^R 2 cc/planta + K-FOL^R 4 g/planta (T3), K-FOL^R 4 g/planta (T4); las aplicaciones se hicieron al seudotallo de plantas cosechadas y a una altura de un metro, en una solución de 150 cc de agua por planta. Las variables respuesta medidas correspondieron a calibre de dedos mm (CALIBRE) y longitud de dedos cm (DEDOS), peso del racimo kg (PESO), altura del hijo cm (AHIJO), altura del nieto cm (ANIETO), fuste del hijo cm (FHIJO), semanas de inyección a parición (SIP) número de manos por racimo (MANOS) y número de nietos por planta (NIETOS). Se hicieron mediciones en el momento de la aplicación y a la cosecha del hijo. El análisis realizado fue bajo Ecuaciones de Estimación Generalizada, para datos con valor esperado y varianza siguiendo: distribución normal con función de enlace identidad (CALIBRE, DEDOS, AHIJO, ANIETO, FHIJO), distribución normal con función de enlace inversa (PESO), distribución normal con función de enlace logarítmico (SIP), distribución poisson y enlace logarítmico sin detección de sobredispersión (MANOS), distribución poisson inflacionada con ceros y enlace logarítmico (NIETOS); el procesamiento de los datos se hizo en el programa estadístico R de distribución libre.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De las variables medidas en el ensayo las correspondientes a calibre de dedos (CALIBRE) y longitud de dedos (DEDOS) no tuvieron efecto significativo de los tratamientos. En cuanto a la variable PESO, hubo efecto significativo

(p=0,05), siendo los tratamientos BIOZYME TF^R (T2) y BIOZYME TF^R + K-FOL (T3) los que presentaron mayor peso con un promedio de 35,01 y 35,44 kg/racimo. Con relación a altura de Hijo (p=<0,0001), el tratamiento BIOZYME TF^R dio la mayor medición con un promedio de 313,76 cms. En cuanto a altura del nieto y fuste de hijo, el tratamiento BIOZYME TF^R + K-FOL (T3) fue el mejor con ANIETO de 50,26 cm y FHIJO 52,55 cm promedio (p=<0,0001). Con relación al número de manos, éste fue mayor para el tratamiento BIOZYME TF^R con un total promedio de 9,32 manos por racimo (p=0,07). Finalmente el menor tiempo de inyección a cosecha se logró en el tratamiento BIOZYME TF^R + K-FOL con 16,5 semanas. El resumen de los promedios hallados por variables, en sus escalas originales, se presenta para medidas asociadas a calidad de racimo (tabla 1) y para evolución de plantación (tabla 2).

Tabla 1. Efecto de tratamientos sobre variables asociadas a calidad de racimo.

Tratamiento	CALIBRE (ns)	PESO (*)	DEDOS (ns)	MANOS (*)
A. Fosforoso (T1)	44,60	34,68	26,66	9,04
BIOZYME TF (T2)	44,75	35,01	26,75	9,32
T2 + K-FOL (T3)	44,62	35,44	26,62	9,23
K-FOL (T3)	44,61	32,69	26,73	8,88

ns= no significativo, *=significativo.

Tabla 2. Efecto de tratamientos sobre variables asociadas a evolución de plantación

Tratamiento	AHIJO (**)	ANIETO (**)	NIETOS (*)	FHIJO (**)	SIP (**)
A. Fosforoso (T1)	273,12	20,07	0,98	46,40	19,4
BIOZYME TF (T2)	313,76	31,87	0,96	52,02	19,4
T2 + K-FOL (T3)	282,46	50,26	1,17	52,55	16,5
K-FOL (T3)	248,71	39,21	1,28	44,80	17,1

*= significativo, **= altamente significativo.

CONCLUSIÓN

El tratamiento más constante y de mejores resultados en los componentes productivos fue el T2 correspondiente a la aplicación en inyección de 2 cc del regulador de crecimiento BIOZYME TF^R en una solución de 150 cc de agua, sobre el seudotallo de plantas madres recién cosechadas. Los tratamientos T2 y T3, que incluyen el regulador de crecimiento, fueron los que mejor respuesta dieron con relación a los componentes de producción número de (MANOS) y peso de racimo (PESO). Finalmente, es importante concluir que la variable que más afectó el peso de racimo fue el incremento en el número de manos, lo cual asociado a no diferencia en calibre, indicó que los tratamientos T2 y T3, asociados al uso del regulador de crecimiento Biozyme TF^R, incrementaron significativamente el número de manos sin perder calibre de dedos, entregando mayor cantidad de fruta sin detrimento de calidad.

REFERENCIAS

- Lambert, D. (1992). Zero-inflated Poisson regression, with an application to defects in manufacturing. *Technometrics* 34, 1–14.
- Liang, K. And Zeger, S. (1986). Longitudinal data analysis using generalized linear models. *Biometrika*, 73, 13-22.
- McCullagh, P and Nelder, J. (1989). *Generalized Linear Models*. 2 ed. London: Chapman and Hall/CRC Press.

¹M.Sc. Grupo Bioquímico Mexicano GBM. edavila@gbm.com

²AGRITOP S.A. Ecuador sweisson@aifasa.com.

³M.Sc. UPTC-UNAL ycperezf@unal.edu.co

PHYSIOLOGY OF A BANANA PLANT'S INTERDEPENDENCE BETWEEN MOTHER AND DAUGHTER.

FISIOLOGIA DA INTERDEPENDÊNCIA ENTRE MÃE E FILHA EM BANANEIRAS.

Rajamannan, A.H.J.¹. & Hugo Cubero Rojas

RESUMEN. Se sabe que la planta de banana que tiene menos de 4-5 hojas a la cosecha producirá un racimo que tiene frutas que madurarán en tránsito. Esto está relacionado a las toxinas producidas por la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella figiensis*) en las hojas infectadas, afectando las frutas que la planta lleva.

Estos resultados de este estudio demostrarán que una planta de banana puede hacer brotar una flor, se le puede sacar las hojas durante el brote, y aún así puede producir un racimo de buena calidad que se puede cosechar, en menos de tres meses.

INTRODUCTION

It has been known (Stover, R.H. 1999.) that a pseudo stem of the mother, after the fruit is harvested, can supply 40 to 45 % of the Suckers nutrition.

But it has not been reported that a Daughter (sucker) can supply any of the Mother plants nutritional requirements to produce a marketable bunch. Experiments were conducted in Costa Rica to test the hypothesis:

1. If a banana plant can produce a normal bunch of 7 hands

without any leaves on the pseudo stem.

2. If a sucker will be able to supply enough nutrition from

Her pseudo stem and leaves to allow the mother's bunch to grow and grade.

MATERIALS AND METHODS

Experiments were conducted in Costa Rica in the year 2004 by randomly selecting 25 plants in a 2 Ha banana farm of Gran Nain variety, to test the above Hypothesis. Banana plants with at least 1.5 meter high suckers was the criteria used in selection of these Plants on trial. At the time of shooting all leaves were removed from the pseudo stem. All the bunches were left with only 7 hands. The bunch was immediately bagged with a blue Plastic Bag to prevent any sunburn on the fruits.

Normal Sigatoka sprays were done to the Suckers' leaves during the 3 months from deleafing of the Mother using a mist blower. At 3 months the fruits were harvested and checked for sunburn, grade and weight.

RESULTS AND DISCUSSION.

Results obtained was very encouraging that a banana plant at flowering can be completely de-leafed, and the Daughter can supply all the nutritional requirements of the mother plant except what was in the Pseudo stem of the mother at the time of deleafing, to enable the mother to carry the fruit bunch to term of 3 months and produce marketable fruits.

The daughters had at least 9 to 10 functional leaves with Y.L.S. at the 7th leaf. The exciting data that was observed was that the young plant had its own resistance to Sigatoka because of her youth and fared remarkably well on Disease management on her own. This fact that there was less disease in the suckers leaves leads us to believe that the fruit borne by the mother will be less influenced by any small amount of toxins produced in the leaves of the sucker.

The Bunches were of normal weight as though they had their own leaves of 9 or 10 leaves at harvest. Grade was exceptionally good.

The amazing thing we saw was that the sucker continued to emit leaves at normal rates and also grew in height, showing that The Photosynthesis her leaves were making was not

only sufficient for filling the fruits but also to allow her to grow as well.

CONCLUSIONS

This experiment is the beginning of the learning process, of using the ANTI SIGATOKA vigor of the sucker, to produce a fully marketable fruit bunch on the same time as conventional times of 3 months or less. The Experiment should be extended to leave 1 or 2 leaves at shooting with very low latent infection and allow the sucker to pull the load of producing a marketable bunch. The bunches produced were not tested for ripening and turning and this needs to be studied.

The fact is we have learnt that a banana's daughter can fill in the role of sustenance and reverse the normal role of the mother's Pseudo stem sustaining the daughter.

BIBLIOGRAPHY

1. Stover, R.H. 1999. Personal communication.

¹ Agro-K Corporation, Mpls, MN. U.S.A.
e-mail: rajamannan@aol.com

PRODUÇÃO DE ETILENO EM FRUTOS DE BANANASUBMETIDOS A INJÚRIAS MECÂNICAS

ETHYLENE PRODUCTION TO MECHANICAL INJURIES IN BANANA FRUITS

Ricardo Alfredo Kluge¹; Juan Saavedra del Aguila²; Lília Sichmann Heiffig²; Maria das Graças Ongarelli³ & Angelo Pedro Jacomino⁴

SUMMARY: Ethylene production to mechanical injuries in banana fruits were analyzed. Fruits were submitted to the following treatments: non-injured fruit, free fall, cuts, scratches and compression. Fruits were stored for 20 days at 20°C (±5°C) and 60% (±5%) RH. The highest ethylene production were observed in the compression treatment.

INTRODUÇÃO

A banana (*Musa spp.*) é a fruta mais cultivada e consumida no Brasil e uma das fruteiras mais importantes do mundo, sendo base da economia de alguns países (Gonçalves et al., 1994). A banana é um fruto climatérico que apresenta alta taxa respiratória e alta produção de etileno após a colheita, o que a torna altamente perecível (Pinheiro et al., 2005). Basicamente, o manuseio, a vibração, o impacto e a compressão poderão causar ferimentos e/ou amassamentos superficiais que levarão à deterioração do vegetal ou facilitarão o desenvolvimento de doenças (Cortez et al., 2002). O etileno produzido pelo estresse pode aumentar a permeabilidade das membranas celulares e talvez reduzir a biossíntese de fosfolípidios, o que prejudica o processo dinâmico de integridade de membranas e estrutura celular. Isto pode contribuir para a produção de aldeídos voláteis de cadeias longas, responsáveis pela "respiração estresse", e determinar a rápida utilização de substratos de reserva (Watada et al., 1990). No presente experimento foram avaliadas diferentes injúrias mecânicas e sua influência na produção de etileno de banana, armazenada sob condições de ambiente.

MATERIAIS E MÉTODOS

Procedeu-se a colheita de cachos de banana (34±2mm) cv. 'Nanicão', provenientes de bananais da na região de Piracicaba-SP, Brasil, sendo que estes foram imediata e cuidadosamente transportados até o Laboratório de Fisiologia e Bioquímica Pós-colheita do Departamento de Ciências Biológicas da ESALQ - USP, onde foram selecionados quanto à firmeza, ausência de danos mecânicos e infecções visíveis. Posteriormente, selecionou-se apenas a segunda, a terceira e a quarta penca, das quais os frutos foram despençados e individualizados. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 6 repetições para cada tratamento. Os tratamentos aplicados foram: T1 = sem injúria mecânica (controle); T2 = queda livre de altura equivalente a 60 cm, sendo que cada fruto sofreu três impactos na região mediana, no mesmo local; T3 = 3 cortes de 70 mm de comprimento por 2 mm de profundidade na região mediana, no sentido longitudinal dos frutos; T4 = raspagem em 3 quinas centrais, com um comprimento de 50 mm. por uma largura de 2 mm., também no sentido longitudinal destes; T5 = compressão na região central, com força equivalente de 42,4 Newton (N) por 15 minutos. Para a avaliar a produção de etileno, os frutos de banana (aproximadamente 150 g) foram dispostos em frascos de vidro herméticos (1693,5 mL) e armazenados em temperatura ambiente de aproximadamente 20°C (±5°C) e 60% (±5%) UR. As

amostras de gases foram injetadas em um Cromatógrafo a Gás. As leituras foram realizadas todos os dias durante 20 dias. Os resultados foram expressos em mL C₂H₄ kg⁻¹ h⁻¹. Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produção de etileno não apresentou diferenças estatísticas até o décimo terceiro dia de avaliação, quando se verificou a ocorrência do pico de etileno dos tratamentos por corte e raspagem, com valores de 49,54 e 45,29 mL C₂H₄ kg⁻¹ h⁻¹, respectivamente. O mesmo ocorrendo para o tratamento por impacto no décimo quarto dia, com uma produção de etileno de 42,10 mL C₂H₄ kg⁻¹ h⁻¹. Para os tratamentos controle e por compressão, com valores de 24,73 e 50,16 mL C₂H₄ kg⁻¹ h⁻¹, respectivamente, os picos de produção de etileno ocorreram ao décimo quinto dia de avaliação. O pico observado para o tratamento por compressão foi o maior valor para produção de etileno obtido no experimento (Figura 1).

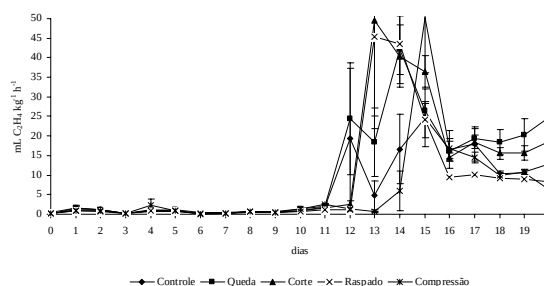


Figura 1. Produção de etileno (mL C₂H₄ kg⁻¹ h⁻¹) dos frutos de banana armazenados a 20°C (±5°C) e 60% (±5%) UR, submetidos a diferentes injúrias mecânicas. Barras verticais representam erro padrão da média.

CONCLUSÕES

O tipo de injúria pode antecipar em um (por impacto) ou dois (por corte e por raspagem) dias o pico de produção de etileno, que ocorre ao 15º dia pós-colheita.

BIBLIOGRAFIA

1. CORTEZ, L.A.B.; HONÓRIO, S.L.; MORETTI, C.L. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2002. 428p.
2. GONÇALVES, J.S.; PEREZ, L.H.; SOUZA, S.A.M. Agricultura em São Paulo, v.41, n.3, p. 161-188, 1994.
3. PINHEIRO, A.C.M.; VILAS BOAS, E.V.B.; MESQUITA, C.T. Revista Brasileira de Fruticultura, v.27, n.1, p.25-28, 2005.
4. WATADA, A.E.; ABE, K.; YAMUCHI, N. Food Technology, n.50, p.116-122, mai./1990.

¹Prof. Doutor, Depto. de Ciências Biológicas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ/Universidade de São Paulo (USP), Av. Pádua Dias nº11 – Cx Postal 9 – Piracicaba –SP, 13418-900. Tel. (19) 34294136 r 212. Brasil.

²Doutorando do Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Depto. de Produção Vegetal, ESALQ/USP.

³Técnica de Nível Superior, Depto. de Ciências Biológicas, ESALQ/USP.

⁴Prof. Doutor, Depto. de Produção Vegetal, ESALQ/USP.

THE ROLE OF GUTTATION IN CLEANING THE BANANA LEAF XYLEM VESSELS FROM BORON EXCESS.

O PAPEL DA GUTAÇÃO NA ELIMINAÇÃO DO EXCESSO DE BORO DO XILEMA FOLIAR EM BANANEIRAS

Shapira O¹; Shani U²; Israeli Y³; Schwartz A¹.

SUMMARY. Banana plants that grows under Mediterranean conditions in Israel guttate heavily during the summer warm nights and mornings. We analyzed the fluid from banana leaves and found high concentration of boron along with other minerals. Since no sign of boron damage was observed on the plants, we hypothesize that daily guttation "cleans" the lamina from excess minerals and toxic ions. An experiment was designed to study the interaction between osmotic and boron stresses. The results suggest that guttation has an important role in keeping low boron concentration in the lamina and that impairing guttation by osmotic stress leads to higher concentrations of boron in the leaves.

INTRODUCTION

Guttation, the phenomenon of exuding xylem sap mainly during the night, through hydathodes located along the leaf margins has long been known (Ivanoff 1968). Unlike leaves of other species, that guttate mainly under conditions of high humidity, banana, when adequately watered, will guttate heavily during the night regardless of relative humidity. We collected and analyzed the guttation fluid from banana leaves and surprisingly found high concentration of boron (up to 4 ppm). The water used for irrigation in the area contains 0.05 ppm boron and no visual symptoms of boron toxicity were observed. In a previous study we found that under saline conditions accumulation of Na⁺ in the leaf mesophyll is prevented by confining the toxic ion in the lamina veins and finally dumping it in the margins (Shapira et al. 2006). A similar mechanism may exist in the case of boron. Our working hypothesis was as follows: Boron that arrives to the leaves with the xylem sap remains mostly confined in the vascular bundles. Its concentration in the xylem sap increases during the day as water is lost by transpiration. When transpiration slows down in the evening and guttation starts (resulting from the build up of "root pressure"), the concentrated xylem sap flows out of the leaf through the hydathodes. Impairing guttation by reducing the pressure may increase the concentration of boron in the lamina to toxic levels.

MATERIALS AND METHODS

Grand Nain (AAA) tissue cultured banana plantlets were grown in 25 litre pots in an organic potting mixture. A full factorial experiment was established with 3 salinity levels: 2 (control), 20 and 42 mM KCl and 2 levels of boron: 0.05 (control) and 12 ppm. Each treatment had 4 replications in randomized blocks. Plants were watered twice a day until the solution drained freely from the base of the pot (4 to 6 litres per plant). Vegetative measurements (plant height and leaf area) were monitored weekly. Xylem sap that was exuded by guttation from the plant was collected by inserting the entire shoot of an intact plant into a plastic bag and turning the potted plant horizontally for the night. The guttated xylem sap was collected at the next morning.

Guttation fluid was also collected from single leaves by using a pipette in 0.5 ml aliquots. Collection started about 40 minutes before darkness as the first drop of guttation appeared and lasted for 5 hours (from 17 to 10 pm). For the rest of the night the leaf was covered with a plastic bag and its guttation was collected in the next morning. All the guttation samples were analyzed for their mineral content by ICP. At the end of the experiment each plant was separated to roots, corm, pseudostem, petioles, and laminae. The

lamina was further divided to a 5 cm wide marginal strip and remaining central lamina. Fresh weight was recorded and plant parts were washed and oven dried to obtain dry weight. All plant parts were digested with Nitric acid and analyzed by ICP for their mineral content.

RESULTS AND DISCUSSION

Average whole plant guttation was 432 ml m⁻² 12h⁻¹ of lamina in the control treatment and was decreased to 42% and 17% of the control when the nutrient solution contained 20 and 42 mM KCl respectively. 12 ppm boron reduced guttation to 80% of the control. The interaction between KCl and boron further decreased guttation but to a smaller extent. Boron concentrations in whole plant guttation fluid were 0.5, 13, 0.7, 23, 2.7 and 49 ppm in the control treatment, 12 ppm B, 20 mM KCl, 12 ppm B with 20 mM KCl, 42 mM KCl and 12 ppm B with 42 mM KCl respectively. Osmotic stress decreased the rate of guttation and also the amount of boron that was discarded from the plant daily. A time course change in the boron concentration in the guttation of a single leaf sap was noted. The initial evening high concentration of 195 and 350 ppm in the 12 ppm B and 12 ppm B with 20 mM KCl treatments was decreased gradually during the night, reaching 58 and 138 ppm respectively in the next morning. The importance of guttation in "cleaning" the leaf from toxic ions was thus demonstrated. When guttation was reduced by an osmotic stress the concentration of B in the leaf margins was increased and symptoms of B toxicity appeared (820, 1194 and 1716 ppm in dry matter for 12 ppm B, 12 ppm B with 20 mM KCl and 12 ppm B with 42 mM KCl respectively). Boron concentration in the central part of the lamina remained almost unchanged.

CONCLUSION

Our results show that in banana guttation plays an important role in keeping low levels of boron in the lamina thus preventing damage to the photosynthetic tissue. It is plausible that the same mechanism is functioning for other toxic molecules, mineral as well as organic.

REFERENCES

1. Ivanoff SS (1963) Guttation Injuries of Plants. Botanical Review 29: 202-22
2. Shapira O., Shani U, Israeli Y., Schwartz A. (2006) The Mechanism of Salt Compartmentation in the Lamina of Banana Leaves. (manuscript in preparation)

¹ The Robert H. Smith Institute for Plant Sciences & Genetics in Agriculture, Faculty of Agriculture, The Hebrew University of Jerusalem Rehovot ISRAEL

² The Department of Soil and Water Sciences, Faculty of Agriculture, The Hebrew University of Jerusalem Rehovot ISRAEL

³ Regional Center for Agricultural Research, Zemach 15132 ISRAEL

NÚMERO MÍNIMO DE HOJAS FUNCIONALES A FLORACIÓN Y COSECHA EN BANANO (*Musa* AAA Simmonds) EN URABÁ, COLOMBIA

MINIMUM NUMBER OF FUNCTIONAL LEAVES AT FLOWERING AND HARVEST IN BANANA (*Musa* AAA SIMMONDS) IN URABÁ, COLOMBIA

Carolina Rodríguez González¹; Daniel Gerardo Cayón Salinas² &
John Jairo Mira Castillo³

SUMMARY: The experiment to determine the minimum number of functional leaves necessary to fill up the bunch on banana was carried out. There were four treatments (six, eight, 10 and 12 leaves at flowering). The production components on bunch were evaluated at harvest and the fruit carbohydrates concentration during ripening period. The bunch weight was not affected by the reduction of leaves at flowering. The starch and sugars were not affected by the treatments during ripening period.

INTRODUCCIÓN

La productividad en banano esta determinada por la relación fuente-demanda del sistema de la planta. El sistema foliar es la fuente primaria y varía considerablemente de tamaño y funcionalidad⁶. Durante la fase vegetativa la planta presenta una capacidad de emisión constante de hojas. Durante la fase reproductiva se culmina la producción de hojas, por tal razón el desarrollo y llenado de los frutos depende de la actividad de las hojas funcionales presentes desde la aparición de la inflorescencia (Belalcázar *et al.*, 1995). El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto del número de hojas a floración y cosecha sobre los componentes de producción en banano y la concentración de carbohidratos en los frutos durante su maduración.

MATERIALES Y MÉTODOS

El proyecto se desarrolló en la zona bananera de Urabá y fue establecido durante los meses de enero a abril del año 2005 en tres fincas ubicadas en zonas de baja (Finca Paraíso), media (Finca Arizona) y alta precipitación (Finca Porvenir). Se utilizaron plantas de banano *Musa* AAA, subgrupo Cavendish, cultivar Gran enano. Los cuatro tratamientos fueron seis, ocho, 10 y 12 hojas presentes al inicio de floración, dispuestos en un diseño completamente al azar (DCA), con 15 repeticiones. Antes de la defoliación, el promedio de hojas por planta fue de 13 hojas. Los racimos se cosecharon 90 días después de floración y se registró el número de hojas por planta (NHC), el peso del racimo (Pr), peso del vástago (Pv), número de manos (Nm), longitud del dedo central de la segunda mano (Lon), calibración del dedo central de la segunda mano (Cal) y el ratio (R). Por tratamiento, se tomaron ocho clusters, que se empacaron en cajas de cartón para exportación. Las cajas se almacenaron en condiciones controladas. Para los registros en la cosecha se tomaron cinco frutos por tratamiento; a los ocho y 15 días después, se determinaron las concentraciones de almidón (hidrólisis enzimática) y azúcares totales (método de antrona).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En las tres fincas evaluadas, los componentes de producción no fueron afectados por los tratamientos (Tabla 1). El número de manos, dedos y la longitud son factores establecidos genéticamente por la planta durante la fase de diferenciación floral (Belalcázar *et al.*, 1991) y son variables que definen el peso del racimo. La relación entre la fuente (hojas) y el vertedero (frutos) está determinada por la posición, la edad de la hoja y la tasa de fijación de carbono (Eckstein y Robinson, 1995). La planta puede llenar los frutos con una cantidad limitada de hojas durante la etapa de floración a cosecha, debido a que se presenta una mayor penetración de luz y difusión de CO₂ por la circulación del aire y por la compensación fotosintética producida por las hojas jóvenes presentes (Belalcázar *et al.*, 1991; Robinson *et al.*, 1992). Las hojas más viejas que conforman el tercio inferior de la planta, se encuentran más sombreadas y presentan una menor eficiencia fotosintética (Cayón, 1995 *et al.*,

1995; Eckstein y Robinson, 1995; Robinson *et al.*, 1992), limitando el potencial de producción por mantener una respiración constante durante todo el proceso de desarrollo de la hoja (Cayón, 2001) y, además porque son fuentes de inóculo de enfermedades (Calvo y Bolaños, 2001).

Tabla 1. Efecto de la remoción de hojas en floración sobre la producción del clon de banano Gran enano.

Tratamientos	Peso racimo (kg)	Manos	Longitud dedo	Calibre (cm)	Ratio
Paraíso					
12 hojas	38,1	8	26,5	3,7	1,32
10 hojas	36,3	8	26,6	3,6	1,42
8 hojas	37,3	8	26,2	3,7	1,42
6 hojas	36,9	8	26,8	3,7	1,38
C.V. (%)	13,9	13,8	4,5	3,3	22,6
F (Trat.)	ns	ns	ns	ns	ns
Arizona					
12 hojas	28,5	6	24,2	3,6	0,93
10 hojas	28,2	6	24,0	3,6	0,96
8 hojas	25,9	6	23,5	3,6	0,93
6 hojas	26,5	6	23,0	3,5	0,92
C.V. (%)	21,9	16,1	4,9	4,4	23,4
F (Trat.)	ns	ns	ns	ns	ns
Porvenir					
12 hojas	29,2	7	24,5	3,5	0,89
10 hojas	28,3	7	24,0	3,5	0,89
8 hojas	28,3	7	23,5	3,5	0,85
6 hojas	28,9	7	23,3	3,5	0,84
C.V. (%)	20,7	13,2	4,9	4,1	28,3
F (Trat.)	ns	ns	ns	ns	ns

ns Prueba F no significativa.

El efecto del número de hojas a floración no presentó diferencias significativas entre las fincas evaluadas y entre los tratamientos (Tabla 2). Al momento de la cosecha, la pulpa está compuesta en su mayoría de almidón y los porcentajes de azúcares son muy bajos. A los 15 días después de la cosecha el contenido de azúcares presentó un crecimiento notorio con respecto a los días anteriores, pero no hubo diferencia entre los tratamientos de defoliación.

Tabla 2. Efecto del número de hojas en floración sobre la concentración de carbohidratos (%) en la pulpa durante la maduración del fruto de banano.

Tratamientos	Azúcares Totales (%)			Almidón (%)		
	Días después cosecha	0	8	Días después cosecha	0	8
12 hojas	0,5	0,9	2,4	72,5	71,4	65,0
10 hojas	0,7	0,8	2,2	73,2	72,9	62,4
8 hojas	0,5	0,8	2,1	71,2	70,8	63,0
6 hojas	0,6	0,8	2,4	70,4	70,1	66,1
C.V. (%)	32,4	21,0	28,1	6,1	10,4	4,6
F (Trat.)	ns	ns	ns	ns	ns	ns

ns Prueba F no significativa

CONCLUSIONES

La remoción de hojas en floración no influyó sobre el peso del racimo y la concentración de carbohidratos en los frutos de banano durante el período de maduración. Este estudio sugiere ventajas prácticas, con respecto a las defoliaciones selectivas como un manejo técnico de reducir la fuente de inóculo dentro de la plantación y mejorar la productividad.

BIBLIOGRAFÍA

- Belalcázar, S., J.A. Valencia, M.I. Arcila y G. Cayón. 1995. Mejoramiento producción de plátano. ICA, COMITECAFE Quindío, CIID, CORPOICA, INIBAP, INPOFOS. 104-111 p.
- Belalcázar, S., J.A. Valencia y J.E. Lozada 1991. ICA, INIBAP, CIID, COMITECAFE QUINDÍO. 150-161 p.
- Calvo, C. y E. Bolaños. 2001. CORBANA 27 (54): 1-12 p.
- Cayón, G. 2001. Informusa 10 (1): 12-15 p.
- Cayón, G.; J.E. Lozada y S. Belalcázar. 1995. Mejoramiento producción de plátano. ICA, COMITECAFE Quindío, CIID, CORPOICA, INIBAP, INPOFOS. 94-103 p.
- Eckstein, K. y J. Robinson. 1995. J. Hort. Sc. 70 (1): 147-156 p.
- Robinson J.C., T. Anderson y K. Eckstein. 1992. J. Hort. Sc. 67 (3): 403-410 p.
- Turner, D.W. 1998. Acta Hort. 490: 211-221 p.
- Veeranah, L. 1988. Proc. of Fourth Meeting International Group on Horticultural Physiology of Banana. 85-90 p

¹ Ingeniera Agrónoma. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia. crodriguez142@yahoo.com.

² Profesor Asociado Universidad Nacional de Colombia, apartado aéreo 14490, Bogotá, Colombia. dgccayons@unal.edu.co

³ Director Cenibanano, Carepa Km 4 vía Apartadó, Apartadó, Colombia. jmira@augura.com.co.

EFFECTO DEL COLOR DE LAS BOLSAS DE POLIETILENO SOBRE CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DE FRUTOS DE BANANO

EFFECT OF THE COLOR OF POLYETHYLENE BAGS ON THE PHYSICAL AND CHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE BANANA FRUITS

Miguel Ángel Daza Sanabria¹ & Daniel Gerardo Cayón Salinas²

SUMMARY: The effect of the colors of the polyethylene bags on the development of banana fruits and productive performance was studied in Urabá (Colombia). All treatments (including control without bag) produced bunches with commercial normal weights, but blue bags, used by farmers, not increased weights of these bunches. Bunches and fruits with largest weight were obtained with the green and red bags. The fruits in the transparent and blue bags had greatest sugars concentration which suggests precocious ripening of those fruits.

INTRODUCCIÓN

La práctica de embolsar los racimos de plátano y banana favorece el crecimiento de los frutos al mantener a su alrededor una temperatura más alta y constante, y mejora la calidad de los frutos al reducir el ataque de plagas y daños físicos durante el período de desarrollo y cosecha (Ganry, 1975; Ganry y Meyer, 1975; Chillet *et al.*, 1996). Conociendo la intensidad y composición espectral de la luz es posible, en algunos casos, manejar y aprovechar artificialmente la energía solar para tratar de mejorar la calidad de los frutos (Cayón *et al.*, 2003). El objetivo de este experimento fue estudiar el efecto del color del material de embolso sobre el crecimiento, calidad y concentración de carbohidratos de los frutos de banana.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en la región de Urabá (Colombia). Se usó un diseño completamente al azar (DCA), 10 tratamientos (colores de bolsas), tres repeticiones y seis plantas por parcela. Los racimos se embolsaron siete días después de su emergencia. Durante el período de llenado, se midió la radiación fotosintéticamente activa (RFA) recibida por los frutos dentro de las bolsas; en la cosecha se registró el peso del racimo y frutos, y la concentración de almidón (hidrólisis enzimática) y azúcares totales (método de antrona) en la pulpa de los frutos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Todos los tratamientos (incluyendo el testigo sin embolsar) produjeron racimos de peso comercialmente aceptables, sin embargo, los de mayor peso se obtuvieron con bolsas verde lechoso; las bolsas azules, comúnmente utilizadas por los productores, no aumentaron el peso de racimo. Los frutos de mayor peso individual se lograron con bolsas de color verde lechoso y rojas (Tabla 1). Con bolsas amarillas, rojas y el testigo sin embolsar se obtuvo la mayor concentración de almidón en la pulpa; la concentración de azúcares fue mayor con bolsas transparentes y azules, indicando una maduración prematura de los frutos, y que habían alcanzado la madurez fisiológica de cosecha antes que los otros tratamientos de embolso.

Tabla 1. Efecto del color del polietileno sobre la producción y calidad de los frutos de banana.

Color	Peso Racimo (kg)	Peso fruto (g)	Grado (líneas)	Azúcares Totales (%)	Almidón (%)
Testigo *	24 ab	153 cd	6,8 de	0,26 c	78 a
Azul lechoso	22 b	150 cd	7,3 bc	0,30 b	75 c
Verde oscuro	22 b	140 d	7,1 cd	0,20 d	77 b
Rojo	27 ab	175 a	8,1 a	0,26 c	79 a
Verde lechoso	29 a	176 a	7,7 b	0,20 d	77 b
Transparente	23 ab	142 d	7,1 cd	0,32 a	79 a
Azul santa lucía	23 ab	138 d	7,4 bc	0,26 c	77 b
Amarillo	26 ab	158 bc	7,7 b	0,28 b	78 a
Azul corriente	23 b	151 cd	7,4 bc	0,32 a	77 b
Blanco	27 ab	169 ab	7,5 bc	0,20 d	76 c
C.V. (%)	32,5	13,5	8,9	9,2	14,2
F (Color)	*	*	*	*	*

Datos con letras distintas son significativamente diferentes según la prueba de Tukey (P<0,05)

* Prueba de F significativa (P<0,05)

La filtración de la RFA por las bolsas de polietileno utilizadas en el estudio (Tabla 2) fue mayor en las transparentes, dejando pasar al interior una gran porción del espectro visible (95%). Las bolsas que produjeron mejor calidad físico-química de los frutos fueron las verde lechoso, que transmitieron 20% de RFA y las rojas que transmitieron 39%; estas bolsas, además de filtrar las longitudes de onda responsables del aumento de la temperatura interna, concentran aquellas más efectivas en los procesos fisiológicos de crecimiento y desarrollo del fruto (Cayón *et al.*, 2003).

Tabla 2. Filtración de la radiación fotosintéticamente activa (RFA) incidente en las bolsas de polietileno utilizadas para embolso de racimos.

Color	RFA transmitida	
	($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$)	(%)
Testigo *	2.644	100
Azul lechoso	1.448	63
Verde oscuro	267	12
Rojo	899	39
Verde lechoso	454	20
Transparente	2.179	95
Azul santalucía	1.631	71
Amarillo	563	25
Azul corriente	1.772	77
Blanco	1.893	83

* RFA incidente plena ($\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$)

CONCLUSIONES

La selección adecuada del polietileno puede influir significativamente en la calidad física y química de los frutos exigida para la exportación. Con bolsas verdes y rojas se pueden obtener frutos de mayor peso, calidad y vida verde en poscosecha.

BIBLIOGRAFÍA

1. Cayón, G., Morales, H., Giraldo, G. 2003 Rev. Vitae (Col.) 10 (1): 9-17.
2. Chillet, M., Jannoyer, M. 1996. InfoMusa. 5 (1): 25-27.
3. Ganry, J. & Meyer, J.P. 1975. Fruits 30 (6): 375-392.
4. Ganry, J. 1975. Fruits 30 (12): 735-738.

¹ Ingeniero Agrónomo. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá

² Profesor asociado, Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. dgcayons@unal.edu.co

INDUCTION OF RESISTANCE ON BANANAS: IS IT A TRANSIENT EFFECT OR CAN THIS INDUCTION EFFECT BE PASSED ON FROM MOTHER PLANT TO DAUGHTER AND THE GRAND DAUGHTER PLANT?

É A INDUÇÃO DA RESISTÊNCIA EM BANANEIRAS UM EFEITO TRANSIENTE OU ELA PODE SER PASSADA DA PLANTA-MÃE PARA AS FILHAS E NETAS?

Luis H. Jácome¹ & A. Harry Rajamannan²

RESUMEN. El manejo de la Sigatoka Negra requiere el uso masivo de fungicidas. La inducción de mecanismos de resistencia en la planta de banano conllevaría a minimizar el devastador efecto de la enfermedad y el efecto supresivo de los fungicidas sobre el crecimiento. El VCP satisface dichos criterios por varias generaciones.

INTRODUCTION

Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) is the most destructive disease on bananas, pathologically and economically – reducing yields by up to 75%. In addition to good cultural practices, current Black Sigatoka disease control on bananas requires a large usage of fungicides, most of them with high risk for fungal insensitivity. Alternative approaches, like Nutritionally Induced Resistance, are a must to minimize the devastating effects of the disease and the yield suppressing effects from continuous fungicide usage. The next generation program is to nutritionally increase the banana plant's resistance mechanism to withstand Black Sigatoka infection. Vigor Cal PhosTM (VCP) is a nutrient product (phosphorus salts of Calcium) conducive to plant growth and inducing plant resistance; thus healthier plants. Preliminary trials on Nutritionally Induced Resistance have shown that VCPTM can assist in Black Sigatoka management with increased yields. Thus, this field trial was conducted in Costa Rica to fulfill the following objectives: 1. To determine VCP effectiveness on enhancing banana plant growth and fruit production; 2. To determine VCP effectiveness on preventing or managing Black Sigatoka; 3. To determine VCP effectiveness as an alternative to fungicide management, and 4. To determine the duration of the induction response.

MATERIALS AND METHODS

Ca and P are critical for the plant's natural ability to resist establishment of disease. VCP is a soluble calcium phosphite designed to invigorate the plant to counter stress and manage infection. Several approaches for using VCP have shown a great potential for managing Black Sigatoka disease. In this study, VCP was tested using weekly motor blower application in a replicated block trial under the field conditions of Earth University, Limón Province, Costa Rica. Trial was planted in June 2003 with ~1850 *in vitro* plants/Ha of cv Williams. Treated blocks received VCP (2-5 L/Ha) followed by one application of systemic fungicide in a 40 % VCP and 60 % fungicide rotation. Control blocks received the standard (100 %) fungicide regime used in the area. Standard farm practices were implemented in both areas. Ten recently shot plants, in the center of each plot, were randomly selected per replication per treatment for bi-weekly disease and plant growth assessment. Fruit profile was conducted at harvest.

Sixteen months after the original field trial was over, 3rd and 4th generation plants were randomly selected to further elucidate the duration of the induction response after having stopped the VCP treatment. Thus, 10 recently shot plants per replicated plot were evaluated for number of leaves, YLS, YLWS, number of hands, choking, circumference at 1 meter height from the ground, and ratooning.

RESULTS AND DISCUSSION

The phenology of the banana plant has a great contribution on the development of the Sigatoka epidemics. In general, significant differences on plant growth (faster leaf emission, less choking, higher ratooning), and production (more hands, higher bunch weight) were observed on the VCP-treated blocks. Results from this study indicated that VCP-treated plants showed significantly faster growth and flowering rate. VCP-treated plants showed significantly less choking and superior plant growth leading to an improved ratooning rate and increased fruit production.

VCP-treated plants showed no significant difference in YLWS (Youngest Leaf with Symptoms), YLS (Youngest Leaf Spotted) and functional leaves at flowering, when compared to the full fungicide-treated ones. It indicates that using VCP can successfully reduce ~40 % of the fungicide usage without decreasing the fungicide program ability to effectively control Black Sigatoka. Thus, VCP contributes to minimize the devastating effects of the disease and the yield suppressing effects from continuous fungicide usage. It indicates that using VCP is a viable strategy for enhancing plant growth and production as well as for improving disease management.

Plants corresponding to 3rd and 4th generation ratooning, after the original period of inducer treatment was stopped, still showed evidence of the invigorating and protective response. Significant differences on number of leaves at flowering (12 vs 8.3), YLWS (6.7 vs 5.0), YLS (9.0 vs 6.7), height of sucker (162 vs 96 cm), circumference (78 vs 59 cm), choking (0.0 vs 80 %) and number of hands (7 vs 5) were observed. This effect could be associated to the original induction leaving some elicitors in the banana production unit (rhizome); which was transmitting the signals or the vaccination type effect to the following generations. This effect of the mother plant transmitting the resistance or induction effect to the daughter and onto the grand daughter plant in bananas is a significant finding that has never been reported. This continuing effect of building up of resistance of the induced mother plant being passed on a few next generations is a tremendous tool to bring sustainable banana production to a practical level.

CONCLUSIONS

Foliar application of VCP in rotation with fungicides as tool for Sigatoka management was similar to the standard full fungicide program. VCP enhances plant development and production to yield a significant increase on the fruit quantity harvested, as well as plant protection to overcome stress and disease pressure. Thus, the amount of fungicide used can be reduced and more rationally managed.

Results showed a significant contribution of VCP to plant development and Black Sigatoka disease management, as benefits of nutritionally induced resistance; which could last for several generations after stopping the original intended treatment. This is the first report of such persistent phenomenon of induction over generations.

VCP is a viable alternative in a Sigatoka control program. It could also be of a paramount importance as part of an anti-resistance strategy for delaying the development of resistance to at risk systemic fungicides.

BIBLIOGRAPHY.

1. Biggs, A.R. et al. 1997. Plant Digest. 81: 399-403.
2. Christianson, D. Plant Nutrients Instead of Pesticides.
3. Jácome, L., et al., editors. 2003. *Mycosphaerella* leaf spot diseases of bananas. INIBAP, France.
4. Kuc, J. 1982. BioScience 32: 854-860.
5. Pasberg-Gaahl, C., Jacome, L. and Cubero, H. Acorbat Mexico 2004. pp 201-205.

¹ Pathotec, S.A. La Lima, Honduras. e-mail: lhjacome@infovia.hn.

² Agro-K Corporation, Minneapolis, USA. e-mail: rajamannan@aol.com

EFFECTS OF ORGANIC MULCH AND ROOT DIPS ON ESTABLISHMENT AND ROOT HEALTH OF FRENCH PLANTAIN

EFFETS DU PAILLIS ORGANIQUE ET DU TRAITEMENT DE L'EAU CHAUDE SUR LE DÉVELOPPEMENT ET LE DÉGÂTS AUX RACINES DU PLANTAIN FRANÇAIS

Omolara Olaniji¹

RESUMÉ: Les effets du paillis organique, des extraits de feuilles et du traitement de l'eau chaude sur le développement précoce des plantes et le dégâts aux racines et le bulbe du plantain français sont étudiés dans une chambre à l'écran. La première expérimentation s'agit de l'étude d'effet du paillis sur l'établissement du surcoupe épluchés et non-épluchés. La deuxième expérimentation s'agit des surcoupe épluchés plongés séparément pour une durée de 20 minutes dans l'eau chaude et froide, des extraits bruts des feuilles rouges de *Acalypha*, et des feuilles et des grains de *Gmelina aborea*. Des surcoupe épluchés et non-épluchés qui ne sont pas plongés soit dans l'eau ou les extraits des feuilles sont utilisés pour les contrôles. Des hauteurs des plantes et les nombres de feuilles sont notés après quatre semaines. Les dégâts sur les racines étaient aussi estimés. Il n'y a pas des effets négatifs de l'épluchement sur l'établissement de plantes et il a amélioré la santé des racines. Il n'y a pas des avantages supplémentaires de pailler sur l'établissement des plantes soit épluchés ou pas. La nécrose de racine n'était pas observée sur des surcoupe épluchés qui n'étaient pas plongés dans des liquides quiconque ni parmi ceux plongés dans l'eau chaude.

INTRODUCTION

Plant parasitic nematodes are widespread on plantain in Nigeria and they inflict heavy damage on the roots of plantain (3). Parameters like dead roots and root necrosis index are among those used in evaluating nematode damage to plantain. Plants may be mulched in order to reduce yield loss as a result of this damage. Paring has been recommended as a promising cultural practice in reducing nematode damage to *Musa* spp. Paring is the peeling off of the outer skin of the corm of plantain suckers, this completely removes roots, which may have been infected and adhering soil, which may harbor plant parasitic nematodes. Pared suckers may also be treated in hot water of temperatures between 50°C and 55°C for 20 minutes before planting. In earlier studies, dipping pared suckers in synthetic nematicides have been recommended. However, the effects of mulch on the establishment of pared plantain suckers have not been established, while reports on the effects of heat treatment or botanicals on the establishment of pared plantain suckers is scarce.

MATERIALS AND METHODS

The experiment was carried out in the screen house with French plantain. All suckers were reduced to 30 cm pseudostem height before using for the experiments. In the first experiment, 20 suckers were employed and half of this was pared while half was left unpared. Five pared suckers were planted in soil-filled black polythene bags and either mulched with saw dust or not mulched. Unpared suckers were similarly treated. In another experiment, 100 g dried red *Acalypha* leaves, *Gmelina aborea* leaves and 50 g *Gmelina aborea* seeds were separately added to 9 l of cold tap water and homogenized. Corms of 5 pared suckers were dipped in each resulting suspensions, hot water (53±2°C) and in cold tap water to serve as the water control (CWP). Suckers were left in the dips for 20 minutes before they were planted bags. The hot water treated suckers were first left to cool before planting. Five pared and not pared suckers were planted to serve as the 'no dip pared' (NDP) and 'no dip unpared'

(NDU) controls without dipping them in any extract or water. Four weeks after planting (first experiment) and 7 weeks after planting (second experiment), sucker height, corm circumference at the widest portion, and corm height (thickness) both at the point of severance from main plant and the side distal to the main plant were measured, number of opened leaves recorded, and root damage was assessed as percent dead roots and root necrosis index.

RESULTS AND DISCUSSION

Four weeks after planting, pared plants produced shorter plants but had more leaves (Table 1). Mulching seemed to have an added benefit of improving plantain leaf production in accord with earlier reports (1,2). Paring resulted in lower incidence of dead roots on suckers showing that paring is an effective means of reducing root damage. Mulch improved the root health of pared suckers by significantly reducing root necrosis and percent dead roots on pared suckers compared with the unpared. Pared suckers that were not dipped in any solution or water supported least root damage comparable with the hot water treatment in not allowing necrosis in the roots (Table 2). All dips including hot water and cold water supported vegetative growth better than the not pared no dip treatment. However, cold water dip resulted in higher root damage, which was comparable with the 'not pared no dip' control. Hot water dip supported the least damage to the corm and seemed to be superior to all other dip treatments. For economic reasons however, it may suffice to only pare suckers before planting in order to improve performance and reduce root and corm damage.

TABLE 1. Effects of paring and mulching on the growth, and root and root damage of plantain suckers, four weeks after planting in the screen house.

Treatment	Sucker Height (cm)	Corm Height (cm)	Dead Root (%)	Root Necrosis (%)
Mulched				
Pared	40.8	11.2	1.4	0.4
Unpared	40.0	13.6	4.5	0.6
t-test (0.05)	ns	ns	*	*
Not Mulched				
Pared	38.2	11.6	2.2	0.6
Unpared	42.0	14.4	4.6	0.6
t-test (0.05)	ns	ns	*	ns

* Difference Significant at P=0.05; ns: not significant at P=0.05 within columns of 'Mulched' and 'Not Mulched'.

TABLE 2. Effects of paring, plant extracts and hot water dips on plantain growth, root and corm damage 7 weeks after planting in the screen house.

Treatment	Sucker Height (cm)	Number of opened leaves	Dead root (%)	Root necrosis (%)
NDP	37.6a	1.0b	0.4b	0.09a
RAP	36.2a	0.8b	2.2b	0.05a
GAP	41.4a	1.3a	3.7b	0.08a
HWP	37.2a	1.3a	2.2b	0.00b
GSP	35.1a	1.2a	2.3b	0.06a
CWP	37.8a	1.4a	20.8a	0.05a
NDU	19.2b	1.3a	26.2a	0.00b

Numbers followed by same letter within columns are not significantly different at P = 0.05 (Duncan Multiple Range Test).

NDP: no dip pared; RAP: red *Acalypha* pared; *Gmelina aborea* leaf pared; HWP: hot water pared; GSP: *Gmelina aborea* seed pared; CWP: cold water pared; NDU: no dip unpared.

BIBLIOGRAPHY

1. Rotimi *et al.*, 2004a. *Nig J. For.* v. 34, p. 61-70.
2. Rotimi *et al.*, 2004b. *Nig J. For.* v. 34, p. 102-111.
3. Speijer *et al.*, 2001 *Nematol.* 3, p. 423-436.

¹Agronomatologist/Plant Pathologist, Department of Crop, Soil and Pest Management, Federal University of Technology, Akure, P.M.B. 704 Akure, Ondo State, Nigeria. E-mail: momolaraolaniyi@yahoo.com. Tel.: +234 (0)803 536 2645

AVALIAÇÃO DE CLONES DE BANANA CAVENDISH

EVALUATION OF CAVENDISH BANANA CLONES

Sebastião de Oliveira e Silva¹; Elias Teixeira Pires²; Rosa Karla Nogueira Pestana³; Juliana da Silva Alves⁴ & Adriana Rodrigues Passos⁵

SUMMARY: Na bananeira ocorrem variações somaclonais em taxa muito superior ao que se observa na maioria das outras culturas, provavelmente em função da instabilidade mitótica. O objetivo do presente trabalho foi avaliar clones de bananeira Cavendish coletados em diferentes locais. Os clones Grande Naine (G.N. Taperão, G.N. Rossete, G.N. Williams, G.N. Magário, G.N. SC-074) e Nanicao (N. IAC Abóbora Verde, N. Rossete, N. SC-0008 e N. SC-063) coletados em São Paulo, Santa Catarina e Bahia foram avaliados no município de Matias Cardoso-MG. Avaliaram-se os caracteres altura da planta, circunferência do pseudocaule, número de folhas vivas no florescimento e na colheita, número de brotos, peso do cacho e das pencas, número de frutos e de pencas por cacho, comprimento e circunferência do fruto e número de dias do plantio ao florescimento e à colheita. Os resultados obtidos permitem a recomendação dos clones N. IAC Abóbora Verde e G.N. Williams

INTRODUÇÃO

Na bananeira ocorrem variações somaclonais em taxa muito superior ao que se observa na maioria das outras culturas, provavelmente em função da instabilidade mitótica, que não é exclusiva da cultura de tecidos, sendo também observada em campo, porém em frequências menores. Desta forma, pode ser explicado o aparecimento de dezenas de cultivares do grupo genômico (AAA), subgrupo Cavendish. Mediante a avaliação do germoplasma pode selecionar-se genótipos de boa produtividade e com resistência a pragas e doenças, a exemplo do que ocorreu com as cultivares Caipira e Thap Maeo. O trabalho objetivou avaliar clones de banana Cavendish na Região Norte de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados em Cruz das Almas-BA, 69 clones de banana Cavendish coletados nos Estados de São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Santa Catarina. Dentre esses, foram selecionados cinco clones de Grande Naine – GN (Taperão, Rossete, Williams, Magário, SC-074) e quatro de Nanicao – N (IAC Abóbora Verde, Rossete, SC-0008 e SC-063), que juntamente com uma testemunha (Grande Naine) foram reavaliados no município de Matias Cardoso-MG. O experimento foi conduzido de janeiro de 2004 a janeiro de 2005 em Blocos Casualizados com dez tratamentos e cinco repetições. A parcela constou de cinco plantas, dispostas no espaçamento de 3,6 m x 2,40 m x 2,00 m em fileiras duplas. Foram consideradas as seguintes variáveis: altura da planta em cm (ALP), circunferência do pseudocaule em cm (CPC), número de folhas vivas no florescimento e colheita (FVF e FVC), número de brotos (NBT), número de dias do plantio ao florescimento e à colheita (DPF e DPC), peso do cacho e das pencas em kg (PCA e PPE), número de frutos por cacho (NFC), número de pencas por cacho (NPE), comprimento do fruto em cm (COF) e circunferência do fruto em cm (CIF).

RESULTADOS E DISCUSSÃO. De acordo com os dados apresentados na Tabela 1 pode observar-se uma grande uniformidade nas características dos clones. Para altura de planta, circunferência do pseudocaule e número de folhas vivas na colheita houve formação de dois grupamentos, nos demais caracteres (número de brotos, dias do plantio ao florescimento e de dias do plantio à colheita) não houve diferença entre os clones pelo Teste Scott-Knott. Para a altura de planta houve uma diferença percentual de 6,58%, entre o primeiro e segundo grupamentos. Os genótipos do grupo dois apresentaram circunferência do pseudocaule 4,13% inferior aos do grupo um. No caráter número de folhas vivas, observou-se diferença significativa apenas na colheita, com formação de dois

grupamentos, enquanto que no florescimento ocorreu uniformidade nos resultados. O número de folhas vivas é importante na avaliação de cultivares, pois poderá influenciar o desenvolvimento do cacho, que depende diretamente da taxa de fotossíntese da planta.

Tabela 1. Médias dos caracteres observados na época do florescimento de dez clones de banana Cavendish, no 1º ciclo de produção. Matias Cardoso, MG, Janeiro 2005.

Genótipos	Características ^{1,2}						
	ALP	CPC	FVF	FVC	NBT	DPF	DPC
N. IAC A. Verde	280,00a	81,83b	15,13a	10,31a	8,96a	249,31a	359,67a
N. SC-063	279,00a	85,80a	14,86a	9,90a	9,43a	272,43a	364,27a
N. Rossete	277,00a	85,16a	15,36a	10,00a	9,60a	250,20a	357,37a
N. SC-0008	275,00a	83,50a	14,63a	9,83a	8,50a	245,47a	360,67a
G. N. SC-074	271,00a	84,40a	15,00a	9,70a	8,80a	245,33a	361,09a
Grande Naine	255,00b	81,26b	14,50a	8,86b	8,27a	249,87a	359,67a
G. N. Williams	264,00b	85,20a	14,76a	9,80a	8,60a	238,37a	357,37a
G. N. Magário	260,00b	80,00b	14,30a	8,93b	8,33a	243,30a	363,30a
G. N. Taperão	259,00b	81,93b	14,30a	9,56a	8,97a	242,97a	359,63a
G. N. Rossete	253,00b	81,50b	14,60a	9,33b	9,00a	244,00a	361,67a
CV%	3,57	3,35	4,49	5,49	9,87	7,00	2,37

¹Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ²Peso do cacho (PCA) em (kg); peso das pencas (PPE) em (kg); número de fruto (NFC); comprimento do fruto (COF) em (cm); circunferência do fruto (CIF) em (cm); número de pencas (NPE).

Os resultados apresentados na Tabela 2 revelaram que houve grande uniformidade entre os genótipos com relação aos caracteres número de frutos, comprimento do fruto, circunferência do fruto e número de pencas. Quanto ao peso do cacho e ao peso das pencas houve a formação de dois grupamentos de genótipos. O PCA teve uma variação de 37,73 kg (NSC-063) a 32,39 kg (G.N. Testemunha) e o PPE variou de 34,62 kg para o clone N.SC-063 a 29,62 kg para a Grande Naine Testemunha, que corresponde um rendimento entre 57,70 t/ha a 49,37 t/ha.

Tabela 2. Médias dos caracteres observados na época da colheita de dez clones de banana Cavendish, no 1º ciclo de produção. Matias Cardoso, MG, Janeiro 2005.

Genótipos	Características ^{1,2}					
	PCA	PPE	NFC	COF	CIF	NPE
N. SC-063	37,73a	34,62a	170,37a	22,81a	13,60a	9,70a
N. Rossete	37,42a	34,14a	168,33a	23,09a	13,49a	9,50a
G. N. Williams	36,60a	33,45a	166,80a	22,13a	13,90a	9,53a
G. N. Rossete	36,16a	32,94a	171,77a	22,81a	13,43a	9,77a
N. IAC A. Verde	36,03a	32,94a	167,35a	22,36a	13,35a	9,37a
G. N. Taperão	36,00a	32,66a	168,47a	22,99a	13,38a	9,80a
G. N. SC-074	36,00a	32,91a	168,23a	22,44a	13,50a	9,70a
G. N. Magário	35,94a	32,68a	172,10a	22,72a	13,52a	9,63a
N. SC-0008	34,17b	30,93b	162,17a	22,40a	13,13a	9,43a
Grande Naine	32,39b	29,34b	161,67a	21,33a	13,11a	9,35a
CV%	6,14	6,43	4,44	4,26	2,97	4,41

¹Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade. ²Altura da planta (ALP) - cm; circunferência do pseudocaule (CPC) - cm; folhas vivas no florescimento (FVF); folhas vivas na colheita (FVC); número de brotos (NBT); número de dias do plantio ao florescimento (DPF); número de dias do plantio à colheita (DPC).

O comprimento e a circunferência do fruto, mais adequados à exportação, são, respectivamente, 22 cm e 10,01 cm. Como pode-se observar, a maioria dos clones atingiu o comprimento de frutos adequados e todos os genótipos apresentaram diâmetro superior ao exigido para exportação. Considerando que os clones são muito uniformes, adotou-se como critério de eliminação a presença de caracter indesejável. Assim os clones N. SC-008 e Grande Naine Testemunha foram descartados pelo baixo PCA, o G.N. SC-074 pela altura elevada da planta e o G.N. Rossete pelo baixo número de folhas vivas na colheita. O reduzido desenvolvimento dos seguidores (segundo ciclo) levou à eliminação dos clones N. SC-063, N. Rossete e G.N. Taperão.

CONCLUSÃO

Considerando o desempenho dos clones com relação aos caracteres avaliados recomendam-se os clones N. IAC Abóbora Verde e G.N. Williams.

¹ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Caixa Postal 007, CEP 44 380-000, Cruz das Almas-BA, e-mail: ssilva@cnpmf.embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Sócio-Diretor da Plena Consultoria e Projetos, Rua Teixeira de Freitas 478, Salas 907. Santo Antônio, Belo Horizonte-MG, CEP 30350-180.

³ Bolsista de IC PIBIC – Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, C.P. 007, CEP 44.380-000 Cruz das Almas, BA, e-mail: karlapestana@yahoo.com.br

⁴ Bolsista de IC FAPESP – Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, C.P. 007, CEP 44.380-000 Cruz das Almas, BA, e-mail: luahvesar@yahoo.com.br

⁵ Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Ciências Agrárias. Bolsista DTI-D, CNPq, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, C.P. 007, CEP 44.380-000 Cruz das Almas, BA, e-mail: adrianarpassos@yahoo.com.br

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE BANANA TOLERANTES E NÃO TOLERANTES A SIGATOKA NEGRA EM ROSARIO OESTE – MT.

EVOLUTION OF BANANA GENOTYPES TOLERANT AND NOT TOLERANT THE BLACK SIGATOKA IN ROSARIO OESTE-MT.

Humberto de Carvalho Marcílio¹; Gustavo Alves Pereira²; André Luis de Andrade³; Joadil Gonçalves de Abreu⁴ & José Luis de Almeida.⁵

SUMMARY: The occurrence of black Sigatoka in the banana plantations at Mato Grosso State was diagnosed in 1999 and, consequently, the cultivars traditionally planted entered in decline. To offer alternatives for the cultivars diversification the are being evaluating the gentyes: Tropical, maeo Thap, Caipira, Maçã, Grand naine, IAC 2001, FHIA 18, 21 FHIA and Prata Anã. The randomized blocks design and banana cultivars plantlets produced by micropropagated were used in this study. The plantlets were planted in experimental unit EMPAER in Rosario Oeste city in spacing 3,0 x 2,0 m. The experimental unit was constituted by six useful plants. The plant height, pseudostem diameter and leaves number alive, in the flowering; shoots number emitted and period, in days, of the plantation to the flowering were evaluated presented good vegetative development until begin the flowering.

INTRODUÇÃO

O Estado de Mato Grosso cultivou, em 1994, uma área de 56 mil hectares de banana, com maior representatividade as cultivares Maçã e Farta Velhaco (Terra), tornando-se um dos principais produtores destas cultivares no país. No ano de 2004, a área plantada caiu para 10.914 ha (AGRIANUAL, 2005), confirmando que a cultura vem enfrentando vários problemas, principalmente pela entrada da Sigatoka negra no Estado de Mato Grosso, que foi constatada em 1999 na região de Cáceres, segundo Souza & Feguri et al. (2004), na cultivar Maçã. No Estado de Mato Grosso a bananicultura é explorada principalmente por pequenos produtores e assentados. Atualmente o Estado tem 70.000 famílias em 315 assentamentos, com um total de 315.000 assentados pelo programa de reforma agrária, utilizando desta cultura como alternativa de fonte de renda, caracterizando-a como de grande importância social. Este trabalho tem como objetivo buscar alternativas de cultivares tolerantes à Sigatoka negra e mal-do-Panamá, visando a sua incorporação ao sistema de produção desses produtores.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em outubro de 2003 no Campo Experimental da Empresa Mato-Grossense de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (EMPAER-MT), localizado no município de Rosário Oeste-MT. Foram avaliadas as características vegetativas dos genótipos Grande Naine, IAC 2001, Thap Maeo, Caipira, FHIA 18, FHIA 21, Maçã, Tropical e Prata Anã, durante o primeiro ciclo de produção. Foram utilizadas mudas micropropagadas, plantadas no espaçamento de 3,0 x 2,0, sob irrigação, no delineamento experimental em blocos ao acaso, sendo a unidade experimental constituída por seis plantas úteis. As plantas foram conduzidas em uma única família. Os tratos culturais e adubação foram realizados de acordo com as recomendações para a cultura. Foram avaliadas as seguintes características no florescimento: altura da planta (AP), período em dias do plantio (DF), o número de folhas vivas (NF), número de perfilhos emitidos (NP). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott-Knott.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se que os genótipos Tropical, Thap Maeo, Maçã, FHIA 21 e Caipira apresentaram maiores altura de planta, não apresentando diferença significativa entre elas. Com relação ao diâmetro do caule, a cultivar Tropical foi a que se apresentou com melhor resultado (24,85cm), aproximando dos valores obtidos por Silva et al, (2003) (25,59 cm), conferindo maior vigor, resistência ao vento e capacidade de sustentação do cacho.

Para o caráter número de folhas vivas no florescimento a variação foi de 12,09 para o genótipo FHIA 21, 15,89 para Prata Anã, não diferindo estatisticamente entre eles. O genótipo FHIA 18 floresceu aos 167 dias após o plantio, demonstrando maior precocidade quando comparado com os valores encontrados por (Gasparotto et al, 2002) que encontrou valor de 225 dias, com isso destacando-se dos demais em precocidade, porém não diferindo estatisticamente dos demais.

O ciclo é um caráter de relevância, já que reflete a precocidade da planta e consequentemente a produtividade anual do cultivo. A redução do número de dias necessária à emissão do cacho é desejada, pois representa a antecipação do retorno do investimento aplicado na lavoura (Pereira, 1997). Com relação ao perfilhamento, os genótipos Caipira e Grande Naine foram os que apresentaram maiores números de perfilhos diferindo estatisticamente dos outros genótipos.

Tabela - Médias dos dados de altura de planta (AP em m), diâmetro do pseudocaule (DP), número de folhas vivas (NF), dias do plantio até a floração (DF) e números de perfilhos (PE) em diferentes cultivares de banana.

Cultivares	Médias				
	AP (m)	DP (cm)	NF	DF	PE
Maçã	3,17 a	20,23 b	12,44 a	234,83 a	3,11 b
FHIA 21	3,03 a	20,16 b	12,09 a	258,73 a	4,24 b
Caipira	3,00 a	16,30 b	12,26 a	299,37 a	6,67 a
Thap Maeo	3,25 a	18,76 b	13,62 a	248,62 a	4,22 b
Grande Naine	2,34 b	18,96 b	12,17 a	216,32 a	5,68 a
IAC 2001	2,40 b	17,70 b	13,13 a	278,88 a	3,60 b
FHIA 18	2,33 b	20,24 b	13,61 a	167,27 a	3,11 b
Prata Anã	2,34 b	19,92 b	15,89 a	177,64 a	2,67 b
Tropical	3,47 a	24,85 a	13,80 a	267,03 a	3,81 b

Médias seguidas de letras diferentes na vertical diferem pelo teste de Scott-Knott (P<0,05).

CONCLUSÃO

Os genótipos avaliados apresentaram bom desenvolvimento vegetativo até o início do florescimento.

BIBLIOGRAFIA.

- AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo, SP; FNP, 2005, p. 220-225.
- GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J.C.R.; PEREIRA, M.C.N.; COSTA, M.M. FHIA 18: Cultivar de bananeira resistente à sigatoka-negra, para o Estado do Amazonas. **EMBRAPA**: CNPMF, 2002. 3p. (Comunicado Técnico).
- PEREIRA, M. C. T. Crescimento e produção de primeiro ciclo da bananeira (*Musa spp.*) 'Prata Anã' (AAB) em sete espaçamentos, em Jaíba e Visconde do Rio Branco (MG), 56p, 1997. **Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)** - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 1997.
- SILVA, O. S.; MATOS, A. P.; CORDEIRO, Z. J. M.; LIMA, M. B. Nova cultivar de banana tipo 'Maçã' tolerante ao Mal do Panamá. **EMBRAPA**: CNPMF, 2003. 4p (Circular Técnica, 68).
- SOUZA, N.S.; FEGURI, E. Ocorrência da Sigatoka Negra em bananeira causada por *Mycosphaerella fijiensis* no Estado de Mato Grosso. **Fitopatologia Brasileira**, vol. 29, n. 2, p. 225-226, 2004.

^{1,2,5} Empresa Matogrossense de Pesquisa, Assistência e Extensão Rural (EMPAER-MT)- Pesquisador

³Centro de Ensino Superior de Rondonópolis-MT (CESUR/FACSUL)

⁴ Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária (FAMEV/UFMT)

AVALIAÇÃO DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA NA REGIÃO DO BAIXO SÃO FRANCISCO, SERGIPE, BRASIL (1º CICLO)

EVALUATION OF BANANA GENOTYPES IN THE LOW SAO FRANCISCO RIVER BASIN, SERGIPE, BRAZIL (1st. CYCLE)

Ana da Silva Léo¹; Josué Francisco da Silva Júnior¹; Carlos Alberto
da Silva Léo² & Sebastião de Oliveira e Silva²

SUMMARY: The majority varieties cultivated in Sergipe State, Brazil, presented some undesirable agronomic characteristics, as elevated height, susceptibility to diseases and pests, and low yield. In this work promising banana genotypes were evaluated for incorporation to the crop system of Low São Francisco river basin, during the first cycle. This trial was carried out using a randomized block experimental design with four replicates, and 20 genotypes: hybrids of the 'Gros Michel' (Bucaneiro and Ambrosia); 'Yangambi n° 2' (YB42-07 and YB42-21); 'Prata São Tomé' (ST42-08), 'Prata Anã' (PA42-44, PA42-28, PA42-19, PA42-38D and FHIA-18), 'Pacovan' (PV42-53, PV42-85 and PV42-68), Cavendish (FHIA-02); and the cultivars Pacovan and Prata Anã (Prata subgroup), Grande Naine (Cavendish subgroup), Maçã (Silk subgroup), Caipira (Ibota subgroup) and Thap Maeo. The following characteristics were evaluated: plant height (cm); pseudostem circumference (cm); number of living leaves during flowering; and at harvest, bunch weight (kg); number of fingers per bunch; finger weight (g); number of days from planting to flowering and from planting to harvesting. The data were subjected to variance analysis and the averages compared by the Scott-Knott test, with 5% probability. The plant height varied of 3.75 m (PV42-85) to 2.08 m (Prata Anã) and the number of leaves in the harvest of 10.58 (YB42-07) to 6.17 (PA42-19). The productions were evaluated by bunch weight and had varied of 29.98 to 13.67 kg. Prata Anã hybrids showed production too lower than the genotypes type Pacovan. The genotypes that reached the biggest productions were 'Bucaneiro', 'Ambrosia' and 'Grande Naine' (29.98; 25.48 and 24.19 kg, respectively).

INTRODUÇÃO

A utilização de genótipos que apresentam baixo potencial produtivo e suscetibilidade a doenças e pragas, constitui-se em uma das principais causas do baixo rendimento da bananicultura em Sergipe. Uma estratégia para a solução deste problema é a criação de novas cultivares mais produtivas e resistentes, mediante o melhoramento genético, cuja etapa final do processo consiste na avaliação dos genótipos em áreas de produção (SILVA et al., 1998). Dentre as áreas de produção de banana em Sergipe destacam-se as microrregiões de Cotinguiba, Baixo Cotinguiba e Propriá, responsáveis por 75% da área colhida no Estado (IBGE, 2006). O objetivo do trabalho foi avaliar genótipos de bananeira nas condições edafoclimáticas da região do Baixo São Francisco visando à identificação de materiais com características agrônômicas e comerciais superiores que possam ser recomendados aos agricultores.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Embrapa Tabuleiros Costeiros no perímetro irrigado Cotinguiba-Pindoba (Região do Baixo São Francisco), no município de Propriá, SE. Foram avaliados 20 genótipos de bananeira: híbridos de 'Gros Michel' (Bucaneiro e Ambrosia); 'Yangambi n° 2' (YB42-07 e YB42-21); 'Prata São Tomé' (ST42-08), 'Prata Anã' (PA42-44, PA42-28, PA42-19, PA42-38D e FHIA-18), 'Pacovan' (PV42-53, PV42-85 e PV42-68), Cavendish (FHIA-02); e as cultivares Pacovan e Prata Anã (subgrupo Prata), Grande Naine (subgrupo Cavendish), Maçã (subgrupo), Caipira (subgrupo Ibota) e Thap Maeo. O experimento foi instalado no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições e cinco touceiras por parcela, sendo consideradas úteis as três centrais. As mudas micropropagadas, selecionadas e oriundas da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, foram plantadas no espaçamento 3,00 m x 2,00 m em Neossolo Flúvico de textura argilosa. No primeiro ciclo foram realizadas as seguintes observações: altura da planta em m

(ALT) e perímetro do pseudocaule na época do florescimento, número de dias do plantio à floração (DF), número de folhas vivas na emissão da inflorescência (NFF), peso do cacho em kg (PC), peso do engajo, peso da penca, número de pencas/cacho, número de frutos/cacho (NFRU), número de frutos/pencas, peso médio do fruto em g (PMFR), número de folhas vivas na colheita (NFC) e dias do plantio a colheita (DC). As variáveis foram submetidas a análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância foi significativa para as variáveis estudadas, fato este esperado considerando que dentre os materiais avaliados encontram-se genótipos oriundos de diferentes grupos e subgrupos (Tabela 1). Verificou-se que a altura de planta teve variação de 3,75 m (PV42-85) a 2,08 m (Prata Anã) com a formação de quatro agrupamentos com base na altura ou porte da planta. No primeiro (porte alto), classificaram-se além da PV42-85, a PV42-53, PV42-68 e a Maçã. Os genótipos Prata Anã, Grande Naine, FHIA-02, PA42-28 e PA42-28 foram reunidos no último grupamento, apresentando menor porte. A produção avaliada mediante o peso de cachos, variou de 29,98 kg a 13,67 kg, respectivamente, para os genótipos Bucaneiro e PA42-44 e o peso médio de fruto de 209,9 g (PV42-53) a 93,40 g (Thap Maeo), enquanto o número de frutos variou de 201,50 (Thap Maeo) a 71,75 (ST42-08). Os híbridos tipo 'Prata Anã' apresentaram produção inferior aos demais genótipos igualando-se à Pacovan. Os genótipos que alcançaram as maiores produções foram Bucaneiro, Ambrosia e Grande Naine (29,98; 25,48 e 24,19 kg, respectivamente). O número de folhas vivas no florescimento variou de 19,75 (Prata Anã) a 11,67 (Bucaneiro), e, na colheita, de 10,58 (YB42-07) a 6,17 (PA42-19). Os genótipos YB42-07, FHIA-18 e Thap Maeo foram as que apresentaram maior número de folhas vivas na colheita (10,58; 10,08 e 9,83, respectivamente). Os agrupamentos dos genótipos quanto às características DF e DC não foram semelhantes. Houve um maior número de agrupamentos para a variável DF, enquanto que para DC todos os genótipos foram agrupados em apenas dois agrupamentos.

Apesar de o primeiro ciclo não ser um bom parâmetro para avaliação, pois muitas características somente se estabilizam a partir do segundo ciclo, alguns genótipos apresentam resultados promissores.

Tabela 1. Médias de variáveis observadas no primeiro ciclo de produção de 20 genótipos de bananeira no Baixo São Francisco. Aracaju, SE, 2006.

Genótipo s	Variáveis ¹						
	ALT	NFF	PC	NFRU	PMFR	NFC	DF
Bucaneiro	3,00 b	11,67 e	29,98 a	149,17 b	187,9 a	8,41 b	291,67 b
Ambrosia	3,00 b	12,91 e	25,48 b	138,33 b	167,7 b	7,25 c	277,67 b
YB42-07	3,08 b	15,58 c	17,57 c	125,33 c	132,4 c	10,58 a	286,17 b
YB42-21	3,25 b	13,25 e	17,98 c	92,33 e	187,7 a	8,50 b	317,00 a
PA42-28	2,41 d	17,50 b	13,72 d	81,67 e	155,8 c	8,17 b	217,75 d
PA42-44	2,33 d	17,25 b	13,67 d	84,00 e	150,3 c	8,25 b	223,33 d
PA42-19	2,67 c	16,50 c	13,98 d	90,67 e	142,8 c	6,17 c	232,25 c
PA42-38D	2,75 c	16,08 c	13,78 d	100,33 d	125,4 c	7,17 c	220,16 d
FHIA-18	2,50 c	16,00 c	18,41 c	126,67 c	132,9 c	10,08 a	229,58 d
PV42-68	3,50 a	15,00 c	18,12 c	83,83 e	197,8 a	7,67 b	249,67 c
PV42-85	3,75 a	15,75 c	18,53 c	85,08 e	203,8 a	7,25 c	261,08 b
PV42-53	3,67 a	16,00 c	19,66 c	87,58 e	209,9 a	7,67 b	275,83 b
FHIA-02	2,25 d	15,50 c	18,10 c	128,00 c	129,2 c	8,41 b	218,50 d
ST42-08	3,25 b	14,58 d	13,70 d	71,75 e	178,4 b	8,17 b	253,25 c
G. Naine	2,17 d	15,33 c	24,18 b	119,17 c	189,4 a	8,08 b	237,67 c
Maçã	3,41 a	15,91 c	17,99 c	125,33 c	130,8 c	7,00 c	290,91 b
Thap Maeo	3,08 b	16,41 c	20,11 c	201,50 a	93,4 d	9,83 a	273,67 b
Caipira	3,25 b	12,58 e	17,84 c	143,50 b	114,6 d	6,58 c	321,41 a
Prata Anã	2,08 d	19,75 a	14,40 d	108,33 d	116,3 d	8,58 b	207,75 d
Pacovan	3,08 b	18,67 a	14,32 d	78,83 e	164,4 b	6,91 c	240,33 c

¹Médias seguidas pela mesma letra nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de agrupamento de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A maioria dos materiais avaliados vem apresentando uma boa adaptação às condições edafoclimáticas da região do Baixo São Francisco. Após a avaliação dos dados do segundo ciclo de produção, poderão ser apresentados resultados mais conclusivos.

BIBLIOGRAFIA.

- SILVA, S. de O.; MATOS, A. P.; ALVES, E. J. 1998. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 33, n. 5, p. 693-703.
- IBGE, 2006. disponível em <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp>. Acesso em: 04 de abril de 2006.

¹pesquisador da Embrapa Tabuleiros Costeiros Avenida Beira Mar, 3250-Caixa Postal 44-B. 13 de Julho- Aracaju-SE Tel. (79) 40091362. Brasil

²pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical Rua Embrapa, s/n – Caixa Postal 007 – Cruz das Almas – BA, 44.380-000. s/n Tel. (75) 3621800. Brasil

AVALIAÇÃO DO POLIMORFISMO EM MUTANTES PRESUMÍVEIS DE BANANA (*Musa spp.*) USANDO AFLP

AVALIATION OF POLYMORPHISM IN PRESUMED MUTANTS OF BANANA (*Musa spp.*) USING AFLP

José Carlos Fialho de Resende¹, Augusto Tulmann Neto², Antônio Vargas de Oliveira Figueira² & Débora Sanae Nishimura³

SUMMARY: Molecular markers reveal polimorfismos of DNA among related individuals. The analyses were accomplished with markers AFLP in 25 samples of leaves of banana plants of the cultivars Pacovan and Pacovan Ken, originating of mutation induction and of variation somaclonal, with the objective of confirming, at the molecular level, the variability fenotípica observed in field. It was used 64 equal of 'primers' initially, and the genotipagem of the samples was made with 14 combinations in the end of the study. It was reached the conclusion that the markers used AFLP were suitable in identifying the polimorfismo among the possible mutants of the two cultivate studied.

INTRODUÇÃO

A técnica AFLP (Vos et al., 1995) surge como opção no mapeamento de sistemas com poucos marcadores disponíveis ou naqueles com mapas que necessitam extensão de cobertura genômica (Boivin et al., 1999), pois é capaz de gerar uma elevada quantidade de informação em tempo curto, resolvendo até uma centena de marcadores em um único gel. Outras razões para seu uso são: boa reprodutibilidade em razão de elevada estrigência, em reações de PCR, não necessidade de informação prévia do DNA a ser amplificado, quantidade mínima requerida de DNA de boa qualidade, boa resolução para detectar polimorfismos em decorrência do elevado número de marcadores gerados e combinações de 'primers' disponíveis, além da herança mendeliana de seus marcadores. Uma limitação seria a dificuldade em identificar marcadores homólogos (alelos). O objetivo desse trabalho foi avaliar os diferentes graus de polimorfismo em mutantes presumíveis de bananeira, das cultivares Pacovan e Pacovan Ken, provenientes da irradiação com raios gama e de variação somaclonal.

MATERIAL E MÉTODOS

Os trabalhos de análise molecular foram realizados no Laboratório de Melhoramento de Plantas do Centro e Energia Nuclear na Agricultura (USP/CENA), em Piracicaba/SP. Realizou-se coleta de folhas novas das cultivares de bananeira Pacovan (AAB) e Pacovan Ken (AAAB), em 25 plantas distintas. Para a cultivar Pacovan, duas amostras foram provenientes das plantas usadas como controle, uma originada da irradiação com 10 Gy de raios gama, cinco com 20 Gy, duas com 30 Gy, além de uma amostra proveniente de doze subcultivos. As amostras da 'Pacovan Ken' foram as seguintes: duas do controle, uma de 10 Gy, uma de 20 Gy, nove de 30 Gy e uma planta proveniente da irradiação com 50 Gy. O principal critério para a seleção das plantas foi através da avaliação das médias de altura no primeiro ciclo de produção, identificando-se aquelas que possuíam o menor porte. A extração e a quantificação do DNA seguiu recomendação de Doyle & Doyle (1990) e a obtenção dos marcadores AFLP acompanhou as recomendações do fabricante do kit AFLP 'Analysis Sistem I'. Foram utilizadas 64 combinações de pares de 'primers' possíveis (8 'primers' de *EcoRI* e 8 'primers' de *MseI*), nos testes iniciais, sendo que a genotipagem do grupo de amostras foi realizada por fim,

com 14 combinações de 'primers'. Em cada gel, além dos DNAs das amostras, foi utilizado um marcador de 100 pb.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da combinação de 'primers' E-AAG/M-CAA identificou que o maior grau de polimorfismo em comparação com a planta do controle da cultivar Pacovan, foi a da planta 220, proveniente de doze subcultivos. As outras oito amostras resultaram em extensão de polimorfismos em graus variados (Figura 1A). Para a mesma combinação de 'primers', os DNAs das plantas de 'Pacovan Ken' (Figura 1B) mostraram-se bastante polimórficos em relação ao controle, sendo que o maior grau verificado foi para a planta proveniente da irradiação *in vitro* com 50 Gy de raios gama (planta 1179), com 14 padrões de bandas diferentes ao do controle.

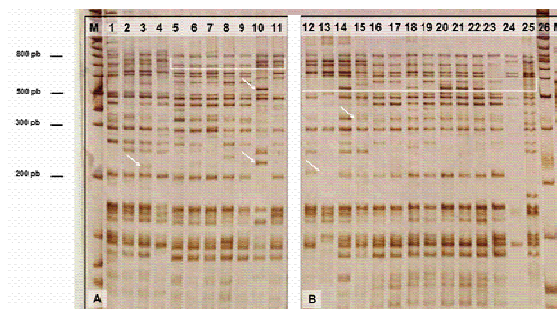


Figura 1. Polimorfismo de bandas em gel de AFLP para identificação de mutantes presumíveis, em três áreas experimentais. (A) Plantas da cultivar Pacovan: plantas controles 1274 e 407 (1 e 11), planta 884 (2), planta 979 (3), planta 1253 (4), planta 650 (5), planta 930 (6), planta 204 (7), planta 131(8), planta 1385 (9), planta 220 (10). (B) Plantas da cultivar Pacovan Ken: plantas controles 1333 e 1406 (12 e 26), planta 1076 (14), planta 1113 (15), planta 680 (16), planta 1353 (17), planta 258 (18), planta 232 (19), planta 15 (20), planta 1431 (21), planta 113 (22), planta 89 (23), planta 43 (24), planta 1179 (25).

CONCLUSÃO

O uso de marcadores moleculares AFLP permitiu identificar diferentes graus de polimorfismos entre os possíveis mutantes das duas cultivares estudadas, em relação aos seus controles.

REFERÊNCIAS

- BOIVIN, K.; DEU, M.; TROUCHE, G.; HAMON, P. Towards a saturated sorghum map using RFLP and AFLP markers. *Theoretical and Applied Genetics*, New York, v.98, p.320-328, 1999.
- DOYLE, J. J.; DOYLE, J. L. Isolation of plant from fresh tissue. *Focus*, Rochester, v.12, n.1, p.13-15, 1990.
- VOS, P.; HOGERS, R.; BLEEKER, M.; REIJANS, M.; van de LEE, T.; HORNES, M.; FRIJTERS, A.; POT, J.; PELEMAN, J.; ZABEAU, M. AFLP: a new technique for DNA fingerprinting. *Nucleic Acid Research*, v.23, p.4407-4414, 1995.

¹ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Caixa Postal 12, CEP 39.440-000, Janaúba-MG, e-mail jresende@epamig.br

² Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Professor da Universidade de São Paulo, CEP 13.400-970, Piracicaba-SP, e-mail tulmann@cena.usp.br; figueira@cena.usp.br

³ Mestranda da Universidade de São Paulo, CEP 13.400-970, Piracicaba-SP, e-mail dsanae@cena.usp.br

FERTILIZAÇÃO *IN VIVO* DE BANANEIRA

IN VIVO FERTILIZATION OF BANANA

Taliane Leila Soares¹; Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa¹; Antônio da Silva Souza²; Lucymere Souza Moraes³; Onildo Nunes de Jesus⁴; Everton Hilo de Souza¹; Sebastião de Oliveira e Silva² & Janay Almeida Santos-Serejo².

SUMMARY: Wild bananas are diploids, whereas many commercial varieties are triploids. Triploid cultivars from the Cavendish subgroup present sterility due to innumerable causes but it is not yet well known which pre-zygotic barriers are they that hamper ovule fertilization. The objective of the present work was to compare the development of ovules from diploids (AA) and triploid (AAA) from the Cavendish subgroup after *in vivo* pollination. Controlled pollinations were carried out in flowers of twenty diploid and twenty triploid plants using pollen grains from the male genitor, the M-53 (AA) diploid. Samples of flowers were taken daily from 1 to 38 days after pollination. It was observed that ovules from diploids gradually increased in size, initiating a process of seed formation, whereas in the other triploids, a decrease in the size of the ovules occurred as the fruits developed, characterizing the non fertilization. The flowers from the cultivars from the Cavendish subgroup presented necrosis in the initial part of the ovary, detected as soon as the first day after pollination; not only in plants which were pollinated, but also in the control. This fact can probably be related to the lack of seeds in bananas of this subgroup.

INTRODUÇÃO

As cultivares de bananeira do subgrupo Cavendish (AAA) são as preferidas no mercado internacional devido a sua palatabilidade, qualidade dos frutos e alto rendimento. Estas cultivares são suscetíveis a Sigatoka-negra, o que eleva o custo de produção e pode levar a perda de 100% do rendimento. O melhoramento genético é dificultado pela esterilidade das cultivares do subgrupo Cavendish, causada por barreiras pre-zigóticas ou pós-zigóticas que impedem a fertilização dos óvulos (Shepherd, 1984). O objetivo do estudo foi investigar o processo de fertilização de bananeira *in vivo* através da comparação do desenvolvimento dos óvulos em diplóides melhorados e cultivares triplóides do subgrupo Cavendish.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas polinizações manuais (polinização cruzada) no campo, utilizando-se 20 indivíduos diplóides (AA) gerados pelo programa de melhoramento da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical e 20 triplóides (AAA) do subgrupo Cavendish. Duas plantas de cada ploidia foram utilizadas como controle, sendo avaliado o desenvolvimento dos óvulos na ausência de polinização. As inflorescências femininas foram protegidas um dia antes da antese (abertura floral), para evitar possíveis contaminações por pólen trazido por insetos. O pólen utilizado foi oriundo das anteras do diplóide (AA) M-53 coletado na antese, que foi selecionado em função de apresentar alta percentagem de germinação *in vitro* dos grãos de pólen. Foi polinizada uma a duas pencas por dia, mantendo a proteção dos frutos até a última emissão da penca, para evitar a entrada de formigas e outros insetos que pudessem trazer pólen de outras plantas ou até mesmo retirar o pólen recém distribuído. Foram realizadas coletas diárias de amostras de flores com um a trinta dias após a polinização e avaliado o diâmetro do óvulo, com auxílio de um estereomicroscópio, utilizando-se ocular e lâmina micrométrica. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em esquema fatorial (genótipo x dias) sendo composto por 3 repetições, e mensurado 30 óvulos/repetição. Os dados foram analisados pelo programa (SAS, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Cortes longitudinais da flor feminina mostraram a ocorrência de uma necrose na porção inicial do ovário das cultivares triplóides, em uma frequência de quase 100%, já no primeiro dia após a polinização, tanto em plantas que foram polinizadas quanto no tratamento controle, o que não aconteceu nos diplóides (Figura

1). Este fato pode estar relacionado à esterilidade que ocorre nas bananeiras do subgrupo Cavendish. Na região necrosada pode estar sendo produzidas substâncias que afetam o crescimento do tubo polínico, impedindo a ocorrência de fertilização. Os valores médios apresentados na Figura 2, evidenciam que um dia após a polinização, os óvulos dos diplóides e triplóides apresentaram, respectivamente, um diâmetro de 0,90 mm e 1,4 mm. Entretanto, à medida que transcorreram os dias após a polinização ocorreu um aumento no tamanho dos óvulos nos diplóides e redução dos mesmos nas cultivares triplóides, atingindo em média 1,8 mm e 0,8 mm, respectivamente, 30 dias após a polinização. Com trinta dias após a polinização verificou-se que o diplóide 9187-02 apresentou maior tamanho médio dos óvulos (4,4 mm) enquanto que no triplóide Nanicao Rossete obteve 0,93 mm. Estes dados corroboram com Fortescue e Turner (2005), que observaram que na antese diplóides e triplóides apresentam padrão de desenvolvimento óvulos aparentemente similar, entretanto, depois da antese os óvulos dos triplóides começam a murchar semelhante a óvulos de diplóides não fertilizados.



Figura 1. Inflorescência feminina da bananeira dois dias após a polinização (a-c). a) Diplóide 86B79-12, sem necrose na região distal do ovário; b) 'Grande Naine Rossete' apresentando necrose na região distal do ovário. Desenvolvimento dos óvulos 30 dias após a polinização no diplóide 1304-06 (d) e na cultivar triplóide Nanicao Rossete (e).

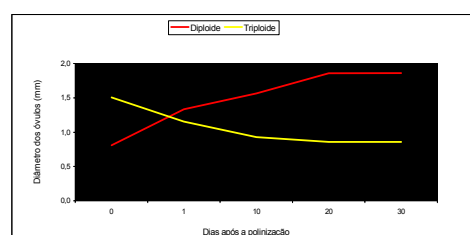


Figura 2. Alterações no diâmetro do óvulo de diplóides AA de bananeira e triplóides AAA, um a trinta dias após a polinização manual.

CONCLUSÃO

Os óvulos de diplóides aumentaram de tamanho ao longo dos dias após a polinização, enquanto que nos triplóides ocorreu murramento e regressão dos óvulos.

REFERÊNCIAS

1. FORDESCUE, J. A.; TURNER, D.W. The anatomy of ovule ontogeny of banana, plantain and enset (Musaceae). Scientia Horticulturae, v. 104, p. 479-492, 2005.
2. SHEPHERD, K. Taxonomia e caracterização de cultivares de banana. Cruz das Almas, BA: Embrapa CNPMF, 5p, 1984.

¹ Departamento em Fitotecnia, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 44.380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil.

² Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa, s/nº, C.P. 007, 44.380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: janay@cnpmf.embrapa.br

³ Departamento de Melhoramento Genético de Plantas, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil

FINGERPRINTING DE VARIEDADES ELITES DE BANANEIRA

FINGERPRINTING OF ELITE BANANA VARIETIES

Onildo Nunes de Jesus¹; Cláudia Fortes Ferreira²; Sebastião de Oliveira e Silva³; Terezinha Rangel Câmara⁴; Kátia Nogueira Pestana⁵ & Taliane Leila Soares⁶

SUMMARY: The objective of the present work was to characterize 14 banana varieties being released by Embrapa using RAPD and SSR molecular markers. The markers were efficient in discriminating the cultivars and clustering them according to ploidy level, genomic group and origin, also enabling the elaboration of the fingerprint of most of the cultivars evaluated.

INTRODUÇÃO

Com a criação da Lei de Proteção de Cultivares, o direito de proteger uma nova variedade foi instituído. Portanto, a caracterização de novos genótipos de bananeira se torna necessária para minimizar o risco de aquisição ilegal de cultivares. A caracterização em banana vem sendo efetuada somente por descritores morfológicos. Entretanto, esses apresentam algumas limitações por serem influenciados pelo ambiente e dependerem do estágio de desenvolvimento da planta. O objetivo do presente trabalho foi caracterizar 14 variedades de bananeira lançadas pela Embrapa, por meio de marcadores do tipo RAPD e microssatélites (SSR's).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados molecularmente os genótipos: Caipira e Nam (AAA), Bucaneiro e FHIA-02 (AAAA), Thap Maeo (AAB) e os híbridos do grupo AAAB: Tropical, PA42-44, Prata Graúda, FHIA-18, FHIA-01, FHIA-21, Pacovan Ken, Garantida e Preciosa. Utilizaram-se 47 *primers* de RAPD e 37 *primers* de SSR. A eletroforese para os marcadores RAPD correu em gel de agarose 1,5% durante 3h a 90 V. O resultado da amplificação dos marcadores SSR foi resolvido em um gel de poliácridamida 5% a 80 W por 90 min. (Creste et al., 2001). Os resultados das amplificações foram avaliados como presença (1) e ausência de bandas (0) expressos na forma de um dendograma, onde utilizou-se o coeficiente de dissimilaridade de Jaccard.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral não houve grandes diferenças nos agrupamentos comparando os resultados dos dois marcadores, RAPD e SSR (Figura 1). Os dendogramas separaram as cultivares em função da ploidia, constituição genômica e origem dos híbridos obtidos. No geral, as cultivares originadas de um mesmo genitor masculino e/ou feminino, classificaram-se no mesmo grupo. Cultivares como Preciosa, Garantida e Pacovan Ken foram classificadas no mesmo grupo e apresentaram alta similaridade genética. Tal fato pode ser corroborado também pelas características morfológicas muito parecidas entre essas cultivares. Ressalta-se o fato das cultivares (Preciosa e Pacovan Ken) serem irmãos-completos e a Garantida ser meio irmão dessas. Os marcadores microssatélites apresentaram maior capacidade discriminatória (Figura 2). Com a utilização do *primer* AGMI24-25, foi possível caracterizar sete dos 14 genótipos avaliados.

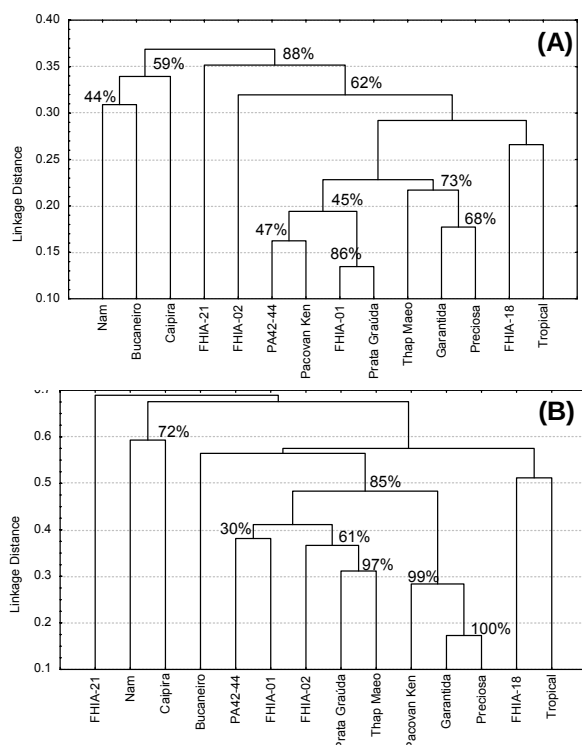


Figura 1. Dendograma das relações genéticas entre cultivares e híbridos de bananeira obtido por RAPD (A) e Microssatélites (B), gerado pelo coeficiente de dissimilaridade de Jaccard.

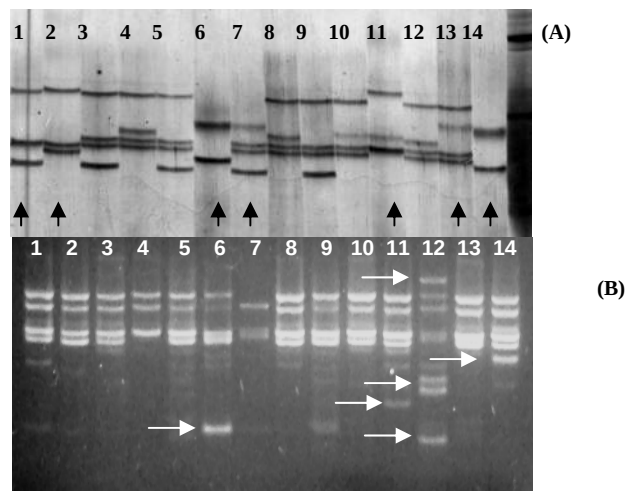


Figura 2. Amplificação do DNA com o *primer* AGMI24-25 (A) e OPO-02 (B). Setas indicam marcadores moleculares de genótipo-específico.

CONCLUSÃO

As análises de RAPD e SSR conseguiram separar 14 variedades segundo os grupos genômicos e quanto ao nível de ploidia para a maioria dos genótipos avaliados. O uso de marcadores de DNA, foi possível obter um *fingerprinting* dos genótipos avaliados.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.

- CRESTE, S.; TULMANN NETO, A.; FIGUEIRA, A. Detection of single sequence repeat polymorphism in denaturing polyacrylamide sequencing gels by silver staining. *Plant Molecular Biology Reporter*. v. 19, p. 299 – 306, 2001.

¹ Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Genética e Melhoramento de Plantas, Bolsista CAPES, UFRPE, Cruz das Almas, BA, E-mail: onildonunes@yahoo.com.br
² Engenheira Agrônoma, D.Sc. Pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Caixa Postal 007, CEP 44380-000, Cruz das Almas-BA, e-mail: claudiaf@cpmf.embrapa.br
³ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Caixa Postal 007, CEP 44 380-000, Cruz das Almas-BA, e-mail: ssilva@cpmf.embrapa.br
⁴ Professora Adjunta, D.Sc, Universidade Federal Rural de Pernambuco, E-mail: tkrcamara@bol.com.br
⁵ Bolsista de PIBIC/CNPq – Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, C.P. 007, CEP 44.380-000 Cruz das Almas, BA, e-mail: katypestana@yahoo.com.br
⁶ Engenheira Agrônoma, M.Sc. Ciências Agrárias/ Fitotecnica, Bolsista CAPES, Cruz das Almas, BA, E-mail: talianeleila@hotmail.com

GERMINAÇÃO *IN VITRO* E VIABILIDADE DE GRÃOS DE PÓLEN EM BANANEIRAS DIPLÓIDES

IN VITRO GERMINATION AND VIABILITY OF POLLEN GRAINS IN BANANA DIPLOIDS

Taliane Leila Soares¹; Maria Angélica Pereira de Carvalho Costa²; Antônio da Silva Souza²; Lucymaire Souza Moraes³; Onildo Nunes de Jesus⁴; Everton Hilo de Souza¹; Sebastião de Oliveira e Silva² & Janay Almeida Santos-Serejo².

SUMMARY: The objective of the present work was to evaluate the influence of pH in the *in vitro* germination and the viability of pollen grains of banana diploids resistant to black-Sigatoka generated by the breeding program at Embrapa Cassava and Tropical Fruits. The pollen grains were inoculated in culture medium containing 15% sucrose, 0.01% H₃BO₃, 0.01% KNO₃, 0.03% Ca(NO₃)₂·4H₂O, 0.02% MgSO₄·7H₂O, solidified with 0.8% agar and pH adjusted to 5.8 or 7.0. Pollen viability was evaluated by the coloration with 1% acetic carmine. The highest percentages of germination were obtained for the 9187-01 (90.0%) and M-53 (89.7%) genotypes in medium with pH 7.0. However, the length of the pollen tube of the 9187-01 genotype was approximately two times smaller (1.79mm), when compared to the M-53 (3.84mm) genotype. The viability for the genotypes evaluated was superior to 85%, even for the diploids that presented low percentage of *in vitro* germination.

INTRODUÇÃO

A bananeira (*Musa* spp.), é de grande importância econômica e social sendo uma fonte contínua de alimentos, uma vez que pode ser produzida o ano todo. Estudos sobre a germinação *in vitro* de grãos de pólen de bananeira auxiliarão a identificar os gametas masculinos com alta viabilidade para ser usada em programas de hibridação (Krishnakumar et al., 1992). No melhoramento da bananeira os diploides (AA) são usados para cruzamentos com triploides (cultivares AAB) para geração de tetraploides AAAB, que apresentam qualidade de frutos, produtividade e resistência à doenças (Silva, et al. 2001). O objetivo desse estudo foi determinar o efeito de diferentes pHs sobre a germinação *in vitro* de grãos de pólen e o crescimento do tubo polínico, bem como examinar a viabilidade do pólen de bananeiras diplóides (AA) geradas pelo programa de melhoramento genético da bananeira da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.

MATERIAL E MÉTODOS

O material vegetal utilizado foram grãos de pólen (AA) listados na Tabela 1, oriundos de flores coletadas na antese. Os grãos de pólen sem qualquer processo de desinfestação, os grãos de pólen de cada genótipo listado na Tabela 1, oriundos de flores coletadas na antese foram inoculados em 40 mL de meio de cultura contendo 15% de sacarose, 0,01% de ácido bórico, 0,01% de nitrato de potássio, 0,03% de nitrato de cálcio e 0,02% de sulfato de magnésio, solidificado com 0,8% de ágar, previamente distribuído em placas de Petri, subdivididas em quadrantes, cada uma representando uma repetição, totalizando 12 repetições para cada pH estudado (5,8 e 7,0). As placas foram mantidas em condições controladas de temperatura de 27±1°C, no escuro antes de se realizar a contagem dos grãos de pólen germinados e a medição do comprimento do tubo polínico, 24 e 48 horas após a inoculação em meio de cultura, respectivamente. Considerou-se grãos de pólen germinados quando o comprimento do tubo polínico foi igual ou maior ao diâmetro do próprio grão de pólen. Para análise da viabilidade os grãos de pólen foram retirados de anteras

oriundas de flores recém-abertas, corados com carmim acético a 1%, e observadas ao microscópio ótico. Estimou-se o percentual de fertilidade do pólen que representou a taxa entre o número de grãos de pólen corados (viáveis) e não corados e com citoplasma retraído (não viáveis). O estudo foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições para cada genótipo. Os dados foram analisados pelo programa SAS (2000) e as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As mais altas percentagens de germinação foram obtidas para os diplóides 9187-01 (90,0%) e M-53 (89,7%), quando os grãos de pólen foram cultivados em meio com pH ajustado para 7,0 (Figura 1a). Entretanto, para a variável comprimento do tubo polínico, o genótipo 9187-01 foi aproximadamente duas vezes menor (1,79 mm), quando comparado ao M-53 (3,84 mm). O genótipo 8987-01, apresentou metade da percentagem de germinação em relação aos diplóides 9187-01 e M-53 e crescimento intermediário do tubo polínico (Figura 1b). No presente estudo, houve eclosão dos grãos de pólen para alguns genótipos (Figura 1c). A coloração com carmim acético mostrou-se eficiente para diferenciar pólen viáveis e inviáveis (Figura 1d). Entre os genótipos estudados, quinze deles apresentaram-se viabilidade acima de 90% (Tabela 1).

Tabela 1. Comparação de média (± desvio) do genótipo e o pH do meio de cultura e da viabilidade polínica em diplóides de bananeira.

Genótipo	Germinação de pólen (%)		Comprimento do tubo polínico (mm)		Viabilidade (%)
	pH 5.8	pH 7.0	pH 5.8	pH 7.0	
9187-01	81.75 ± 4.33Bb	90.00 ± 6.37Aa	1.91 ± 0.60Ac	1.79 ± 0.40Af	97.66a
M-53	80.08 ± 6.22Ba	89.66 ± 4.00Aa	3.19 ± 1.31Ba	3.84 ± 1.45Ab	98.33a
8987-01	42.03 ± 10.0Ac	33.33 ± 7.82Bb	3.09 ± 1.08Aa	2.19 ± 1.16Bd	87.33b
4154-08	21.00 ± 5.88Bd	30.08 ± 8.29Ab	3.19 ± 1.52Ba	4.25 ± 3.77Aa	93.00a
4285-02	13.94 ± 4.83Be	15.39 ± 5.59Ac	2.65 ± 1.03Ab	2.65 ± 1.07Ac	94.66a
7341-03	13.87 ± 2.59Ae	17.30 ± 3.25Ac	0.85 ± 1.38Ae	0.79 ± 0.94Aq	95.66a
87A79-01	10.75 ± 5.24Ae	12.07 ± 3.07Ad	2.18 ± 0.62Bc	2.47 ± 1.09Ac	96.66a
5854-03	9.55 ± 4.46Af	9.28 ± 3.75Ae	2.07 ± 0.87Ac	1.91 ± 1.00Ae	90.00b
SH3263	8.90 ± 2.66Af	12.70 ± 3.97Ad	1.12 ± 1.07Bd	1.52 ± 1.13Af	93.33a
5012-02	8.26 ± 2.55Af	8.17 ± 3.71Ae	2.14 ± 0.91Ac	1.90 ± 1.03Ae	92.33a
4279-06	7.63 ± 3.32Af	8.82 ± 2.88Ae	1.24 ± 1.18Ad	0.82 ± 1.03Bq	88.33b
9187-02	7.10 ± 2.19Bf	12.47 ± 3.28Ad	1.02 ± 0.83Bd	2.30 ± 0.92Ad	86.33b
86B79-12	6.15 ± 1.76Af	8.31 ± 4.80Ae	2.13 ± 1.07Ac	2.02 ± 0.99Ae	96.33a
86B79-10	4.82 ± 1.52Ag	8.67 ± 3.70Ae	0.57 ± 0.75Ae	0.74 ± 0.84Aq	93.00a
7341-01	3.82 ± 1.82Ag	7.96 ± 4.79Ae	0.76 ± 0.95Be	1.55 ± 0.97Af	92.33a
TH03-01	3.28 ± 2.39Ag	2.98 ± 1.12Af	1.36 ± 1.27Ad	0.67 ± 0.88Bq	88.00a
8694-15	3.26 ± 1.69Bg	11.53 ± 4.11Ad	0.55 ± 0.69Be	1.68 ± 0.84Af	92.00a
2803-01	3.00 ± 1.02Ag	4.46 ± 1.17Af	1.19 ± 0.68Bd	1.74 ± 0.86Af	93.33b
9179-03	2.33 ± 0.86Ag	6.69 ± 1.38Af	1.40 ± 0.78Bd	1.72 ± 0.84Af	97.00a
9179-13	1.81 ± 0.74Ag	3.87 ± 2.98Af	0.64 ± 0.80Ae	0.74 ± 0.81Aq	95.33a
C. V (%)	29.99	66.98	3.35		

Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na linha não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Scott-Knott. Médias seguidas por letras minúsculas iguais na coluna não são diferentes entre si.

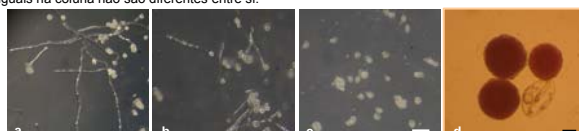


Figura 1. Germinação *in vitro* de grãos de pólen de híbridos diplóides de bananeira, em meio de cultura com pH 7,0 (a-c). a) M-53, alta percentagem de germinação e tubo polínico longo; b) 8987-01, menor crescimento do tubo polínico em relação ao M-53; c) 2801-03, eclosão dos grãos de pólen. Barra = 1,2 mm; d) Coloração com carmim acético dos grãos de pólen viáveis. Grãos de pólen não viáveis não coraram (seta). Barra = 0,9 mm.

CONCLUSÃO

A viabilidade dos grãos de pólen dos diferentes genótipos testados foi superior à percentagem de germinação *in vitro*, indicando que as condições de cultivo utilizadas não se mostraram adequadas para todos os genótipos testados, necessitando, portanto de ajustes.

REFERÊNCIAS

- KRISHNAKUMAR, M. P.; VALSALAKUMARI, P. K.; ARAVINDAKSHAN, M. Pollen production, fertility and viability in different nodes of the banana cultivars. *Agric. Res. Kerala*. v. 30, p. 53-57, 1992.
- SILVA, S. O.; SOUZA Jr, M. T.; ALVES, E.J.; SILVEIRA, J. R.S.; LIMA, M.B. Banana breeding program at Embrapa. *Crop Breeding and Applied Biotechnology*, Londrina, v. 1, n. 4, p. 399-436, 2001.

¹ Departamento em Fitotecnica, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 44.380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil.

² Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Rua Embrapa, s/nº, C.P. 007, 44.380-000, Cruz das Almas, BA, Brasil. E-mail: janay@cnpmf.embrapa.br

³ Bolsista de DTR-2/Fapesb/Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.

⁴ Departamento de Melhoramento Genético de Plantas, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE, Brasil

IDENTIFICAÇÃO E SELEÇÃO DE GENÓTIPOS SILVESTRES DE BANANEIRA PARA PRODUÇÃO DE MINIFRUTOS ORNAMENTAIS

IDENTIFICATION AND SELECTION OF BANANA WILD GENOTYPES TO ORNAMENTAL MINIFRUIT PRODUCTIONS

Fernanda Vidigal D. Souza¹; Janay Almeida dos Santos-Serejo;
Everton Hilo de Souza²; Sebastião de Oliveira e Silva & Márcio
Eduardo Canto Pereira

SUMMARY: The aim of this work was to identify and evaluate the wild genotypes to ornamental minifruits production. The banana minifruits has been considered an attractive ornamental product. Some characteristics has been considered to make the selection of the best genotypes: size (5 to 7 cm) and shape of the fruits; fruits length and fruits diameter number of fruits in the bunch and number of hands in the bunch. The BERLIN variety was one of the selected diploid.

INTRODUÇÃO

O potencial das flores tropicais, tanto no mercado interno, quanto no mercado externo tem incrementado a procura por novidades, já que a beleza e o perfil exótico das nossas flores parece encantar cada vez mais os consumidores brasileiros e estrangeiros. Neste panorama, as fruteiras ornamentais surgem como mais uma alternativa desse mercado promissor (Souza et al, 2005). Além de proporcionarem plantas de efeito paisagístico a serem utilizadas em jardins e parques, podem também ser comercializadas em vasos ou como flores de corte e folhagens. Adicionalmente, muitas variedades silvestres de fruteiras se caracterizam por possuir frutos pequenos, extremamente ornamentais e que podem ser usados em diferentes arranjos, como é o caso, principalmente das bananeiras silvestres e de outras fruteiras como citrus e abacaxi. (Figura 1).



Figura 1. Arranjos com minifrutos ornamentais de banana e outras fruteiras como citrus e abacaxi.

A *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical* possui uma coleção de germoplasma de bananeira que conta atualmente com 400 acessos, sendo vários deles considerados ornamentais, que apresentam porte baixo, folhagem exuberante e inflorescência de coloração variada, alguns dos quais já são comercializados como ornamentais. Contudo, a variabilidade existente pode ser melhor explorada visando a geração de novas variedades, por meio de cruzamentos controlados. Além disso, existem nesse banco de germoplasma, diversos acessos diplóides que produzem frutos muito pequenos, os quais podem ser utilizados como ornamentais. Na Figura 2A, são apresentados frutos em tamanho considerados adequados à comercialização como banana de mesa e minifrutos que podem ser usados como ornamentais. Os minifrutos de banana para arranjos florais constituem uma novidade que encanta os consumidores, mas ainda não são explorados comercialmente, representando uma inovação para o mercado de ornamentais.

MATERIAL E MÉTODOS

Esse trabalho está sendo realizado no Banco de Germoplasma da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, usando como material vegetal, genótipos diplóides, resistentes à Sigatoka negra. Como não existem trabalhos de referência, para a seleção preliminar dos genótipos de interesse, estão sendo consideradas principalmente as características morfológicas dos frutos e da penca, tais como: formato dos dedos (sem ondulações); tamanho dos dedos (tamanhos considerados para seleção: de 5 a 7 cm) e o nº de dedos de um cacho. Outra característica que está sendo considerada importante na seleção é a largura da almofada, já que pencas que apresentam almofadas estreitas são danificadas ao serem retiradas do cacho, prejudicando os procedimentos pós-colheita. A distância entre as pencas deve ser suficiente para permitir um bom despencamento sem ferir os frutos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variabilidade no que se refere a essas características pode ser observada em três diferentes genótipos, Berlin (AA), 7341-03 (AA), e o 1318-06 (AA) na Figura 2B. O genótipo 1 apresenta frutos bem formados, medindo em torno de 6 cm, com um bom número de dedos (uma média de 12 por penca), e uma distância aceitável entre pencas. O genótipo 2 possui frutos sinuosos, com diâmetro pequeno, inadequados para o objetivo do trabalho, ainda que tenha uma distância entre pencas, considerada boa. O genótipo 3 possui dedos muito juntos, mal formados e nenhuma distância entre pencas, o que o torna igualmente indesejável para uso ornamental. As características das pencas desses genótipos podem ser observadas mais detalhadamente na Figura 2C. A Figura 2D mostra a variedade BERLIN, selecionada entre os diplóides resistentes à Sigatoka negra e com características de frutos e formato de penca, bem próximos ao ideal.

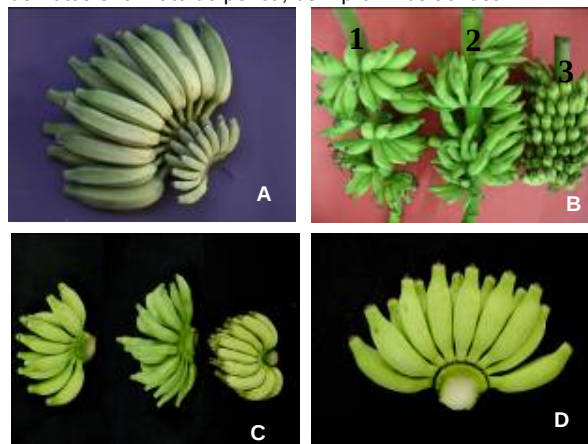


Figura 2. Proporção entre frutos comestíveis e minifrutos ornamentais (A); genótipos diplóides com diferentes características de minifrutos (B); detalhamento das pencas (C); genótipo BERLIN, selecionado por suas características (D).

As variedades ornamentais devem ser resistentes às principais doenças da cultura, a fim de não causar prejuízos econômicos aos bananicultores. Com base nessas premissas, estão sendo identificados e selecionados vários acessos dentre os diplóides melhorados para resistência à Sigatoka negra, os quais serão multiplicados para avaliações de durabilidade e pós-colheita (tempo de prateleira), assim como estudos de viabilidade econômica e mercado.

BIBLIOGRAFIA

1. SOUZA, F.V.D.; CABRAL, J.R.S.; SANTOS-SEREJO, J. A.; CASTELLAN, M. S; RITZINGER, R.; PASSOS, O.S. Pesquisas em andamento com fruteiras ornamentais IN: 12ª International Week of Fruit Crop, Floriculture and Agroindustry. Frutal 2005. Anais... Fortaleza, 2005. CD room.

¹ Pesquisadores D.Sc. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical;
fernanda@cnpmf.embrapa.br

² Estudante de graduação da UFRB; bolsita PIBIC Cnpq.

REDUÇÃO DA ALTURA DE PLANTAS DE BANANEIRA (*Musa spp.*) ATRAVÉS DO USO DE RAIOS GAMA E VARIAÇÃO SOMACLONAL

REDUCING PLANT HEIGHT OF BANANA (*Musa spp.*) BY USE GAMMA-RAY AND SOMACLONAL VARIATION

José Carlos Fialho de Resende¹; Augusto Tulmann Neto²; Sebastião de Oliveira e Silva³ & Sônia M. N. Montes⁴

SUMMARY: Obtaining cultivars and híbridos with lower height and resistance to the main pests are the current priorities in banana breeding programs. For that, there is a recommendation to associate mutation induction to *in vitro* culture techniques, especially because it allows selecting and propagating the most promising mutants. We aimed at selecting banana plant mutants with lower height from populations of Pacovan and Pacovan Ken cultivars originated from either somaclonal variation or *in vitro* plants irradiated with gamma-rays. In the three experimental areas, 23 plants were selected as supposed mutants from 2,058 plants from the Pacovan cultivar, being seven originated from the twelfth subculture, one from the control treatment, thirteen from 20 Gy irradiation, and two from 30 Gy. From a total of 1,077 'Pacovan Ken' plants, 18 were selected as presumed mutants, being one originated from the treatment with 10 Gy, three with 20 Gy, and 14 with 30 Gy. We concluded that, in this work, the genetic variance induction was as efficient by using the somaclonal variation or by induced mutagenesis for both cultivars.

INTRODUÇÃO

No melhoramento genético da bananeira, quando se usam os métodos tradicionais, alguns obstáculos devem ser verificados, tais como a esterilidade feminina e o reduzido número de sementes produzidas. As cultivares plantadas são normalmente clones triplóides propagados assexuadamente, com flores fêmea e macho estéreis e frutos partenocárpicos. O principal valor das mutações está no aumento da variabilidade, e servem como ferramenta aos processos de melhoramento genético e evolutivo. A alteração na altura de plantas, utilizando-se a indução de mutação é verificada em várias espécies, como abacate, tritcale, pêra, soja, arroz, ervilha, brássica, dentre outros. Especialmente em *Musa*, o porte da planta é uma das características que mais sofre variações, quando são utilizados agentes mutagênicos (Chai et al., 2004) ou através da variação somaclonal (Zaffari et al., 2002). O objetivo desse trabalho foi o de obter mutantes de bananeira tipo Prata ('Pacovan' e 'Pacovan Ken') com porte baixo, com o uso de indução de mutação por raios gama ou variação somaclonal.

MATERIAL E MÉTODOS

As plantas das cultivares Pacovan (AAB) e Pacovan Ken (AAAB) foram originadas de cultivo *in vitro* na Campo Biotecnologia Vegetal Ltda, Cruz das Almas/BA e no Centro de Energia Nuclear na Agricultura, da Universidade de São Paulo. As plantas *in vitro* da 'Pacovan' foram irradiadas com 20 e 30 Gy, e as da cultivar Pacovan Ken com 30 Gy, além de utilizar-se doze subcultivos para a avaliação de variação somaclonal da cultivar Pacovan. Em dois ciclos de florescimento, foram avaliadas no campo 2058 plantas da cultivar Pacovan, e 1077 da 'Pacovan Ken', procedendo-se à avaliação agrônoma de várias características, dentre as quais, a altura de plantas (m), ciclo de florescimento (dias) e o peso de cacho (Kg). Essas variáveis foram avaliadas conjuntamente, através do uso de equação [(y = 0,6 x classificação de altura) + (0,2 x classificação do

florescimento) + (0,2 x peso de cacho)]. Para cada planta, foi calculada a pontuação originada do resultado da equação, que por sua vez originou a classificação final, permitindo, desta forma, a seleção de 10 % de mutantes presumíveis que obtiveram as menores pontuações no conjunto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso da equação envolvendo a variável altura de plantas, ciclo de florescimento e peso de cacho resultou na seleção, dentre 2058 plantas avaliadas da cultivar Pacovan, de vinte e três mutantes presumíveis, sendo que sete destes foram originados de doze subcultivos, um selecionado entre as plantas do controle, treze provenientes da irradiação com 20 Gy de raios gama, e dois da irradiação com 30 Gy. Dentre 1077 plantas avaliadas da cultivar Pacovan Ken, dezoito delas foram consideradas como possíveis mutantes. Destas, uma foi proveniente da irradiação com 10 Gy de raios gama, três com 20 Gy e quatorze originados da irradiação com 30 Gy.

CONCLUSÃO

A variação somaclonal e a mutagênese induzida com raios gama foram eficientes na indução de variabilidade genética na população de plantas de bananeira, das duas cultivares estudadas.

REFERÊNCIAS

1. ZAFFARI, G. R.; PERES, L. E. P.; TCACENCO, F. A.; KERBAUY, G. B. Indole-3-acetic acid metabolism in normal and dwarf micropropagated banana plants (*Musa spp.* AAA). *Brazilian Journal of Plant Physiology*, v.14, n.3, p.211-217, 2002.
2. CHAI, M.; HO, Y. W.; LIEW, K. W.; ASIF, J. M. Biotechnology and *in vitro* mutagenesis for banana improvement. In: JAIN, S. M.; SWENNEN, R. (Ed.). *Banana improvement: cellular, molecular biology, and induced mutations*. Enfield: Science Publishers, 2004. p.59-77.

¹ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Caixa Postal 12, CEP 39.440-000, Janaúba-MG, e-mail iresende@epamig.br

² Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Professor da Universidade de São Paulo, CEP 13.400-970, Piracicaba-SP, e-mail tulmann@cena.usp.br

³ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Caixa Postal 007, CEP 44.380-000, Cruz das Almas-BA, e-mail ssilva@cnpqm.embrapa.br

⁴ Engenheira Agrônoma, M.Sc. Pesquisadora da Agência Paulista de Tecnologia para a Agronegócio, Presidente Prudente-SP, Caixa Postal 298, CEP 19.015-970, poloaltasorocabana@aptaregional.sp.gov.br

VITÓRIA E JAPIRA: NOVAS CULTIVARES DE BANANEIRA DO TIPO 'PRATA'.

VITÓRIA AND JAPIRA: NEW CULTIVARS OF BANANA 'PRATA'.

José Aires Ventura¹; Sebastião de Oliveira Silva²; José Antonio Gomes¹; Hélio Costa¹; Luadir Gasparotto³; José Clério Rezende Pereira³ & Mirza Carla N. Pereira³.

SUMMARY: From Brazilian banana breeding program started in 1982, to improved tetraploid hybrids, coordinated by *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*, cents of hybrids were field-established in evaluation trials from 1994-2005. From these two tetraploid hybrids obtained from crosses of cv. Pacovan (Pome mutant - AAB) with M53 (AA), were selected in different environments (Espírito Santo, Bahia and Amazônia), with yellow/black Sigatoka and *Fusarium* wilt resistance. Both shown excellent potential as new cultivars (cv. Vitória and cv. Japira), with bunch characteristics similar to those of Prata subgroup (Pome type), with high yield and good fruit quality. Limited propagative material are available from Incaper and Embrapa.

INTRODUÇÃO

A bananicultura está entre as atividades agrícolas de maior expressão econômica e de elevado alcance social no Brasil, apresentando aspectos peculiares em relação à diversidade climática, uso de cultivares e à forma de comercialização. As perdas devido à presença de doenças e ao manejo inadequado da cultura, somadas às que ocorrem em pós-colheita da fruta, são estimadas em até 40%, destacando-se principalmente o mal-do-panamá, a sigatoka-negra e a sigatoka-amarela. No Estado do Espírito Santo a bananicultura é uma das atividades do agronegócio fruticultura, com uma área cultivada em 2005 de 21.096 ha, envolvendo aproximadamente 17 mil propriedades rurais, predominantemente de base familiar, gerando cerca de 25 mil ocupações em toda a sua cadeia produtiva. No Estado predomina o cultivo do subgrupo Prata (grupo AAB) com aproximadamente 80% da área cultivada seguido do subgrupo Terra (grupo AAB) e do subgrupo Cavendish (grupo AAA).

Em 1982, foi iniciado o Programa de Melhoramento Genético da Bananeira, coordenado pelo Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura Tropical, CNPMF/EMBRAPA, Cruz das Almas-BA, com o principal objetivo de obter híbridos tetraplóides (AAAB) resistentes às principais doenças, além de mais produtivos e com melhor qualidade de frutos. Neste programa, utilizando como parental feminino a cv. Pacovan, triplóide (AAB) e como parental masculino o diplóide (AA) M53, foram gerados centenas de híbridos tetraplóides, que foram avaliados em diferentes regiões produtoras do Brasil. Alguns destes genótipos foram introduzidos no Espírito Santo e estudados nas Fazendas Experimentais do Incaper, em Alfredo Chaves e Cafundó, de onde se selecionaram as cultivares Vitória e Japira.

DESCRIÇÃO DAS CULTIVARES

Essas novas cultivares apresentam a maioria de suas características, tanto de desenvolvimento quanto de rendimento, superiores à cultivar Prata e bastante semelhantes à cv. Pacovan. Além disso, são superiores a estas cultivares quanto à reação às doenças, sendo resistentes à sigatoka-amarela, à sigatoka-negra e ao mal-do-panamá.

As novas cultivares foram avaliadas nos últimos 10 anos em diferentes ecossistemas, no Espírito Santo (Incaper), na Bahia (Embrapa Mandioca e Fruticultura

Tropical) e no Amazonas (Embrapa Amazônia Ocidental), em confronto com as cultivares suscetíveis às doenças, tendo apresentado características agrônômicas semelhantes e/ou superiores, especialmente às da 'Prata' e 'Pacovan' (Tabela 1). Com praticamente o mesmo porte da 'Prata', são plantas vigorosas e podem ser cultivadas nos mesmos espaçamentos e seguindo as mesmas recomendações técnicas usadas na 'Prata'. Apresentam bom perfilhamento, bom desenvolvimento e crescimento, produzindo frutos de excelente qualidade para o mercado.

As análises químicas dos frutos revelaram que suas características relativas à acidez (ATT) e ao amido foram similares às da banana 'Prata', tendo uma maior "vida de prateleira", após a colheita, além de maior resistência à antracnose, o que pode facilitar a sua adoção pelos produtores e preferência pelos consumidores.

CONCLUSÕES

São recomendadas duas novas cultivares, 'Vitória' e 'Japira', que vêm suprir a lacuna deixada pela ausência de uma cultivar do subgrupo Prata resistente às doenças, com destaque para a sigatoka-negra, doença que hoje ameaça praticamente todo o território nacional, com boa adaptação e qualidade de fruta para o mercado interno, possibilitando, assim, disponibilizar para os bananicultores e consumidores novas alternativas economicamente viáveis.

O Incaper mantém campos de produção de mudas nas Fazendas Experimentais de Alfredo Chaves e Viana, para implementar pomares clonais, em cooperação com a Secretaria de Estado de Agricultura -SEAG, prefeituras municipais, cooperativas e associações de produtores, visando à distribuição de mudas para os bananicultores. Matrizes destas cultivares, estão também disponíveis na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.

Tabela 1. Principais características das cultivares Vitória e Japira, comparadas com as cultivares Prata e Pacovan, segundo a média dos dados coletados no Espírito, Bahia e Amazônia Ocidental.

Características	Cultivares			
	Vitória	Japira	Pacovan	Prata
Grupo genômico	AAAB	AAAB	AAB	AAB
Porte da planta	Alto	Alto	Alto	Alto
Peso do cacho (kg)	19,9	17,8	15,9	11,3
Frutos por penca (n°)	14	14	13	13
Pencas por cacho (n°)	7	7	7	7
Diâmetro dos frutos (cm)	4,2	4,3	4,0	3,8
Espessura da casca (mm)	3,9	4,6	3,0	3,0
Amido nos frutos (%)	3,4	3,1	3,5	3,1
Acidez titulável (ATT em %)	0,5	0,6	0,5	0,6
DIC ¹ (n°)	114	115	129	120
Folhas na inflorescência (n°) ²	14,5	15,4	9,6	8,8
Folhas na colheita (n°) ⁴	11,4	10,3	1,2	1,8
Sigatoka-Negra ³	R	R	S	S
Sigatoka-Amarela ³	R	R	S	S
Mal-do-Panamá ³	R	R	S	S

¹ DIC - Dias do florescimento à colheita do cacho;

² Sem a utilização de fungicidas para o controle das doenças;

³ R- Resistente; S- Suscetível

REFERÊNCIAS

1. VENTURA, J.A.; GOMES, J. A.; Recomendações técnicas para o cultivo de bananeira no estado do Espírito Santo. Vitória: Incaper, 2005. 41p. (Documentos n° 141).
2. VENTURA, J.A.; SILVA, S. de O. e; GOMES, J. A.; COSTA, H.; GASPAROTTO, L.; PEREIRA, J.C.R.; PEREIRA, M.C.N.; PACOVA, B.E.V. Vitória e Japira: novas cultivares de bananeira. Vitória: Incaper, 2005. 4p. (Documentos n° 142).

¹ Pesquisador, Incaper. Rua Afonso Sarlo 160 (Bento ferreira), 29052-010, Vitória-ES, Brasil. (ventura@incaper.es.gov.br);

² Pesquisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cx. Postal 007, CEP: 44.380-000, Cruz das Almas-BA. (ssilva@cnpmf.embrapa.br);

³ Pesquisador, Embrapa Amazônia Ocidental, Caixa Postal 319, Manaus-AM, (gasparot@cpaa.embrapa.br).

AVALIAÇÃO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE BANANA 'NANICÃO' (CAVENDISH) EM FUNÇÃO DO SUBSTRATO E ADUBAÇÃO, NA FASE DE ACLIMATAÇÃO

EVALUATION OF BANANA MICROPROPAGATED PLANTLETS 'NANICÃO' (GIANT CAVENDISH) AS A FUNCTION OF SUBSTRATE AND FERTILIZATION IN THE ACCLIMATIZATION PHASE

Edson Shigueaki Nomura¹; Juliana Domingues Lima²; Valéria Augusta Garcia¹ & Domingos Sávio Rodrigues¹

SUMMARY: The objective of the present work was to evaluate the growth of micropropagated plantlets of banana 'Nanicão' as a function of substrate and fertilization, in the acclimatization phase. The used substrate were: 1) Sand of subsoil + carbonized rice husk + commercial substrate Eucatex Floreira®; 2) Sand of subsoil + carbonized rice husk + Organifol®; 3) Sand of subsoil + carbonized rice husk + Organifol® 9% SiO₂; 4) Technes Vivato®; e 5) Thick sand + carbonized rice husk + Eucatex Floreira®. The two forms of fertilizer were: normal release - NPK 14-14-14 (5g L⁻¹) applied in covering 30 days after the transplant and slow release - Osmocote® 14-14-14 (5g L⁻¹) mixed to the substrate. For each substrate a control was made (witness), which did not receive none from the two fertilizer sources. The experimental design consisted of completely randomized blocks, with fifteen treatments, four repetitions and four plants for parcel. Weekly they had been made measured of the height, number of leaves and diameter of the stem of the plants. The growth of the plantlets was not affected by the used sources of fertilization.

INTRODUÇÃO

A aclimação é a fase da micropropagação em que ocorre a transferência das mudas produzidas *in vitro* para o ambiente externo, a casa-de-vegetação (1) e, posteriormente, para o campo. Um dos obstáculos para a aplicação prática dos métodos de cultura de tecidos é a dificuldade de transferir com sucesso as mudas das condições *in vitro* para o solo em razão da diferença entre as duas condições (2). Fatores como genótipo, estresse hídrico, alteração do metabolismo heterotrófico (*in vitro*) para autotrófico, infecção por patógenos e estresse pela luz, além das variações de temperatura, interferem no sucesso da aclimação. A escolha do substrato apropriado pode ser decisiva para a aclimação. O substrato deve ser de baixa densidade, rico em nutrientes, composições químicas equilibradas e física uniforme, boa aeração e drenagem, boa coesão entre as partículas e raízes, e estar, preferencialmente, isento de plantas daninhas e com boa flora bacteriana (3). O objetivo do presente trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes substratos e fontes de adubos na aclimação de mudas de bananeiras micropropagadas da cultivar Nanicao.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado em área comercial, localizada às margens da rodovia Régis Bittencourt, Km 463, município de Pariqueira-açu, São Paulo. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quinze tratamentos, quatro repetições e quatro plantas por parcela. Os tratamentos foram: T1- terra de subsolo + casca de arroz carbonizado+substrato comercial Eucatex Floreira®; T2- terra de subsolo+casca de arroz carbonizado+substrato comercial Eucatex Floreira® + Osmocote®; T3- terra de subsolo+casca de arroz carbonizado+substrato comercial Eucatex Floreira®+NPK; T4- terra de subsolo+casca de arroz carbonizado+composto orgânico Organifol®; T5- terra de subsolo+casca de arroz carbonizado+composto orgânico Organifol®+Osmocote®; T6- terra de subsolo+casca de arroz carbonizado+composto orgânico Organifol®+NPK; T7- terra de subsolo+casca de arroz carbonizado+composto orgânico Organifol® 9% SiO₂; T8- terra de subsolo+casca de arroz carbonizado+composto orgânico Organifol® 9% SiO₂+Osmocote®; T9- terra de subsolo+ casca de arroz carbonizado+composto orgânico Organifol® 9% SiO₂+NPK; T10- substrato comercial Technes Vivato®; T11- substrato comercial Technes Vivato®+Osmocote®; T12- substrato comercial Technes Vivato®+NPK; T13- areia grossa+casca de

arroz+substrato comercial Eucatex Floreira®; T14- areia grossa+casca de arroz+substrato comercial Eucatex Floreira®+Osmocote®; T15- areia grossa+casca de arroz+substrato comercial Eucatex Floreira®+NPK. As duas fontes de adubos utilizadas foram: adubo de liberação normal-NPK 14-14-14 granulado (5g L⁻¹) aplicado em cobertura 30 dias após o transplante; e adubo de liberação lenta - Osmocote® 14-14-14 granulado (5g L⁻¹) misturado ao substrato. Para cada substrato foi feito um controle (testemunha), o qual não recebeu nenhuma das duas fontes de adubo. A cultivar utilizada foi a Nanicao (Cavendish), sendo as mudas obtidas por meio de micropropagação realizada no laboratório BIOVALE do Pólo Regional do Vale do Ribeira - APTA. As mudas foram plantadas em saco de polietileno preto perfurado, com capacidade para um e meio litro de substrato, quando já estavam enraizadas, apresentando quatro a cinco folhas e cerca de cinco centímetros de altura. A partir daí, foram mantidas em viveiro sob 50% de sombreamento, recebendo irrigações quando o substrato apresentava-se superficialmente seco. Semanalmente, foram feitas medidas de altura, número de folhas e diâmetro do colo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O substrato que proporcionou menor crescimento no seu todo foi o que possuía Floreira® em sua composição.

Para a variável altura das plantas, houve diferença significativa quando os tratamentos sem adubação (testemunha) foram comparados com os tratamentos com adubação NPK ou Osmocote®. Todavia, para essa mesma variável não houve diferenças significativas quando foram comparados os tratamentos que receberam as duas fontes de adubo (Figura 1). O número de folhas por planta não diferiu entre os tratamentos avaliados.

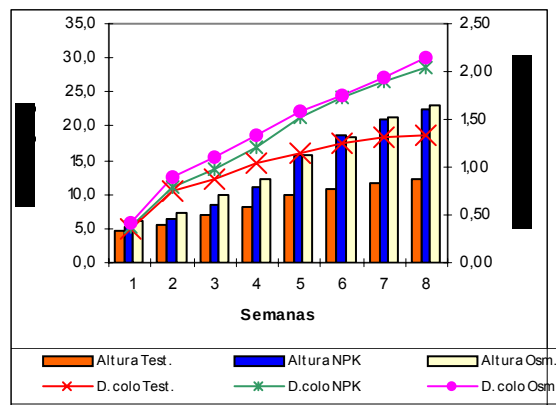


Figura 1. Médias de altura e diâmetro colo (cm) de mudas de bananeira 'Nanicao', Pariqueira-açu/SP, 2006.

As comparações entre os tratamentos sem adubação e com adubação com Osmocote® e também entre os tratamentos sem adubação e com adubação com NPK foram significativas para diâmetro do colo.

De um modo geral, as fontes de adubos não afetaram o crescimento das mudas.

CONCLUSÕES

O crescimento das mudas não foi afetado pelas fontes de adubos utilizados.

REFERÊNCIAS

1. DEBERGH, P.C.; MAENE, L.J. 1981. A scheme for commercial propagation of ornamental plants by tissue culture. *Science Horticulture*, v.14, n.4, p.335-345.
2. READ, P.E.; FELLMAN, C.D. 1985. Accelerating acclimation of in vitro propagated woody ornamentals. *Acta Horticulture*, v.166, p.15-20.
3. COUTINHO, M; CARVALHO, E.J.M. 1983. Caracterização das propriedades de alguns substratos para propagação de mudas. *Bragantia*, Campinas, v. 14, n. 1, p.167-176.

¹Engenheiro Agrônomo, Pesquisador, Pólo Regional de Desenvolvimento Sustentável dos Agronegócios - APTA, Regional Vale do Ribeira. edsonnomura@aptaregional.sp.gov.br

²Professora Assistente Doutora, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus Experimental de Registro

AVALIAÇÃO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE BANANA 'PRATA ANÃ' (SUBGRUPO PRATA) EM FUNÇÃO DO SUBSTRATO E ADUBAÇÃO NA FASE DE ACLIMATAÇÃO

EVALUATION OF BANANA MICROPROPAGATED PLANTLETS 'PRATA ANÃ' (SUBGRUPO PRATA) AS A FUNCTION OF SUBSTRATE AND FERTILIZATION IN THE ACCLIMATIZATION PHASE

Edson Shiqueaki Nomura¹; Juliana Domingues Lima²; Valéria Augusta Garcia¹ & Domingos Sávio Rodrigues¹

SUMMARY: The objective of the present work was to evaluate the growth of micropropagated plantlets of banana cv. 'Prata anã' as a function of substrate and fertilization in the acclimatization phase. The used substrate were: 1) Sand of subsoil + carbonized rice husk + commercial substrate Eucatex Floreira®; 2) Sand of subsoil + carbonized rice husk + Organifol®; 3) Sand of subsoil + carbonized rice husk + Organifol® 9% SiO₂; 4) Technes Vivato®; e 5) Thick sand + carbonized rice husk + Eucatex Floreira®. The two source of fertilizer were: normal release - NPK 14-14-14 (5g L⁻¹) applied in covering 30 days after the transplant and slow release - Osmocote® 14-14-14 (5g L⁻¹) mixed to the substrate. For each substrate a control was made (witness), which did not receive none from the two fertilizer sources. The experimental design consisted of completely randomized blocks, with fifteen treatments, four repetitions and four plants for parcel. Weekly they had been made measured of the height, number of leaves and diameter of the stem of the plants. Based in the variable height and diameter of the stem, the growth of the plantlets was not affected by the used sources of fertilization.

INTRODUÇÃO

A abertura de novos mercados vem aumentando o consumo mundial, e a maior exigência dos consumidores brasileiros está indicando um novo rumo a ser tomado pela bananicultura nacional. Na busca de novas áreas de plantio e na renovação de bananais em áreas pouco produtivas, a introdução de mudas micropropagadas de bananeira é atualmente a melhor forma de se conseguir material de qualidade genética e fitossanitária (1). Estas mudas necessitam de um período de aclimação, em viveiro, para que as mesmas adquiram condições ideais de serem levadas ao campo. Considerando-se a importância dos estudos dos substratos durante a fase de formação de mudas de bananeira, este projeto tem como objetivo avaliar os efeitos de diferentes substratos e fontes de adubo na aclimação de mudas de bananeiras micropropagadas da cultivar Prata anã.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi instalado em área comercial, localizada às margens da rodovia Régis Bittencourt, Km 463, município de Pariquera-açu, São Paulo. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com quinze tratamentos, quatro repetições e quatro plantas por parcela. Os tratamentos foram: T1- terra de subsolo + casca de arroz carbonizado + substrato comercial Eucatex Floreira®; T2- terra de subsolo + casca de arroz carbonizado+substrato comercial Eucatex Floreira® + Osmocote®; T3- terra de subsolo + casca de arroz carbonizado+substrato comercial Eucatex Floreira® + NPK; T4- terra de subsolo + casca de arroz carbonizado + composto orgânico Organifol®; T5- terra de subsolo+casca de arroz carbonizado + composto orgânico Organifol® + Osmocote®; T6- terra de subsolo + casca de arroz carbonizado + composto orgânico Organifol® + NPK; T7- terra de subsolo + casca de arroz carbonizado + composto orgânico Organifol® 9% SiO₂; T8- terra de subsolo + casca de arroz carbonizado + composto orgânico Organifol® 9% SiO₂ + Osmocote®; T9- terra de subsolo + casca de arroz carbonizado + composto orgânico Organifol® 9% SiO₂ + NPK; T10- substrato comercial Technes Vivato®; T11- substrato comercial Technes Vivato® + Osmocote®; T12- substrato comercial Technes Vivato®+NPK; T13-areia grossa+casca de arroz+substrato comercial Eucatex Floreira®; T14- areia grossa + casca de arroz+substrato

comercial Eucatex Floreira® + Osmocote®; T15- areia grossa + casca de arroz + substrato comercial Eucatex Floreira® + NPK. As duas fontes de adubos utilizadas foram: adubo de liberação normal - NPK 14-14-14 granulado (5g L⁻¹) aplicado em cobertura 30 dias após o transplante e adubo de liberação lenta - Osmocote® 14-14-14 granulado (5g L⁻¹) misturado ao substrato. Para cada substrato foi feito um controle (testemunha), o qual não recebeu nenhuma das duas fontes de adubo. A cultivar utilizada foi a Prata anã, sendo as mudas obtidas por meio de micropropagação realizada no laboratório BIOVALE do Pólo Regional do Vale do Ribeira - APTA. As mudas foram plantadas em saco de polietileno preto perfurado, com capacidade para um e meio litro de substrato quando já estavam enraizadas, apresentando quatro a cinco folhas e cerca de cinco centímetros de altura. A partir daí, foram mantidas sob viveiro sob 50% de sombreamento, recebendo irrigações quando o substrato apresentava-se superficialmente seco. Semanalmente, foram feitas medidas da altura, número de folhas e diâmetro do colo das plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para variável altura, houve diferença significativa quando os tratamentos sem adubação (testemunha) foram comparados com os tratamentos que receberam adubação NPK ou Osmocote® (Figura 1). Porém, não houve diferenças quando foram comparados os tratamentos com as duas fontes de adubos utilizadas. Em mudas de maracujá, no entanto, foi observado maior crescimento em altura quando se utilizou Osmocote® (2).

Não houve diferenças no número de folhas por planta entre nenhum dos tratamentos.

Não houve diferenças significativas no diâmetro do colo das plantas sem adubação em relação às plantas com adubação NPK, e também entre adubação NPK em relação à adubação com Osmocote®.

As diferenças foram somente significativas quando se comparou o diâmetro do colo de plantas sem adubação com plantas que receberam adubação com Osmocote®.

Menor crescimento em altura e diâmetro do colo foi observado nas plantas cultivadas com substrato constituído com Floreira®.

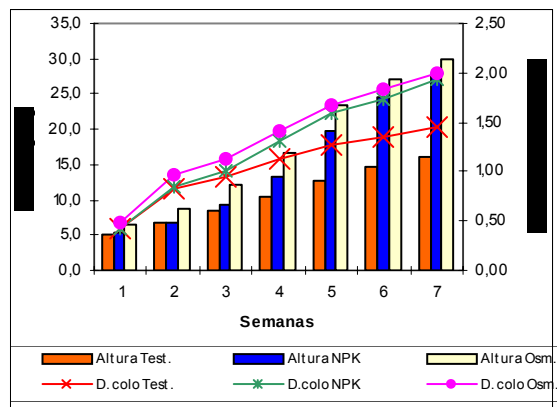


Figura 1. Médias de altura (cm) e diâmetro colo (cm) de mudas de bananeira da 'Prata anã', Pariquera-açu/SP, 2006.

CONCLUSÕES

Baseado nas variáveis altura e diâmetro do colo, o crescimento das mudas não foi afetado pelas fontes de adubos utilizados.

REFERÊNCIAS

- TRINDADE, A.V.; LINS, G.M.L.; MAIA, I.C.S. 2003. Substratos e fungo micorrízico arbuscular em mudas micropropagadas de bananeira na fase de aclimação. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v.25, n.1, p.137-142.
- MENDONÇA, V.; RAMOS, J.D.; GONTIJO, T.C.A.; MARTINS, P.C.C.; DANTAS, D.J.; PIO, R.; ABREU, A.A. 2004. Osmocote® e substratos alternativos na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v.29, n.4, p.799-806.

¹Engenheiro Agrônomo, Pesquisador, Pólo Regional de Desenvolvimento Sustentável dos Agonegócios - APTA, Regional Vale do Ribeira. edsonnomura@aptaaregional.sp.gov.br

²Professora Assistente Doutora, Universidade Estadual Paulista - UNESP, Campus Experimental de Registro.

DESARROLLO DE NUEVAS TECNOLOGIAS PARA LA MULTIPLICACION DE BANANA EM BIORREACTORES DE ALTO VOLUMEN.

NEW TECNOLOGIES FOR MICROPROPAGATION OF BANANA IN HIGH VOLUME BIOREACTORS.

Clemencia Noriega¹ & Maro R. Söndahl^{1*}

ABSTRACT: La micropropagación de banana (*Musa* spp.) envuelve mano de obra intensiva y el producto final resulta costoso para el agricultor. Tratando de mejorar el proceso de multiplicación de banana *in-vitro*, brotes de banana fueron cultivados por la primera vez en bioreactores de 50 litros utilizando el medio de cultura MS modificado. Altas tasas de multiplicación fueron obtenidas y las plantas resultantes fueron endurecidas con éxito en el vivero.

INTRODUCTION

Brazil is a large banana producer, with a planted area of 500.000 hectares and an estimated production of six million ton/year. The availability of great numbers of low cost and high quality *in vitro* plants could significantly improve this crop. New plant propagation technologies and efficient selection of plants resistant to diseases, such as the Sigatoka Negra, are still needed to increase yield. *In vitro* propagated banana plants have already proven to be of great advantage to the grower, with about 30% increased yield as compared to the conventional planting method. Their intrinsic disease-free nature and selection have been the main reasons for such yield increase. However, mass propagation of *in vitro* banana plants still is costly due to low multiplication rates and intensive handling.

Multiplication of banana shoots in Temporary Immersion Technique (TIS) was first described by Alvard *et al.* (1993), when it was demonstrated the advantage of this technique for shoot development and proliferation in comparison with other liquid medium systems. In the present work, we aimed at developing a highly efficient method to micropropagate banana through the use of 50L bioreactors, allowing growers to benefit from high quality *in vitro* plants available in higher quantities and at significantly lower prices.

MATERIALS AND METHODS

Shoots of the cultivar 'banana prata' (AAB) grown in solid medium were used as inoculum for bioreactors. Meristems were excised and used to establish *in vitro* cultures. After 3 to 5 monthly subcultures, they were used for the bioreactor inoculation. Fully developed shoots (5 mm diameter), devoided of leaves and roots, were cut 10-15 mm from the base and divided longitudinally (half shoots) before inoculation. Bioreactor cultures were initiated with 10-15 shoots /10L.

Especially designed by Bionova⁽¹⁾, 50 L growth chambers with venting and media exchange ports (bioreactors) were utilized. Bioreactors were kept in culture rooms with positive pressure, 16/8 h light/dark photoperiod, 28-30 °C, and light intensity of 2000 lux. Liquid medium was supplied to the bioreactor from 20-50 L PP Nalgene™ bottles by using compressed air from an air pump controlled by a programmable timer. Extra air supply was filtered through 0.2 µm Millipore filters. During the first 4 weeks, cultures were immersed for 10 minutes every two hours, followed by 25 minutes in 12 daily cycles until the end of the culture period. The multiplication medium (MM) consisted of full strength MS medium supplemented with 4% sucrose and 3-5mg/L benzyladenine (BA). The 2,3,5-triiodobenzoic Acid (TIBA) was added to the MM (0.25mg/L). One or two subcultures were done in the MM medium, followed by transfer to the elongation/rooting medium (EM) for 10 or 20 days, according to Table 1. In the EM medium, BA was decreased to 1.5 mg/L, sucrose lowered to 3%, and it was added 0.75mg/L indolbutyric acid (IBA). Millipore™ membranes were used for

filter sterilization of culture media main components. The pH

Table 1. Culture medium

Culture medium	MM	MM	MM	EM	EM	End
Duration (Days)	20	15	15	10	10	

was adjusted to 5.5.

After 9-11 weeks in culture, plants were removed from bioreactors, washed, separated, classified by size, weighted and sent to greenhouse for hardening. They were planted in trays with 128 or 150 cells. Small plants up to 2 cm height were planted in continuous trays.

RESULTS AND DISCUSSION

High multiplication rates and recovery of highly viable plants were successfully achieved for banana prata upon the addition of TIBA to the MM culture medium. These results are in contrast to the low multiplication rates obtained with the traditional micropropagation system. Low multiplication rates and large plants were observed in liquid cultures when no growth retardants were used. Concomitant studies with other diverse growth retardants (not shown here), demonstrated that TIBA was the only one that allowed high multiplication rates and highly viable plants of banana prata. Addition of TIBA to the MM medium in one or two cycles of multiplication resulted in similar multiplication rates, but there was a slight increase in the frequency of small plants using TIBA twice (Table 2). Plants of all sizes were viable.

Table 2. Effect of inoculum size, culture length and Tiba use on multiplication rate and plant size distribution of banana prata propagated in 50 L bioreactors.

Inoculum	Tiba	Culture Length	Mult. Rate	Plant distribution (%) by size (cm)					
No. Plants	No. Cycles	(weeks)		>10	8-10	6-8	4-6	2-4	0-2
150	2	9	10.7	5.5	14.0	16.9	18.1	9.4	36.2
100	2	9	25.2	9.4	15.2	20.3	17.8	10.2	27.1
150	2	9	10.7	5.5	14.0	16.9	18.1	9.4	36.2
150	2	11	30.3	6.0	14.1	11.3	22.5	8.4	37.7
150	1	11	15.4	6.8	10.7	19.5	20.8	30.8	11.5
150	2	11	15.0	3.8	7.6	11.4	17.4	39.3	20.5

Inoculum size of 10 plants vs 15 plants per liter allowed higher multiplication rates, probably due to a more suitable plant/nutrient ratio. Cultures maintained for 9 and 11 weeks showed multiplication rates of 10.7 and 30.3 respectively, maintaining a very similar pattern of plant size distribution (Table 2).

Alvard *et al.* (1993) reported the advantages of temporary immersion in liquid medium for banana micropropagation. Here, one step forward was taken by elevating the culture volume from 0.5 liter to 50 liters and, therefore, demonstrating the feasibility of the system for highly efficient banana multiplication in high quantities and at potentially lower prices. Performing culture media exchanges without handling the plants and producing a high volume of plants per container result in significant cost-savings from reduced labor and efficient use of energy and lab space.



Figure 1. Banana plants in 50 liter bioreactor and greenhouse.

REFERENCES.

1. Alvard D, Cote F, Teisson C (1993). Plant Cell Tiss. Org. Cult. 32:55-60

¹ Bionova Mudar e Plantas Ltda, Avenida Santa Luzia 483, Ribeirão Preto, SP-14025-090 Tel. (16) 3620-2745. Brasil.

^{1*} In memoriam.

DETECÇÃO DE VARIAÇÃO SOMACLONAL EM MICROPLANTAS DE MUSA ACUMINATA CV. GRANDE NAINÉ

SOMACLONAL VARIATION DETECTION ON MICROPROPAGATED PLANTS OF THE MUSA ACUMINATA CV. GRANDE NAINÉ

Gilmar Roberto Zaffari¹ & Gilberto Barbante Kerbauy²

SUMMARY: Banana plants were restored using tissue culture from the apical buds of Cavendish, Grande Naine cultivar, maintained for 10 growth periods in different substrates. Genomic DNA was extracted from 240 and 265 day old plant rhizomes, from both normal, dwarf and variegated plants. An RAPD analysis was conducted using 20 primers, from which 2 (10%) presented polymorphism between dwarf and variegated plants in relation to normal plants. The OPJ-04 primer, amplified two bands of approximately 1.5 and 2.0 was present in the normal plants, but absent in the dwarf ones. The OPH-09 primer presented an amplified band of 1.7 Kpb was present in the dwarf and variegated plants, but absent in the normal ones. It was not possible to detect genetic variability in the genomic DNA of the regenerated 240 and 265 day old plants, even in the presence of BAP, TDZ and TIBA. This work has shown that through the use of molecular RAPD marker it is possible to detect somaclonal variation induced micropropagation.

INTRODUÇÃO

A micropropagação de bananeira, a partir de ápices meristemáticos e gemas isoladas, tem resultado em níveis relativamente elevados de variação somaclonal, com frequências variando de 3 a 25 % (Hwang & Ko, 1987). Os principais tipos de alterações genéticas observadas no subgrupo Cavendish, têm sido ocorrências de alterações na altura da planta e na morfologia foliar. Recentemente, alguns métodos têm sido utilizados para a detecção da variação somaclonal em plantas usando marcadores moleculares. O objetivo deste estudo foi verificar se marcadores RAPD podem ser usados para identificar diferenças ao nível molecular, em plantas ainda jovens de bananeira após um período prolongado de cultura *in vitro* e também em plantas anãs e variegadas obtidas pela micropropagação.

MATERIAL E MÉTODOS

A micropropagação de bananeira foi estabelecida a partir de gemas apicais isoladas de plantas matrizes obtidas do banco de germoplasma de bananeira da Estação Experimental de Itajaí/EPAGRI, Santa Catarina, Brasil. Utilizou-se para a análise RAPD rizomas de bananeira do subgrupo Cavendish (AAA), cv. Grande Naine, micropropagadas durante 10 subcultivos (465 dias), no meio Murashige & Skoog (1962), adicionado das seguintes substâncias isoladamente: 2,5 mg/L BAP; 7,5 mg/L BAP; 0,1 mg/L TDZ e 0,01 mg/L TIBA, além de rizomas da planta matriz e de plantas anãs e variegadas. O DNA foi extraído a partir de tecido de rizoma fresco (1 g) através do método do Dellaporta et al. (1983). As reações de amplificação foram realizadas em um termociclador ("Perkin Elmer Cetus" modelo "GeneAmp PCR System 2400"). Vinte "primers" (10-mer) (Operon Technologies) foram usados neste estudo. As reações de amplificação basearam-se no método de Williams et al. (1990), com pequenas modificações (Carneiro, 1997).

Os ciclos de reação (94 0C/15"; 35 0C/30"; 72 0C/60") foram repetidos 39 vezes após um ciclo inicial de 94 0C/60"; 35 0C/30"; 72 0C/60". As reações da PCR foram

repetidas 3 vezes para confirmar os padrões obtidos com cada uma dos "primers" testados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise RAPD não revelou nenhum tipo de polimorfismo entre as plantas cultivadas durante 10 subcultivos. Entretanto, dois dos 20 "primers" (10 %) utilizados revelaram padrões distintos entre as plantas anãs e variegadas em relação às plantas normais. Os fragmentos polimórficos amplificados pelo "primer" OPJ-04, presentes nas plantas normais, porém ausentes nas plantas anãs, apresentaram tamanho de 1,5 kpb e de 2,0 kpb. Por outro lado, o "primer" OPH-09 apresentou uma amplificação de uma banda de aproximadamente 1,7 kpb presente nas plantas anãs e variegadas, mas ausente nas plantas normais. Dois tipos de polimorfismo foram detectados neste estudo, representados pela ausência e presença de fragmento. A presença de um mesmo padrão obtido nos dois genótipos anão e variegado sugere um alto nível de homologia na sequência do DNA naquela posição. Por outro lado, a presença do marcador apenas no genótipo anão e sua ausência no outro genótipo, pode estar indicando a existência de diferenças na sequência de DNA.

CONCLUSÃO

O uso de marcadores moleculares do tipo RAPD pode ser de grande valia para analisar a ocorrência de instabilidades genéticas no material mantido *in vitro*, bem como para detectar precocemente a presença de mutantes anões e variegados durante o processo de micropropagação.

REFERÊNCIAS

- CARNEIRO, M.S. Aplicabilidade de marcadores "Random Amplified Polymorphic DNA" (RAPD) para o monitoramento da variação somaclonal em bananeira do subgrupo Cavendish. Cruz das Almas, Bahia. EAUFBA, fev. 1997. 92 p. Dissertação de Mestrado.
- DELLAPORTA, S.L.; WOOD, J.; HICKS, J.B. A plant DNA miniprep: version 2. Plant Mol. Biol. Rep., 1: 19-22. 1983.
- HWANG, S.C.; KO, W.A. Somaclonal variation of bananas and screening for resistance to Fusarium wilt. In: Banana and Plantain Breeding Strategies Proc. Int. Workshop.
- PERSLEY, G.T.; DE LANGHE, E.A.(eds.), 13-17 October, 1986, Cairns, Austrália, ACIAR, Proc., 21: 151-156. 1987.
- MURASHIGE, T., SKOOG, F., 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. Physiology Plantarum, 15: 473-497.

¹Epagri-Estação Experimental de Itajaí; Laboratório de Biotecnologia, CP 277, CEP 88.301-970, Itajaí, SC, Brasil. ²USP-Instituto de Biociências; Laboratório de Fisiologia Vegetal, CP 11461, CEP 05422-970, São Paulo, SP, Brasil

EFFECTO DE DOS TIPOS DE MATERIAL DE PROPAGACIÓN EN EL RENDIMIENTO DEI PLÁTANO (*Musa* AAB, Simmonds)

EFFECTS OF TWO TYPE OF MATERIAL PROPAGATION OF PLANTAIN YIELD (*Musa* AAB, Simmonds)

Manuel Díaz Rivera¹ & Maria de Lourdes Lugo²

SUMMARY: In Puerto Rico there is a continue debate in regard to the commercial and horticultural advantages of using vitroplants for the establishment of commercial fields of plantain. The use of corms continues as the most common practice for the establishment of commercial fields. The objective was to evaluate if selected corms from highly productive plants (45 or more fruits/plant) compare favorably to vitroplants obtained from similar parent material when horticultural characteristics associated to commercial yield are considered. The field work was established at the Agricultural Experiment Station in the Municipality of Gurabo, Puerto Rico. Treatments were two types of propagation material: i) selected corms from highly productive plants and ii) vitroplants coming from highly productive plants. Both treatments correspond to the clone "Maricongo" (false horn); used in this one study for being the most common in commercial planting throughout Puerto Rico. On the average plants grown from corms had significantly more number of fruits per bunch as compared to those grown from vitroplants. There were no differences for numbers of hands, nor for weight of the bunch and diameter and length of the fruits. Results agree with those of studies conducted in Venezuela. In accordance to these results, considering the current costs of vitroplants in Puerto Rico and to field experiences, the use of vitroplants do not seem to have significant advantages over the traditional method for field establishment (corms). The selection appropriate corms for planting, however, is critical for commercial success.

INTRODUCCIÓN

El plátano es la cosecha de mayor importancia económica en Puerto Rico, en el año fiscal 2004-2005 aportó US \$56.8 millones al ingreso bruto agrícola. En Puerto Rico se siembran alrededor de 6,000 ha de plátano. El clon Maricongo es el más común, el 90% del total está sembrada del clon. Todas las siembras se realizan utilizando cormos como material de propagación. El costo de los cormos varía de \$0.40 a \$0.50. No existen operaciones comerciales para la producción de vitroplantas, se estima el costo en 1 dólar por planta.

El uso de vitroplantas en *Musa* se ha generalizado a nivel mundial, principalmente en banano. En la Puerlto Rico existen muy pocos trabajos de investigación con el uso de vitroplantas en *Musa*. Entre los productores comerciales se debate sobre las ventajas comerciales y hortícolas que puede representar el uso de vitroplantas para el establecimiento de predios comerciales de plátanos en un solo ciclo de producción.

El objetivo de este trabajo fue evaluar si cormos seleccionados de plantas altamente productoras compiten en términos de rendimiento en plantilla con plántulas provenientes de cultivos de tejido (vitroplantas) seleccionadas del mismo material. Plantas altamente productoras se definen como aquellas cuyos racimos contienen 45 o más frutas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en abril de 2001 en la Subestación Experimental Agrícola de Gurabo, localizada hacia el Este Central de la Isla, a 80 metros sobre el nivel del mar. El suelo pertenece a la serie Mabí (inceptisol) un *Montmorillonitec isohyperthermic vertic eutropets*, de pobre drenaje y permeabilidad. baja con pH de 6.5. Los tratamientos fueron con dos tipos de material de propagación: cormos seleccionados de plantas altamente

productoras y vitroplantas. Ambos tratamientos correspondían al clon "Maricongo" (falso cuerno), seleccionado para éste estudio por ser el más común a través de Puerto Rico. Las vitroplantas fueron producidas en el Laboratorio de Cultivo de Tejidos de la Estación Experimental Agrícola de la Universidad de Puerto Rico.

La preparación del suelo consistió en dos cortes de arado y rastillado con la preparación de bancos. Los cormos, de 2 a 3 kg de peso y bien limpios, se sembraron a una profundidad de 20 a 30 cm. Las vitroplantas, ya aclimatadas en invernadero, se sembraron a unos 15 cm de profundidad y tenían una altura de 30 cm. El arreglo espacial fue 3 x 1.2 metros para una densidad de siembra equivalente a 2,600 plantas por ha. En el experimento se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Riego por goteo fue utilizado al momento de la siembra y durante el ciclo de cultivo sólo cuando fue necesario. La fertilización consistió en la aplicación de abono formulación 10-5-30EM a razón de 0.23, 0.32, 0.45 y 0.32kgs por planta a los 1.5, 4, 7, y 10 meses, respectivamente. El control de malezas se realizó utilizando aplicaciones dirigidas de glifosato y paraquat. Para el control de nemátodos e insectos del suelo se aplicó el insecticida-nematicida Oxamil aplicado a la axila de la hoja (técnica desarrollada en Puerto Rico y sólo aplicada en la Isla con la aprobación de EPA³) a razón de 7.5 ml por planta a los 45 días y 5 meses después de la siembra. No fue necesario la aplicación de fungicidas.

Los parámetros evaluados fueron número de manos, frutos, peso del racimo, diámetro y largo fruto. El diámetro y largo del fruto fue tomado del centro de la segunda mano del racimo.

RESULTADOS Y CONCLUSIÓN:

Los resultados obtenidos en este experimento mostraron que plantas provenientes de cormos superaron a aquellas provenientes de vitroplantas en el número de frutos por racimo (Cuadro 1). Los resultados concuerdan con los resultados obtenidos por Delgado et al (1) y con un resultado reportado en Puerto Rico (Liu et al 1983). Previo al experimento el autor entendía que las vitroplantas eran superiores a las provenientes de cormos (2). Un mayor número de frutos por racimo asociado al uso de cormos representa un mayor ingreso. El material asexual del clon Maricongo equivale, y hasta mejora los resultados que se pueden obtener con vitroplantas cuando las plantaciones son manejadas adecuadamente. En ambos métodos de producción son iguales los parámetros de número de manos, peso, diámetro y largo de los frutos.

Cuadro 1. Componentes de rendimiento en plátano clon Maricongo (*Musa* AAB)

	No. de manos	No. de Frutos	Peso del racimo (Kg.)	Diámetro del fruto (mm.)	Largo del fruto (cm.)
Vitroplan ta	7.51	38.67	13.81	42.80	25.06
Cormo	7.34	44.13	14.59	46.52	23.54
LSD (PL 0.05)	NS	3.08	NS	NS	NS

LITERATURA CITADA

- Delgado, E.; González, O.; Romero, D.; Moreno, N. 2002. Comportamiento Productivo de Vitroplantas del Clon Plátano Hartón (*Musa* AAB) en los Llanos Occidentales de Venezuela. Memorias XV. Reunión Internacional ACORBAT. P. 375-379.
- Díaz, M. 2002. Manual Práctico para el Cultivo Sustentable del Plátano. UPR, RUM, CCA. Servicio de Extensión Agrícola y Southern Agricultural Research and Education. P. 28.
- Liu, L.J.; Rosa, E.; Lizardi, E.; Arocho, A.; Díaz, N.; Rodríguez, J.A. 1989. In vitro Propagation of Plantain (*Musa acuminata* x *M. balbissiana* AAB) and Banana (*M. Acuminata* AAA) in Puerto Rico. The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico, Vol. 73(1): p. 51-58.

¹ Catedrático Asociado de Extensión a/c de farináceos, Departamento de Horticultura. Universidad de Puerto Rico

² Catedrática en Herbología, Dept. Protección de Cultivos Estación Experimental Agrícola, Universidad de Puerto Rico

³ Environmental Protection Agency

EFEITO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA FORMAÇÃO DE GEMAS ADVENTÍCIAS IN VITRO DE *MUSA ACUMINATA* CV. GRANDE NAINE

EFFECT OF GROWTH REGULATORS ON ADVENTICIOUS BUDS FORMATION IN VITRO OF *Musa* *acuminata* cv. Grande Naine

Gilmar Roberto Zaffari¹ & Gilberto Barbante Kerbauy²

SUMMARY: Rhizomes of banana plant, cv. Grande Naine after incubation during 10 growing periods in Murashige & Skoog medium (1962) in the presence or absence of 2.5 and 7.5 mg/L benzaminopurine (BAP); 0.1 mg/L 1-fenil-3-(1,2,3-Tiadiazol-5-il) urea (TDZ) and 0.01 mg/L of triodine benzoic acid (TIBA), were used in the work of buds development and of the endogenous concentration of cytokinins (Cks), AIA and ABA. The hormones has been separated through HPLC and quantified by immunoassay studies (ELISA). Enzymatic destruction of AIA via AIA oxidase was determined using colorimetric analysis. The presence of BAP and TDZ in the substrate promoted a significant growth of buds in the rhizome, compared to other treatments, being bigger however after application of 7.5 mg/L of BAP. The endogenous level of Cks in the basal region of the rhizome were bigger than in the apical region. Buds formation has coincided with an increase in the endogenous level of Cks and a reduction of ABA and AIA content caused by enzymatic destruction.

INTRODUÇÃO

A micropropagação de plantas depende em grande parte, do crescimento das gemas laterais dos explantes, controlado pelo meristema apical. Vários fatores têm sido relacionados ao controle do sinergismo de citocininas/auxinas endógenas, responsável em última análise, pela modificação da expressão da dominância apical. O objetivo do presente experimento foi estudar o metabolismo hormonal endógeno relacionado ao processo de morfogênese *in vitro* de bananeira, bem como, procurar compreender melhor a importância regulatória dos níveis exógenos dos hormônios na formação de gemas adventícias.

MATERIAL E MÉTODOS

O estabelecimento das culturas *in vitro* foi realizado à partir de brotos, utilizando-se gemas apicais desinfestadas e inoculadas em meio de Murashige & Skoog (1962). Adicionado de reguladores de crescimento. Após 60 dias de incubação, as gemas foram transferidas para os tratamentos indutores de gemas: MS apenas; MS + 2,5 mg/L BAP; MS + 7,5 mg/L BAP; MS + 0,1 mg/L TDZ e MS + 0,01 mg/L TIBA. As plantas obtidas nos cinco tratamentos passaram por dez subcultivos consecutivos, em intervalos de 45 dias cada. As dosagens dos níveis endógenos de AIA, ABA e das citocininas foram realizadas conforme Leroux *et al.* (1985) e modificado por Maldiney *et al.* (1986) e PERES *et al.* (1998). As extrações dos hormônios foram realizadas no escuro, em um agitador durante 60 horas a 4 °C. A separação dos hormônios foi obtida por meio de um sistema HPLC. As dosagens dos níveis endógenos das quatro citocininas, AIA e ABA foram efetuadas por meio do imunoensaio-ELISA indireto. A atividade da AIA-oxidase foi determinada conforme Srivastawa & Huystee (1973) com modificações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O número médio de brotos aumentou progressivamente até a 3ª transferência, decrescendo progressivamente em todos os tratamentos até o 10º subcultivo. Na maioria dos tratamentos, a região basal do rizoma apresentou níveis endógenos maiores de Cks do que a respectiva região apical, sendo que a aplicação de 7,5 mg/L BAP promoveu

um acúmulo maior de Cks, ao longo de todo o período de incubação *in vitro*. Estes níveis endógenos mais elevados de Cks verificados na região basal coincide com a maior formação de gemas nesta região do rizoma. As diferenças nos conteúdos endógenos de AIA e Cks resultaram numa relação AIA/Cks mais favorável às Cks na região basal do rizoma do que na respectiva região apical. A formação de gemas laterais é um processo de organogênese direta comandado pela dominância apical, na presença de um balanço AIA/Cks favorável às Cks (Skoog & Miller, 1957). Os níveis endógenos de ABA durante os 10 sub-cultivos apresentaram-se quase sempre maiores na região basal, mantendo uma certa relação positiva com os níveis de AIA. Os resultados sugerem que a formação de gemas deve ocorrer devido um aumento nos níveis endógenos de Cks e uma diminuição nos conteúdos de ABA e AIA, perpassando neste último caso pela destruição enzimática.

CONCLUSÃO

A dominância apical em rizomas de bananeira parece ser controlada pelos níveis endógenos de Cks, AIA e ABA e a formação de gemas ocorre quando há uma menor relação AIA/Cks.

REFERÊNCIAS

1. LEROUX, B.; MALDINEY, R.; MIGINIAC, L.; SOSSOUNTZOV, L.; SOTTA, B. Comparative quantification of abscisic acid in plant extracts by gas liquid chromatography and an enzyme linked immunosorbent assay using the avidine-biotin system. *Planta*, 166: 524-529. 1985.
2. MALDINEY, R.; LEROUX, B.; SABBAGH, I.; SOTTA, B.; SOSSOUNTZOV, L.; MIGINIAC, E. A biotin-avidine enzyme immunoassay to quantify three phytohormones: auxin, abscisic acid and zeatin-riboside. *J. Immunol. Methods*, 90: 151-158. 1986a.
3. MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiology Plantarum*, 15: 473-497. 1962.
4. PERES, L.E.P.; MERCIER, H.; KERBAUY, G.B.; ZAFFARI, G.R. Níveis endógenos de AIA, citocininas e ABA em uma orquídea acaule e uma bromélia sem raiz, determinados por HPLC e ELISA. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 9(3): 169-176. 1997.
5. SKOOG, F.; MILLER, C.O. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues cultured *in vitro*. In: *Symposia of the society for experimental biology*, XI, Aberystwyth, 1956. The biological action of growth substances, Cambridge, University Press, 1957.p.118-131.

¹ Epagri-Estação Experimental de Itajaí; Laboratório de Biotecnologia, CP 277, CEP 88.301-970, Itajaí, SC, Brasil.

² USP-Instituto de Biociências; Laboratório de Fisiologia Vegetal, CP 11461, CEP 05422-970, São Paulo, SP, Brasil

MICROPROPAGAÇÃO DE BANANEIRA IRRADIADA E SELEÇÃO DE PLANTAS DE PORTE BAIXO

MICROPROPAGATION OF IRRADIATED BANANA AND SELECTION OF SHORT PLANTS

Sebastião Oliveira e Silva¹; Lucymere Souza Morais²; Janay Almeida Santos-Serejo¹; Rosa Karla Nogueira Pestana³; Lindineia Rios Ribeiro⁴ & José Carlos Fialho de Resende⁵

SUMMARY: The banana genetic breeding program has produced productive, disease resistant Pacovan hybrids (resistant to yellow and black – sigatoka, and Fusarium wilt), but tall in height, such as Pacovan Ken and Preciosa. One of the techniques used to reduce height in plants is mutation. The objective of the present work was to multiply and acclimatize in vitro 'Pacovan' (AAB), 'Pacovan Ken' (AAAB) and 'Preciosa' (AAAB) irradiated plantlets and select possible short mutants. Plants were established in vitro, micropropagated and afterwards irradiated with gamma rays in the following dosages: 20 Gy for 'Pacovan' and 30 Gy for 'Pacovan Ken' and 'Preciosa', and sub-cultivated four times. In general, there was difference between the multiplication ratios for the genotypes studied with their respective radiation dosage. In vitro rooting phase the cultivars were different, specially due to the lack of root formation in 'Pacovan'. 3102 probable short mutants of 'Pacovan', 'Pacovan Ken' and 'Preciosa' were selected sixty days after the application of GA₃.

INTRODUÇÃO

O programa de melhoramento genético da bananeira da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical vem gerando híbridos da 'Pacovan' produtivos, resistentes às doenças (mal-do-Panamá, sigatoka amarela e negra) e com frutos de qualidade, mas com porte alto, como a 'Preciosa' e 'Pacovan Ken'. A mutagenese in vitro é uma técnica usada para induzir alterações de um ou poucos genes, em genótipos de grande interesse, sendo considerada como um ajuste fino para a finalização de uma variedade. O uso da mutação para redução de porte poderá ser facilitado caso haja um sistema precoce e eficiente de identificação de mutantes. A aplicação exógena do ácido giberélico provoca crescimento acelerado em plantas altas o mesmo não ocorre em plantas anãs. A irradiação com cobalto 60, nas doses de 15 a 60 Gy foi empregada para obtenção de cultivares com resistência à Sigatoka-negra (SH3436, Grande Naine e Parecido el Rei) e ao mal-do-Panamá (Maçã e Gros Michel), precocidade e redução de porte (Grande Naine e Maçã). O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da radiação Gama nas taxas de micropropagação de bananeira e selecionar prováveis mutantes de porte baixo das cultivares irradiadas Pacovan (AAB), Pacovan Ken (AAAB) e Preciosa (AAAB).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram usados os genótipos de porte alto Pacovan e seus híbridos (Pacovan Ken e Preciosa), resistentes às sigatoka amarela e negra e ao mal-do-Panamá, gerados na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Utilizaram-se 600 gemas da 'Pacovan', 600 da 'Pacovan Ken' e 200 gemas da 'Preciosa', que foram submetidas à radiação com raios gama em uma fonte de Co⁶⁰ do CENA/USP/Piracicaba, com a dose de 20 Gy para 'Pacovan' e 30 Gy para 'Pacovan Ken' e 'Preciosa'. Como testemunhas, foram utilizadas cinco gemas de cada variedade, as quais foram remetidas juntamente com aquelas que foram irradiadas. Após à irradiação, as plantas foram transferidas para frascos individuais contendo meio de cultura MS com 0,2% de Phytigel[®], suplementado com 3% sacarose e 3,0 mg L⁻¹ de

benzaminopurina (BAP) na fase de multiplicação, e 0,25 mg L⁻¹ de ácido naftaleno acético (ANA) na fase de enraizamento. Foram realizados um total de cinco subcultivos. A contagem do número de plantas foi feita a cada subcultivo. As plantas foram aclimatizadas e o ácido giberélico (90 µmol L⁻¹) foi aplicado 10 dias depois do transplante. A seleção dos prováveis mutantes de porte baixo foi realizada 60 dias após a aplicação de GA₃. Foram selecionadas todas as plantas "mutantes putativos" com altura inferior às das cultivares Pacovan, Pacovan Ken e Preciosa não irradiadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta uma média geral da taxa de multiplicação in vitro das três cultivares. Observou-se que a taxa de micropropagação da 'Preciosa' (1,9) foi menos afetada pela radiação do que a da 'Pacovan' (1,7) e 'Pacovan Ken' (1,5). Foi aplicado o GA₃ em 4593 plantas irradiadas de 'Pacovan', 2861 de 'Pacovan Ken' e 2700 de 'Preciosa'. Foram selecionadas 3102 destas plantas que apresentavam menor altura em relação as testemunhas, sendo 1658 de 'Pacovan', 1112 de 'Pacovan Ken' e 332 plantas de 'Preciosa', as quais estão sendo avaliadas em campo. A Figura 2 mostra a variabilidade com relação ao porte das mudas, entre as plantas irradiadas da 'Pacovan Ken'.

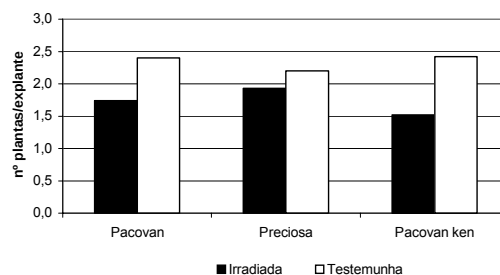


Figura 1. Taxa de multiplicação in vitro das cultivares Pacovan irradiada com 20 Gy, Pacovan Ken e Preciosa irradiadas com 30 Gy, comparadas com as respectivas testemunhas em cinco subcultivos.



Figura 2. Variação em altura de plantas irradiadas com 30 Gy e aclimatizadas da cultivar Pacovan Ken.

CONCLUSÃO

A irradiação Gama afeta a taxa de micropropagação de bananeira. A radiação de 30 Gy mostrou-se bastante deletéria para a multiplicação in vitro da cultivar Pacovan. O uso de giberelina permitiu uma seleção preliminar de plantas de porte baixo.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. PÉREZ PONCE, J.N. Mutageneses in vitro. In: Pérez Ponce (ed.). Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología. Santa Clara, Cu. Instituto de Biotecnología de las plantas, v.1, p. 297-326, 1998.
2. PÉREZ PONCE, J.; ORELLANA, P. Musa Improvement in Cuba In: JONES D.R. (ed) The Improvement and testing of musa: o global Workshop. Montpellier, Inibab, p.203-206, 1994.
3. SILVA, S. O. e; ROCHA, S. A.; ALVES, E. J.; DI CREDICO, M.; PASSOS, A. R. Caracterização morfológica e avaliação de cultivares e híbridos de bananeira. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v.22, n.2, p.156-160, 2000.

¹ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Caixa Postal 007, CEP 44.380-000, Cruz das Almas-BA, e-mail ssilva@cnpmf.embrapa.br; janay@cnpmf.embrapa.br

² Eng. Agrônoma. MSc. Bolsista de DTR-2 – FAPESB. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. E-mail: lmorais@yahoo.com.br

³ Bolsista de IC PIBIC – Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, C.P. 007, CEP 44.380-000 Cruz das Almas, BA, e-mail karlapestana6@yahoo.com.br

⁴ Bolsista de IC FAPESB – Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, C.P. 007, CEP 44.380-000 Cruz das Almas, BA, e-mail nelarios@hotmail.com

⁵ Engenheiro Agrônomo, D.Sc. Pesquisador Epamig-CTNN. C.P. 017, Janaúba. MG. CEP 39.440-000. E-mail: resende@cena.usp.br

MULTIPLICACIÓN *IN VITRO* DE MUSÁCEAS CON GENES DE TOLERANCIA A BACTERIAS.

IN VITRO MULTIPLICATION OF *Musa* WITH BACTERIA TOLERANCE GENES.

Efrain Geraldo Salazar¹; Iselen Trujillo²; José Geraldo Albarran¹; Gustavo Saldaña¹; José Gilberto Sarga¹ & Ezequiel Díaz¹

SUMMARY. Bacterial diseases are becoming more important in *Musa* plantations. Silk fig banana (*Musa* AAB cv Manzano) have a great potential for its consumption in Venezuela, but its high susceptibility to bacterial diseases prevent its large scale commercial production. Genetic Improvement is feasible through Biotechnology since some *Musa* cultivars as Zebrina, Poyo and Pelipita Bluggoe have genes conferring tolerance to bacterial diseases. This work aimed to the *in vitro* multiplication of the tolerant cultivars, in order to have them available for breeding through Biotechnology. Shoot tips (1mm long) were cultured on 10 ml MS medium supplemented with BA (3mg/l for 'Poyo' and 'Zebrina'; 0.5mg/l for 'Pelipita') and solidified with 2g/l Gelrite. Apexes were cultured in 25x150mm test tubes and grown under fluorescent light (16.95 W.m⁻² and 16hr photoperiod. Shoots were regenerated in 8 weeks and complete plants were obtained 3 weeks after transference to hormone-free medium. All three cultivars responded similarly to *in vitro* culture. An average of 6 plants per cultivated shoot apex was obtained in a culture cycle. Shoots have been subcultured for approximately 1 year, in the same culture medium supplemented with 1mg/l BA (for 'Poyo' and 'Zebrina') and 0.5mg/l for 'Pelipita'. Regeneration capability is maintained.

INTRODUCCION

Dentro de las musáceas comestibles, el llamado cambur manzano (*Musa* AAB cv 'Manzano') tiene una alta demanda en mercados internacionales, además de sus cualidades nutricionales y posibilidad de uso industrial, lo cual incrementa su potencial para la explotación comercial, la cual se ha visto limitada por su alta susceptibilidad a enfermedades (Haddad y Leal, 1996). Las enfermedades bacterianas han sido reconocidas como una causa importante en la reducción de la productividad de las plantaciones de musáceas en Venezuela (Ordosgoiti, 1987). Por lo tanto, es necesario mejorar genéticamente el cambur manzano a fin de incrementar su área de siembra. La biotecnología ofrece una alternativa efectiva para mejorar genéticamente esta especie, sobretodo si se toma en cuenta que se dispone de genotipos de *Musa* con genes de tolerancia a enfermedades bacterianas. Para cualquier estrategia de mejoramiento genético en Biotecnología es conveniente contar con materiales propagados *in Vitro*, lo cual fue el objetivo central del presente trabajo, sobretodo que los materiales requeridos estaban en escaso número en la colección de germoplasma.

MATERIALES Y METODOS

Se seleccionaron hijos de plantas de *Musa* AAA cv 'Poyo' y *Musa* AA cv 'Zebrina' pertenecientes a la colección de germoplasma del INIA-CENIAP en Maracay, Venezuela. Adicionalmente se trabajó con hijos de *Musa* ABB cv 'Pelipita' procedente de siembras comerciales del Estado Aragua. Los hijos se lavaron con agua jabonosa, y se cortaron en secciones cónicas de 10 cm. de alto y una base de 9cm², conteniendo el meristemo apical. Las secciones se desinfectaron con alcohol 70% durante 2 minutos y posteriormente se lavaron con una solución de hipoclorito de sodio 2.5% i.a. por 15 min. Bajo condiciones de flujo laminar de aire esterilizado se removió el excedente de desinfectante mediante 3 lavados sucesivos de agua destilada esterilizada (ADE). Los ápices caulinares se desnudaron hasta tener una longitud de aproximadamente 1mm y se sembraron en tubos de 150x25mm conteniendo 10ml de medio de cultivo. El medio contenía las sales MS (1962) suplementado con tiamina-HCl, Acido Nicotínico y Piridoxina HCl, a 1mg/l respectivamente, mio inositol 100 mg/l, BA (3mg/l para 'Poyo' and 'Zebrina' y 0,5 mg/l 'Pelipita'),

solidificado con Gelrite 2 g/l y el pH ajustado a 5.8±0.02. Se sembraron 10 explantes por cada cultivar (dada la escasez del material en campo). Los tubos sembrados se cultivaron bajo luz fluorescente (16.95W.m⁻²), un fotoperíodo de 16hr y una temperatura de 26±2°C. Los brotes formados fueron transplantados a tubos conteniendo el mismo medio de cultivo reduciéndose en el caso de 'Poyo' y 'Zebrina' el contenido de BA a 1mg/l para un nuevo ciclo de Brotación. Para la obtención de plantas completas, se transfirieron los brotes a un medio libre de reguladores de desarrollo. Se midió el crecimiento de los ápices caulinares, la emisión de brotes y la formación de plantitas completas.

RESULTADOS Y DISCUSION

La metodología de desinfección fue eficiente para prevenir la aparición de microorganismos, el uso de explantes de 1mm, permitió la regeneración de plantitas en la mayoría de los explantes establecidos y permitió un porcentaje de supervivencia superior al 90%. Estos resultados con el tamaño del explante, concuerdan con lo establecido por Sarga y Guevara (1994) para la desinfección de ápices caulinares de *Musa* cultivados *In Vitro*. Los tres cultivares presentaron resultados similares en cuanto a la reproducción *In Vitro* y al cabo de 8 semanas de cultivo se notaba la presencia de 6-8 brotes por cada explante sembrado. Los brotes una vez desarrollados con 2-3 hojas, se transplantaron a medio fresco para la inducción de un nuevo ciclo de brotación. Es importante señalar que para *Musa* AA cv 'Zebrina' se obtienen de 6-8 brotes por explante, lo cual es similar a lo reportado para este Cultivar bajo condiciones de inmersión temporal (Colmenares y Giménez, 2003). Por lo tanto, el sistema utilizado es eficiente para la propagación de musáceas. A partir de este momento se mantienen 50 tubos con brotes de cada cultivar, y un número de brotes adicionales se transplantó al medio libre de reguladores de crecimiento y en 3 semanas aproximadamente se obtuvo la formación de las raíces. Las plantas completas se aclimatan siguiendo condiciones normales de cultivo *In Vitro* y se espera reponer a la colección de germoplasma los materiales regenerados, previa confirmación de la identidad genética mediante RAPD. Hasta la fecha no se observan diferencias morfológicas entre los materiales que se regeneran y la apariencia de los brotes es uniforme.

CONCLUSION

El presente trabajo permitió la multiplicación de clones de *Musa* con genes de tolerancia a bacteria. Los materiales se mantienen creciendo en condiciones *in Vitro* desde hace aproximadamente 1 año, y no se ha perdido la capacidad regenerativa de los explantes. El uso de explantes de 1mm de longitud sigue siendo una medida efectiva para disminuir la incidencia de patógenos y favorecer una mayor supervivencia de los explantes. No se observan diferencias morfológicas entre los materiales regenerados.

REFERENCES.

1. Colmenares, M. y Jiménez, C. 2003. Multiplicación *in vitro* *Musa* spp. Mediante sistema de inmersión temporal. Rev. Fac. Agron. (LUZ). 2003, 20: 468-477.
2. Haddad, O. y Leal, F. 1996. Situación Actual y Perspectivas de la Producción de Cambur de Exportación y Otras Musáceas en el Estado Aragua. Papeles de Fundacite Aragua. En: <http://www.fundacite.org.gov.ve/papelesf/docs/cambur.pdf>
3. Ordosgoiti, A. 1987. Enfermedades Bacterianas de las Musáceas en Venezuela. Fonaiap Divulga 26.
4. Sarga, J.G. y Guevara, Y. 1994. Pruebas de desinfección para controlar la contaminación bacteriana en el cultivo *in vitro* de ápices caulinares de banano (*MUSA* AAA). Fitopatol Venez 7(1):14-17

¹ INIA-CENIAP. Zona Universitaria Vía El Limón. Edificio 09. Maracay 2101. Venezuela. Tel: (58243) 2402911/2402792. Email: esalazar@inia.gov.ve

² Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Altos de la Mariposa, Sector El Cuji. Caracas, Venezuela. E-mail: iselen03@yahoo.com

CONSERVACION *IN VITRO* DEL BANCO DE GERMOPLASMA DE *Musa* DEL CENIAP-INIA.

CONSERVAÇÃO *IN VITRO* DO BANCO DE GERMOPLASMA DE *Musa* DO CENIAP-INIA.

Morela Fuchs¹; José Geraldo Albarrán¹; Gustavo Martínez¹; Ezequiel Díaz¹; Edward Manzanilla¹; Efraín Salazar¹; Gustavo Saldaña & Iselen Trujillo²

SUMARY: A duplicate of the *Musa* germplasm bank of INIA-CENIAP (Venezuela) is maintained *in vitro* under minimal growth conditions. This methodology has allowed the maintenance of 87% of the collection. Minimal growth conditions with temperatures between 15 and 18°C have permitted to extend the time of permanence in the culture medium up to five months. Genetic stability and sanitary tests of the plants will be incorporated to the *in vitro* conservation process.

INTRODUCCION

En el Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias, en Maracay, Venezuela se tiene un banco de germoplasma de *Musa* formado por 135 entradas, las cuales se conservan en condiciones de campo. Las colecciones de *Musa* han sido tradicionalmente mantenidas en campo debido a que son especies que no producen semillas, y de propagación vegetativa. El mantenimiento de estas colecciones en condiciones de campo requiere de grandes espacios, alta cantidad de mano de obra y adicionalmente, las plantas están expuestas a la acción de factores bióticos y abióticos, lo cual puede ocasionar la pérdida de germoplasma. La conservación *in vitro* reduce las posibilidades de pérdidas y permite mantener, bajo condiciones controladas, un mayor número de clones o entradas a un menor costo y en un espacio reducido. Los métodos de conservación *in vitro* deben reducir la variación somaclonal que puede ocurrir bajo estas condiciones para garantizar la uniformidad y estabilidad genética de los materiales. Estudios realizados han determinado que el nivel y tipo de variación están relacionados a las características intrínsecas de la planta (genotipo) y puede también ser afectado por el sistema de cultivo y su duración (Van den houwe et al, 2000). En vista de lo anterior, se desea un duplicado de la colección que permita disponer de una réplica del banco en caso de pérdida de los materiales en condiciones de campo y por otra parte realizar la propagación acelerada de clones de interés que van a ser utilizados en ensayos de campo y el intercambio de germoplasma con otras instituciones nacionales e internacionales. Por lo tanto, se inició la conservación *in vitro* de este banco en la Unidad de Biotecnología del CENIAP, tratando de establecer las condiciones óptimas de cultivo por el método de mínimo crecimiento.

MATERIALES Y METODOS

Meristemas de los clones mantenidos en la colección de campo son extraídos en la Unidad de Biotecnología del CENIAP, y sembrados en un medio de cultivo conteniendo las sales minerales de Murashige y Skoog (1962), mioinositol 100 mg/l, tiamina 0,2 mg/l, piridoxina 0,5 mg/l, ácido nicotínico 0,5 mg/l, glicina 2 mg/l, BA 5 mg/l, Ácido Cítrico 0,7g/l, azúcar 30 g/l, agar 6g/l a un pH 5.80. Estos cultivos son mantenidos en condiciones de oscuridad y posteriormente pasados a condiciones de luz (16 horas de luz y 8 hr de oscuridad) a una temperatura de 26 ± 2°C. Una vez observada la formación de brotes los explantes son cultivados en medio sin hormonas para inducir la formación de raíces. Para la conservación de las plantas se evalúa el método de mínimo crecimiento, con un medio de cultivo con la mitad de la concentración de las sales de Murashige y

Skoog (1962), la mitad de la concentración de las vitaminas y sin hormonas. Las plantas son mantenidas en un cuarto de crecimiento a una temperatura entre 15 y 18 °C bajo las mismas condiciones de luz.

RESULTADOS Y DISCUSION

Actualmente se dispone de 87% de la colección de campo, conservados *in vitro*. El método de mínimo crecimiento ha permitido mantener los cultivos de plantas enraizadas por un período de cinco meses, en promedio, sin realizar cambio de medio. Estas plantas son cambiadas a medio nuevo, por un período adicional de cinco meses. El tiempo de permanencia varía dependiendo del genotipo, oscilando entre 3 y 7 meses. Se ha evaluado la regeneración de plantas y su aclimatación a condiciones de umbráculo, observándose una morfología y comportamiento normal de las plantas regeneradas. Se comienzan los análisis moleculares y fitosanitarios de los materiales para asegurar la estabilidad genética y la ausencia de virus de importancia agrícola para musáceas.

CONCLUSION

El método de mínimo crecimiento ha permitido el mantenimiento de cerca del 90% de la colección de germoplasma, por un período de hasta 5 meses en el mismo medio de cultivo. Esto ha permitido disponer de una réplica del banco de germoplasma de *Musa*, las cuales están disponibles además para el intercambio de germoplasma.

REFERENCIAS.

1. VAN DEN HOUWE, I., PANIS B., SWENNEN. 2000. In: Cryoconservation of tropical plant germplasm. Current research progress and application. IPGRI. 496 p.

¹ INIA-CENIAP. Zona Universitaria Vía El Limón. Edificio 09. Maracay 2101. Venezuela. Tel: (58243) 2402911/2402792. Email: esalazar@inia.gob.ve

² Universidad Nacional Experimental Simón Rodríguez. Altos de la Mariposa, Sector El Cuji. Caracas, Venezuela. E-mail: iselen03@yahoo.com

METHODOLOGY FOR SOMATIC EMBRYOGENESIS IN PLANTAIN (GROUP AAB), INTERPHASE WITH PLANT BREEDING.

METODOLOGÍA DE EMBRIOGÉNESIS SOMÁTICA PARA EL PLÁTANO VIANDA (GRUPO AAB), INTERFASE CON EL MEJORAMIENTO.

Jorge López¹; Rafael Gómez²; Nery Montano¹; Damicela Reinaldo¹; Reinaldo Trujillo³; Ayme Rayas¹; Alfredo Cantero¹; Manuel Cabrera¹; Arletys Santos¹; José Ventura¹; Humberto Toledo¹; Víctor Medero¹; Milagros Basail¹; Magaly García¹; María I. Roman¹ & Leneidy Pérez⁴.

RESUMEN. El desarrollo de la embriogénesis somática, posibilita disponer de un sistema celular útil para la mejora genética y una vía alternativa para la propagación de plantas. Se demostró que es posible la obtención de suspensiones celulares embriogénicas homogéneas a partir de yemas axilares y se logró los mayores volúmenes de multiplicación celular a la densidad de 3,0% del volumen de células sedimentadas. La mayor cantidad de embriones somáticos se alcanzó a la densidad de 12,0% del volumen de células sedimentadas. La inoculación de 0,5 gMF de embriones somáticos en el medio de cultivo de maduración, permitió mejorar la maduración de los mismos. Se logró un 83,0% de germinación de embriones con el uso del Sistema de Inmersión Temporal tipo RITA. Se determinó la curva de radio sensibilidad de rayos gamma de suspensiones celulares embriogénicas en el cv. 'CEMSA 3/4'. Se alcanzó el valor medio de la germinación de los embriones somáticos a la dosis de 80 Gy. Las principales variantes observadas *in vitro* y fase de aclimatización fueron, cambios de coloración en los pseudotallos con predominio del color rojizo, hojas estrechas y deformadas, así como la presencia de plantas albinas. Actualmente las plantas son evaluadas en condiciones de campo.

INTRODUCTION

Bananas and plantains are important fruits in tropical and subtropical countries and in Cuba, this crop constitutes a high priority of the national food program because of its capacity of producing fruit all year round, high demand and diversity of use, however, Black Sigatoka disease, caused by the leaf pathogen *Mycosphaerella fijiensis*, and stress climatic conditions (plant falling because of strong winds), associated with a wrong crop management has resulted in significant yield losses in this culture, which increases the production costs considerably. (1). The integration of genetic engineering into breeding programs may provide even more powerful tools to overcome current limitations. However, this application requires reliable plant regeneration protocols for plantain and banana. Taking into consideration, the previous information, the following research objects are being developed: To develop somatic embryogenesis in target cultivars and to determine the lethal dose for mutation induction with gamma ray.

MATERIAL AND METHODS

Somatic embryogenesis was carried out according to a methodology developed by 2. The initial stage to obtain explants for axillary buds production was developed during three multiplication subcultures. These explants were used for callus induction with embryogenic structures up to obtain embryogenic cell suspensions and plant regeneration.

To determine the lethal dose for mutation induction (gamma rays) from embryogenic cell suspensions in the multiplication stage (cv. 'CEMSA 3/4'), the settled cell volume (SCV) was adjusted to 25% to determine the irradiation dose curve (0; 50; 60; 70; 80; 90; 100; 150 and 200 Gy) using a ⁶⁰Co gamma source.

RESULTS AND DISCUSSION

When meristematic domes from axillary buds were used as explants in combination with different culture media (Table 2), a better embryogenic performance was obtained in comparison with scalps from cauliflower-like meristems. Cell suspensions are characterized by cell aggregates which occupy from 80 to 95% of the suspension. These cell aggregates consisted of small and spherical embryogenic cells with dense cytoplasmic content, small vacuoles and few starch grains. Similar results had been obtained by 3 in cell suspension cultures of cv. 'Bluggoe' (ABB).

Table 2. Composition of the culture media used in somatic embryogenesis of *Musa* AAB (axillary buds method).

	In vitro establishment	Multiplication Medium P5-0.2	Calli and Suspension Medium ZZ	Embryo formation Medium RD1	Embryo maturation	Embryo germination
Macro elements	MS	MS	½ MS	½ MS	MS	MS
Micro elements	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Vitamins	MS	MS	MS	MS	MS	MS
Ascorbic Acid	10	10	10	10	10	10
Myo-inositol	100	100	100	100	100	100
IAA	0.88	0.18	-	-	2	2
2,4-D	-	-	1	-	-	-
BAP	1.13	2.25	-	-	-	0.5
Zeatin	-	-	0.22	-	0.22	-
Ancymidol	-	0.2	-	-	-	-
Sucrose	30	30	30	30	45	30
Gelrite	-	2	2	2	2	2
pH	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8	5.8

To determine the lethal dose for mutation induction.

Twenty one days after cell incubation for its differentiation into somatic embryos, embryo formation started to decrease from 70 Gy dose (80%), however, the lethal dose at 50% (LD₅₀) for embryo formation was obtained at 90 Gy dose in relation to the non-irradiated control (Figure 1).

In relation to somatic embryo germination, and embryo formation, the lethal dose at 50% (LD₅₀) did not coincide (Figure 1 and 2); that is, there were somatic embryo formation until the globular stage and some of them could not germinate.

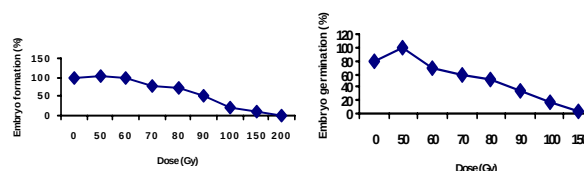


Figure 1. Effect of increasing doses gamma radiation on embryo formation 21 days after irradiation

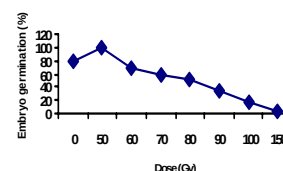


Figure 2. Effect of increasing doses of gamma radiation on embryo germination 90 days after irradiation.

As can be shown in Figure 2, the lethal dose at 50% (LD₅₀) of the germination was reached at 80 Gy. Within the main variants observed *in vitro* at the mentioned doses are changes in the pseudostem color with a reddish predominance, narrow and deformed leaves, as well as, the presence of albino plants at 100 Gy. According to 4 the optimal dose for the irradiation of suspensions was determined as 50-75 Gy for Three Hand Planty (AAB).

CONCLUSION

The radiosensitivity curve was obtained by comparing the number of somatic embryos germination for each dose. From the results obtained, it is recommended to irradiate cv. 'CEMSA 3/4' at 80 Gy.

REFERENCES

- López J, Montano N, Reinaldo D. First FAO/IAEA RCM on "Molecular Tools for Quality Improvement in Vegetatively Propagated Crops including Banana and Cassava" Vienna, Austria 11-15 June. 2005.
- López J, R. Gómez, A. Rayas, N. Montano, D. Reinaldo, R. Trujillo. 2006 Biotecnología Vegetal in press.
- Dhed'a D, Dumortier F, Panis B, Vuylsteke D & De Langhe E. 1991. Fruits 46: 125-135.
- Roux N.S. 2004 Banana Improvements Eds. Jain and Swennen. 23-42 ISBN 1-57808-340-0.

¹Instituto de Investigaciones en Viandas Tropicales (INIVIT).

²Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP).

³Centro de Bioplasmas (UNICA).

⁴Facultad de Biología de la Universidad de la Habana

INIVIT, Apdo 6, Sto Dgo., CP 53000, V.C. Cuba. E-mail: jlopez@inivit.co.cu

PRODUÇÃO DE MUDAS DE BANANEIRAS LIVRES DE VÍRUS

PRODUCCION OF VIRUS-FREE BANANAS PLANTLETS

Jorge Luiz Malburg¹ & Luiz Alberto Lichtemberg¹

SUMMARY: The Epagri, through the Experimental Station of Itajaí, comes developing system of election and indexation of matrices and production of micropropagated bananas plantlets free of viroses (CMV and BSV). The system possesses two 50 mesh screenhouses: one for matrices, with room of forty days (36 vases with capacity of 100 liters - 200 plants) and a room of production of matrices (360 vases with capacity of 300 and 500 liters - 1800 plants) and the screenhouse of acclimatization with capacity for of 450.000 plantlets/year. The acclimatization screenhouse is cooled through closed system of ventilation and pressurized microspraying of water. The system allows tracking of the process all.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o 2º maior produtor de bananas do mundo, apresentando em 2004 área plantada de 486 mil hectares e produção de 16,8 milhões de toneladas. Santa Catarina é o 3º maior produtor de bananas do Brasil tendo produzido, também no ano de 2004, cerca de 655,7 mil toneladas com área plantada com 30,1 mil hectares. O Estado destaca-se também por ser o maior exportador de bananas do País. Neste mesmo ano Santa Catarina foi responsável por 63% das exportações brasileiras, com volume de 118.051 toneladas, representando US\$ 10,5 milhões de dólares (SÍNTESE ANUAL DA AGRICULTURA CATARINENSE, 2005).

Neste cenário, onde constantemente são implantados e/ou renovados bananais, a disponibilização de mudas com alta qualidade genética, agronômica e fitossanitária é de fundamental importância. Acrescente-se ainda que a legislação atualmente em vigor no País permite para fins comerciais somente o trânsito de mudas micropropagadas. Neste sentido a Epagri, através do Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais – LCTV, situado na Estação Experimental de Itajaí, vêm desenvolvendo sistema de seleção e indexação de matrizes e produção de mudas micropropagadas livres de vírus.

METODOLOGIA

O sistema de produção de matrizes e mudas de bananeiras livres de vírus desenvolvido pela Epagri, inicia-se a partir da seleção, coleta e indexação de materiais introduzidos e já avaliados nas Coleções de Cultivares e Clones do Projeto: Fruticultura Tropical.

Após indexação destes materiais, são produzidas matrizes em abrigo protegido para retirada de explantes, produção de mudas micropropagadas em laboratório e acclimação das mesmas também em ambiente protegido com tela anti-afídeos (malha de 50mesh).

Das plantas originais selecionadas a campo, são retiradas folhas jovens para análises virológicas, através de PCR e RT-PCR, e preparadas mudas convencionais, nas quais é feito o descorticamento e tratamento das mesmas.



PREPARO DE MUDAS CONVENCIONAIS PARA QUARENTENA

Em seguida as mudas são plantadas em vasos na sala de quarentena e cultivadas até a obtenção dos laudos oficiais de diagnóstico fitossanitário relacionados aos vírus CMV e BSV. Os materiais livres de vírus são então transplantados, também para vasos, na área destinada ao cultivo das matrizes indexadas. O sistema conta atualmente com duas unidades de abrigos protegidos: o matrizeiro e a área de acclimação.



VASO COM MUDAS DA CULTIVAR 'CATARINA' EM QUARENTENA

O matrizeiro, com área de 1.020m², possui sala para quarentena com 36 vasos de 100 litros de substrato para introdução de novos

materiais a serem indexados (capacidade para 200 plantas) e área para o cultivo de matrizes e produção de explantes indexados que abriga 360 vasos de 300 ou 500 litros de substrato com capacidade para até 1.800 matrizes. As matrizes têm suas gemas apicais eliminadas a fim de estimular o crescimento de gemas axiais que darão origem aos explantes utilizados na produção de mudas no laboratório.



MATRIZES INDEXADAS SOB CULTIVO PROTEGIDO

O abrigo protegido para acclimação das mudas micropropagadas indexadas possui área de 800m², com capacidade para acclimação de 400.000 mudas/ano, com sombreamento de 70% feito por tela aluminizada. Além desta tela o abrigo é "refrigerado" através de sistema fechado de ventilação e sistema de micropulverização d'água (partículas de 10 micras). As mudas produzidas a partir destes explantes são repicadas para tubetes e acclimatadas em abrigo protegido até atingirem o porte adequado para sua comercialização. O sistema permite o rastreamento de todo o processo, desde a seleção do material original, matrizes indexadas, e lotes de mudas em processo de produção laboratorial, em fase de acclimação e no momento da comercialização.

BIBLIOGRAFIA

1. SÍNTESE ANUAL DA AGRICULTURA CATARINENSE, V.1 Epagri/CEPA, 2005.

¹ Engº Agrônomo, M.Sc. Epagri – Estação Experimental de Itajaí – Caixa postal 277, CEP 88.301-970, Itajaí – SC, Brasil malburg@epagri.rct-sc.br; licht@epagri.rct-sc.br

**PRÁTICAS DE CULTIVO
CROP MANAGEMENT
PRACTICAS DE CULTIVO**

EFFECTO DE CUATRO DENSIDADES DE SIEMBRA SOBRE LA PRODUCCIÓN DEL PLÁTANO (*Musa* AAB Simmonds) EN EL SUR DEL LAGO DE MARACAIBO

EFFECT OF FOUR SOWING DENSITIES ON THE PRODUCTION OF PLANTAIN (*Musa* AAB Simmonds) SOUTHERN TO THE MARACAIBO LAKE.

Carlos Gómez¹; Raisa Rumbos¹; Joel Vera¹; Hermes Rosales¹;
Sacramento Magaña-Lemus² & José G. Sarga³.

SUMMARY: The objective of the present work was to evaluate four sowing densities (2000, 2500, 3000 and 3500 plants/ha) of plantain (*Musa* AAB cv. Hartón) in El Laberinto farm. Southern to the Maracaibo Lake. A random block design with three repetitions and annual renovation was used. Densities of 2000 and 2500 produced the highest bunch weight during the two cycles respectively. Significant statistical differences (SSD) among hands and finger number were observed during the first cycle. 2000 and 2500 plants/ha had the highest numbers. During the second cycle, SSD were observed for hand number only, with 2500 plants/ha with the highest values. For the variable finger number, 2000 plants/ha density showed the highest number.

INTRODUCCIÓN

Venezuela, cuenta en el Sur del Lago de Maracaibo, con el 60% de la superficie total del cultivo, generando cerca de 7.000 empleos directos y 30.000 indirectos (Sarga et al., 1999). Sin embargo, dado al aumento creciente de la población en concomitancia con el consumo de plátano, se requiere de alternativas que contribuyan al incremento de la productividad, en concordancia con un máximo respeto al medio ambiente; por tanto, se presenta como opción el sistema de cultivo de plátano en alta densidad, con un manejo integrado de la Sigatoka Negra, lo cual incidiría en mayores ingresos para el productor y un mejor precio para el consumidor.

MATERIALES Y MÉTODOS

El área sembrada se encuentra ubicada a 29 m.s.n.m, con datos promedio de precipitación 1800 mm/año, humedad relativa 80% anual y temperatura anual de 27 °C. El suelo presentó una textura franco limoso, con contenidos bajos de fósforo, medios de potasio y magnesio y altos de calcio, pH=6,0. El clon utilizado fue Hartón gigante (*Musa* AAB Simmonds). Para el primer ciclo se seleccionaron cormos con un peso promedio de 0,20 kg provenientes de hijos de agua o puyones, trasplantados a bolsas plásticas de 2 k, conteniendo capa vegetal con una textura franco arcillosa; Para el segundo ciclo se plantaron cormos con un promedio de peso de 1 k. Se efectuaron cuatro pases de rastra cruzados. Para el segundo ciclo se efectuó la siembra sin preparación del terreno y se utilizó el sistema de doble hilera en trespelillo. Se sembraron las densidades: 2000; 2500; 3000 y 3500 pl/ha; con distancias de 3 m entre calle, 1 m entre hileras y con distancias entre plantas de 2,50 m, 2,00 m, 1,67 m y 1,4 m, respectivamente. El diseño utilizado fue bloques completos al azar con tres repeticiones. Durante el desarrollo de la plantación no se hicieron aplicaciones de insecticida. La Sigatoka Negra se controló con una aplicación del fungicida propiconazol durante el primer ciclo, y otra aplicación en el segundo ciclo. Para el primer ciclo se fertilizó en dosis por planta: 1^{ra}: Al momento de la siembra una mezcla 120 gr de urea (46% N) + 50 gr de fosfato de diamónico (45% P₂O₅ + 18% N) + 120 gr de cloruro de potasio (60% K₂O). 2^{da}: Cuando la planta emitió la hoja número 13, se le añadió 100 gr de urea. 3^{ra}: Al desarrollo de la hoja número 19, nuevamente se le adicionó 100 gr de urea. 4^{ta}: Cuando la planta alcanzó la hoja número 25 se utilizó el compuesto de 100 gr de urea + 50 gr de fosfato diamónico + 200 gr de cloruro de potasio. Para el segundo año se aplicaron: 1^{ra}: Al momento de la siembra se fertilizó con una mezcla 120 gr de urea + 50 gr de fosfato de diamónico + 120 gr de cloruro de potasio. 2^{da}: Al momento de la hoja 6 con 200 gr de sulfato de amonio. 3^{ra}: Cuando se desarrolló la

hoja25 con la mezcla de 120 gr de urea + 60 gr de fosfato diamónico + 120 gr de cloruro de potasio.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El peso del racimo para los dos años presentó diferencias estadísticas significativas, en el primer año, 2000 pl/ha obtuvo el mayor valor, seguido de cerca por 2500 pl/ha para finalizar con 3500 pl/ha. Con respecto al segundo año se detectaron dos grupos, donde el mayor valor se encontró en la densidad de 2500 pl/ha en segundo lugar 2000 pl/ha, para finalizar con 3500 pl/ha perteneciente al otro grupo (Cuadro 1). Respecto a la variable número de manos por racimo para el primer año se presentaron diferencias estadísticas significativas; así tenemos que 2000 pl/ha presentó el mayor número de manos/racimo, escoltado por 3000 pl/ha con diferencia marginales, para finalizar con 2500 y 3500 pl/ha respectivamente. Al estudiar el segundo año para esta misma variable se evidenciaron cambios debido a la diferencia estadística significativa; un grupo compuesto por 2500 pl/ha el cual presentó el resultado más importante, luego de 3000 y 2000 pl/ha, perteneciente al mismo grupo con menos número de manos, finalizando con 3500 pl/ha (Cuadro 1). Para el número de dedos por racimo se evidenciaron diferencias significativas entre las densidades en los dos años y al realizar la prueba de separación de medias (Tukey, P<0,05) nos indicó que la densidad de 2000 pl/ha, presentó el mayor número de dedos, seguida por 2500 pl/ha, para el primer año y por 3000 pl/ha en el segundo año; en ambos ciclos la densidad de 3500 pl/ha obtuvo los valores inferiores (cuadro 1). Sin embargo, Belalcázar y Cayón (1998) indican que para el plátano Dominico Hartón el peso del racimo y número de frutos no son afectados significativamente por la densidad de siembra lo cual esta referido a que existen alternativas validas para manejar poblaciones y distancias. En nuestro caso los resultados obtenidos en la presente investigación fueron distintos. Considerando el comportamiento obtenido en algunas variables como: el grosor, longitud, peso de dedos y número de dedos, se puede atribuir que las diferencias observadas se pudieran deber a otros factores reguladores del potencial productivo de la planta (Valencia et al., 1996). La información de producción por hectárea obtenida concuerda con los resultados de Belalcázar y Cayón (1998) y Valencia et al., 1996), quienes manifiestan que la producción por área aumenta con la densidad debido a la mayor cantidad de plantas cosechadas.

Cuadro 1. Efecto de las cuatro densidades sobre el peso del racimo, número de manos, número de dedos y cosecha calculada de Plátano Hartón (*Musa* AAB)

Densidad	Ciclo	Peso Racimo (Kg)	Nº manos/Racimo	Nº dedos/Racimo	Producción Calculada (t/ha)
2000	1	14,87 a	7,17	32,50 a	28,42
	2	13,02 a	7,14 ab	31,44 a	24,99
2500	1	14,72 ab	6,79	30,42 ab	34,91
	2	13,11 a	7,24 a	30,76 ab	31,13
3000	1	13,37 bc	6,63	29,22 b	35,91
	2	12,76 a	7,16 ab	31,11 ab	34,45
3500	1	13,02 c	6,78	28,43 b	38,68
	2	11,83 b	6,82 b	29,00 b	35,19

CONCLUSIONES

El peso del racimo, número de manos y dedos fue afectado de forma inversa al aumento de la densidad. La densidad que mejor se adaptó al sistema de manejo del productor y al mercado nacional en base a los resultados obtenidos fue la de 2500 plantas/ha.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

1. BELALCAZAR, S.; y CAYON, G. 1998. Altas densidades de siembra. Seminario Internacional sobre producción de plátano. Armenia, Quindío. Colombia. 4 al 8 de mayo. Memorias. Pp:147-154.
2. INIBAP. 2005. INIBAP Informe Anual 2004. Red Internacional para el Mejoramiento del banano y el Plátano. Montpellier, Francia. Pp. 12.
3. SURGA, J., A. BOLIVAR Y L.V. TRUJILLO. 1999. Caracterización de la producción et la comercialisation de Musa au Venezuela. Internacional Symposium, Douala, Cameroun, 10-14 Noviembre 1998. C. Picq, E. Tourge and E. A. Frison, editors. Pp. 67-85.
4. VALENCIA, J.A., ARCILA, M.I., BELALCAZAR, S. Y CAYON, A. 1996. Efecto de la densidad de población sobre el crecimiento, desarrollo y producción de clon Dominico Hartón. XII Reunión Memorias-ACORBAT. 1996. Santa Domingo. Republica Dominicana.

¹ INIA-Estación Local Chama. Apartado Postal No. 11. El Vigía, Estado Mérida. ggomez@inia.gov.ve

² Asesor Estadístico. Programa de Transferencia Agropecuaria (PTA). Maracay, Estado Aragua. smaganalemus@inia.gov.ve

³ INIA-Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP). Apartado 4653. Maracay, Estado Aragua. gsarga@hotmail.com

EFFECT OF PARING ON THE ESTABLISHMENT AND ROOT DAMAGE OF FRENCH PLANTAIN SUCKERS

EFFET D'ÉPLUCHEMENT SUR LE DÉVELOPPEMENT VÉGÉTATIF ET LE DÉGÂT DE LA RACINE ET DU BULBE DU PLANTAIN FRANÇAIS

Omolara Olaniyi¹ & Sunday Opadare²

RÉSUMÉ: L'effet d'épluchement sur le développement végétatif, le dégât de la racine et du bulbe du plantain français est étudié pendant quatre semaines dans une chambre à l'écran. Surgeon du plantain du type français sont cultivés dans la chambre à l'écran. La moitié des surgeons sont épluchés avant semer alors que l'autre moitié étaient laissés sans éplucher. Le nombre des plantes d'écrinées après deux et quatre semaines est égal. Deux semaines après semer. Les surgeons non-épluchés avant semer sont significativement plus grandes que ceux qui sont épluchés. Quatre semaines après semer, il y a des différences significatives des hauteurs des surgeons épluchés et non-épluchés. Le dégât racinaire est estimé à l'aide des indices établis pour le dégât de nématode parasitique aux plantes. L'épluchement a significativement réduit le dégât racinaire estimé comme le pourcentage des racines mortes et l'indice de la nécrose des racines aux deux dates d'échantillonnage.

INTRODUCTION

Plant parasitic nematodes are the major constraint to sustainable plantain production in Nigeria (3) and yield reduction averaged 50% in southwestern Nigeria (2). Plant parasitic nematodes damage the root system of plantain thereby impairing water and mineral uptake, predisposing plant to water stress and reducing yield. Anchorage of plants in the soil is also negatively affected and under the weight of a filling bunch, the plant topples over easily in a wet and windy weather, resulting in zero yield. Plantation longevity is also negatively affected in Nigeria (1). Established indices of nematode damage to roots of plantain include percentage dead root, root necrosis index, root knot index and feeder root health index. It is evident from earlier report (3) that infected planting material is a main source of spreading nematodes on plantain within Nigeria. As nematodes adhere to soils and are carried in roots of suckers used for the establishment of new fields, removal of both soil and roots on planting materials before planting them should significantly reduce nematode infection in newly opened fields. Paring is the peeling of outer skin of corms of suckers and this process removes adhering soil and roots, yet without killing the plant propagules. Paring is a convenient method of improving plantain root health and its success or otherwise in enhancing plantain establishment would determine the acceptability and adoption of this technology by farmers.

MATERIALS AND METHODS

Twenty suckers of French plantain (*Musa* spp. AAB-subgroup) were planted in the screen house of the Department of Crop, Soil and Pest Management, Federal University of Technology, Akure, Nigeria. Before planting, half of the suckers were pared and half left unpared. Pseudostem of each sucker was reduced to 30cm length before planting in black polythene bags. Plants were arranged in a completely randomized design in the screen house. At 2 and 4 weeks after planting, sucker height and number of leaves produced on five pared and five unpared suckers were taken at each date. Root damage on the plants was assessed by estimating percentage of dead roots and root necrosis. Percentage of dead roots was calculated as percentage of the total roots that was dead on each plant while root necrosis was assessed on 5 randomly selected functional roots removed from each plant. Outlier data points

were excluded from statistical analysis. Counts and percent data were transformed appropriately before subjecting to statistical analysis. Means were separated with the LSD_(0.05)

RESULTS AND DISCUSSION

At two weeks after planting, the unpared suckers were taller ($P_{0.05}$) and had more roots than the pared suckers (Table 1). This shows that paring had no significant adverse effect on the establishment of plantain suckers. It has also demonstrated the importance of paring in improving root health of plantain as root health is paramount to plantain production and plantation longevity. By the fourth week, the plants were no longer significantly different in height whether pared or not. This implied that initially (2 weeks after planting) the unpared suckers benefited from their intact roots to establish better and taller plants than the pared suckers. Four weeks after planting, this advantage had been normalized. Pared suckers had no dead roots at both 2 and 4 weeks after planting, while the unpared suckers had on average approximately 41% and 62% dead roots at 2 and 4 weeks respectively. At both sampling dates, suckers that were not pared before planting had significantly higher percentage root necrosis than the pared ones. This revealed that paring improved root health. The healthier root probably was responsible for the improved growth of pared suckers at 4 weeks since there was no significant difference in the vegetative growth of pared and unpared suckers at this stage.

Table 1. Effect of paring on some growth and root damage parameters of plantain two and four weeks after raising in the screen house

Parameter	Pared	Unpared	LSD _(0.05)
2 weeks after planting			
SHt (cm)	22.6	27.3	4.4
OL	na	na	na
DR (%)	0.0	40.5	4.0
RNI (%)	1.0	4.5	0.2
4 weeks after planting			
SHt (cm)	22.7	27.7	10.9
OL	1.7	2.4	1.2
DR (%)	0.0	61.7	5.0
RNI (%)	7.3	14.3	0.2

na: not applicable because leaves had not emerged.

SHt: sucker height; OL: number of leaves opened; DR: percent dead roots; RNI: root necrosis index

CONCLUSION

Paring should be recommended to farmers since it is a convenient means of reducing damage to plantain roots and it is also less technical. Since percentage dead roots and root necrosis index are important indices of plantain root damage by plant parasitic nematodes, result of this study could be applied to related nematode problems in plantain growing areas.

BIBLIOGRAPHY

1. Coyne *et al.*, 2005. *Nematol* v. 7, p. 531-541.
2. Rotimi *et al.*, 2004. *Nig. J. Forestry* v. 34, p. 102-111.
3. Speijer *et al.*, *Nematol* v. 3, p. 423-436.

¹Agronomatologist/Plant Pathologist.

²Graduated Student. Department of Crop, Soil and Pest Management, Federal University of Technology, Akure, P.M.B. 704, Akure, Ondo State, Nigeria, E-mail: momolaraolaniyi@yahoo.com, Tel.: +234 803 536 2645.

FERRAMENTA DE APOIO A TOMADA DE DECISÃO PARA CONTROLE DE DOENÇAS EM BANANAIS

INFORMATION AND DECISION SUPPORT SYSTEM FOR DISEASE CONTROL IN BANANA PLANTATION

Lucia Morais Kinceler¹; Patrick Padilha²; Eduardo Nathan Antunes²;
Wellington Rodrigues².

SUMMARY: A monitoring system for disease control in banana and plantain is essential to maintain good product quality and production, and to reduce costs and environmental problems with chemical application reduction. This work presents an information and decision support web system which was developed for banana producers in the state of Santa Catarina, Brazil. The system provided to be an excellent tool to monitor the banana plantation health and to ensure timely, accurate and secure warnings for best spraying practices considering type of product to be applied, weather conditions and previous results.

INTRODUÇÃO

Controlar doenças, como o mal da sigatoka, em plantações de banana é uma tarefa que exige acompanhamento constante das plantas, gerando uma quantidade considerável de dados a serem analisados. É necessário monitorar a evolução dos sintomas, histórico de pulverizações e produtos utilizados para se definir quando e qual o tratamento adequado a ser utilizado, e avaliar os resultados obtidos. Todo esse processo é feito manualmente em formulários próprios por associações de produtores e posteriormente armazenados em arquivos tipo texto em computadores, tornando difícil a recuperação da informação. Placas instaladas próximo às estradas que dão acesso às áreas de produção, informam os produtores da necessidade de se efetuar tratamentos e o produto a ser utilizado. Visando aumentar a agilidade do processo, facilitar o acesso e aumentar a confiabilidade das informações, foi desenvolvido um sistema web de alertas que aumenta a eficiência na tomada de decisão, com o acompanhamento da saúde da plantação, emissão de avisos de pulverização e na avaliação dos resultados obtidos.

METODOLOGIA DE DESENVOLVIMENTO

O desenvolvimento do sistema para ambiente web deve-se ao baixo custo de comunicação, ao seu alcance global e a viabilidade pela presença de estrutura tecnológica na associação de produtores. A plataforma adotada no desenvolvimento do sistema é a J2EE[1], por proporcionar portabilidade, robustez, escalabilidade e segurança, e facilitar futuras aplicações em dispositivos móveis. O sistema permite o cadastramento: 1) das localidades onde se encontram as plantações, 2) dos sintomas e danos referentes às pragas que atingem o cultivo de bananas, e 3) dos produtos necessários para combater cada tipo de praga. Observações periódicas realizadas em plantas selecionadas previamente, fornecem dados sobre o ritmo de emissão foliar e manchas encontradas nas folhas das bananeiras que servem como indicadores da evolução dos sintomas da praga em todo o bananal. Essas informações são armazenadas pelo sistema, juntamente com dados da sua localização e data, podendo ser associados aos dados de tratamentos anteriores. Com base nos dados resultantes das observações realizadas é gerado, para cada localidade, um gráfico que indica a evolução da doença e o momento das últimas pulverizações, representadas pela figura de um avião. A visualização desse gráfico, associado aos dados meteorológicos registrados por sensores instalados nos bananais e previsão das condições de tempo para a região[2], auxilia na definição do momento adequado para realizar futuras pulverizações. No exemplo mostrado na Figura 1 observa-se uma eficiência dos tratamentos no decorrer do período, com o controle da doença após as aplicações.

GRÁFICO DA EVOLUÇÃO DA DOENÇA (Através da Soma Bruta)



Figura 1. Evolução da Doença e Últimas Pulverizações.

A integração dos diferentes dados para o processo de tomada de decisão, e a facilidade de acesso que um sistema web oferece, agiliza a indicação de tratamentos e a divulgação dos alertas pelos especialistas. O alerta, conforme mostra a Figura 2, é visualizado apenas pelos produtores das áreas infectadas. Esse controle é feito através do acesso ao site onde é solicitado o login e senha do produtor.



Figura 2. Alerta de Pulverização.

RESULTADOS

O sistema desenvolvido aplica-se às diversas áreas de cultivo do estado, proporcionando alertas aos produtores no momento adequado, e informando o tratamento mais adequado a cada situação. Os resultados imediatos estão relacionados à eficiência nos tratamentos, considerável redução de custos com aplicações e a conseqüente melhoria ambiental com a diminuição dessas aplicações. Adicionalmente, a facilidade de acesso aos dados através da web, rompendo as barreiras geográficas, permite que o sistema se torne numa potencial ferramenta de planejamento de políticas públicas em situações críticas, bem como reduz a distância entre a área de produção e a comunidade científica.

CONCLUSÃO

O histórico de medições de sintomas e tratamentos utilizados, para todas as regiões do estado, é armazenado em um banco de dados, facilitando estudos futuros que possam avaliar os resultados obtidos pelos tratamentos e suas implicações. O sistema além de servir de alerta diretamente a produtores, constitui-se numa fonte de pesquisa científica, para melhoria do controle de doenças em bananais e na identificação de áreas mais vulneráveis ou susceptíveis às doenças.

TRABALHOS FUTUROS

Objetiva-se a continuidade desse trabalho com a inserção de mecanismos de avaliação e acompanhamento com o uso de tecnologias webmapping, para análise espacial, e comunicação de rede móvel, para alertas e acessos ao sistema pela web com o uso de telefonia celular.

BIBLIOGRAFIA

1. Sun Microsystems Java 2 Enterprise Edition - J2EE. Disponível em: <http://java.sun.com/j2ee/>.
2. KINCER, L. M.; ANTUNES, E. N.; FRANKLIN, B. L.. Decision Support Systems on the Internet based on meteorological data for farmers in Santa Catarina. In: 7th International conference on Precision Agriculture and Other Precision Resources Management. Poster Session: New Applications Worldwide, 2004, Minneapolis.

¹ Epagri - Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Rod. Admar Gonzaga, 1347 - Florianópolis, SC - Brasil. CEP: 88034-901. kinceler@epagri.rct-sc.br.

² Fundagro - Fundação de Apoio ao Desenvolvimento Rural Sustentável de SC. Rod. Admar Gonzaga, 1188 - Florianópolis, SC - Brasil. CEP: 88034-901. nathan@epagri.rct-sc.br, patrick@epagri.rct-sc.br.

PRODUÇÃO DE PRIMEIRO CICLO DA BANANEIRA PRATA ANÃ EM SISTEMA DE INTERPLANTIO NO NORTE DE MINAS GERAIS

FIRST CYCLE OF YIELD OF PRATA ANÃ ON VARIETY MIXTURES SYSTEM IN NORTH OF MINAS GERAIS

Silvia Nietzsche¹; Marlon Cristian Toledo Pereira¹; Valdeir Dias Gonçalves²; Janaína Ribeiro Oliveira³; Telma Alves de Miranda³; Manoel Xavier Oliveira Júnior³; Roberto Célio Antunes Júnior³; Thiago Prates Fernandes³; Lidiane Franco³ & Sebastião de Oliveira e Silva⁴

SUMMARY: Banana (*Musa* sp.) is one of the most important fruits in the world. The objective of present work was to evaluate the first cycle of yield of banana 'Prata Anã' on variety mixtures system in North of Minas Gerais, Janaúba, Brazil. Three cultivars, Prata Anã, Thap Maeo and Caipira were used. The experimental design was completely in blocks at random, with six treatments and four replications. The weight of bunch, number of hand and fingers per bunch, yield, number of leaf in harvest and number of days to harvest were evaluated. Independently of the kind of system used, statistical differences between the treatments were not observed, however the mean of the weight of bunch, number of hand, productivity, number of fingers and number of leaf in harvest, were greater in variety mixtures system. In plant crop, the competition among plants and different cultivars for light, space and other factors were not significant in the different treatments tested in this experiment.

INTRODUÇÃO

A banana (*Musa* spp) é uma das frutas mais consumidas no mundo, sendo explorada na maioria dos países tropicais com uma produção estimada em 56 milhões de toneladas, sendo os principais países produtores a Índia, Equador, Brasil, China e Filipinas. Juntos estes países respondem por 57% da produção mundial, ficando o Brasil com uma participação de apenas 15% no comércio internacional da fruta. Dentre as doenças fúngicas, a Sigatoka amarela, causada por *Mycosphaerella musicola*, também conhecida como cercosporiose da bananeira, é considerada uma das enfermidades mais graves da banana. Acredita-se que áreas de cultivo do Norte de Minas que não fazem o controle da doença devem estar sofrendo perdas de 50% da produção (1). Segundo Wolfe & Gacek (2001), a prática de mistura de variedades pode promover controle significativo de doenças que apresentam uma fase de dispersão aérea, como é o caso dos agentes causadores da Sigatoka amarela. Esta estratégia é recomendada principalmente em casos em que o uso de fungicidas é economicamente inviável. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produção da bananeira 'Prata Anã' sob sistema de interplântio nas condições do Norte da Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizaram-se mudas provenientes do cultivo *in vitro* das cultivares Prata Anã, Thap Maeo e Caipira, as duas últimas resistentes à Sigatoka amarela e negra e ao mal-do-Panamá. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados, com seis tratamentos e quatro repetições. Entre cada parcela foram plantadas três linhas com cultivar 'Prata Anã'. Os tratamentos utilizados foram: (1) Testemunha, exclusivamente com 'Prata Anã'; Tratamento (2), plantio intercalado de 'Prata Anã' e híbridos; Tratamento (3), 'Prata Anã' com uma linha de bordadura com Thap Maeo; Tratamento (4), 'Prata Anã' com duas linhas de bordadura com Thap Maeo; Tratamento (5), Prata Anã com uma linha de bordadura com Caipira; Tratamento (6), 'Prata Anã' com duas linhas de bordadura com Caipira. A parcela experimental foi de 6 plantas úteis no espaçamento de 3x2m. Os tratos culturais foram conduzidos de acordo com as normas técnicas para a cultura. Não foram efetuadas

pulverizações para controle da Sigatoka amarela. Foram avaliadas as características de circunferência do engajo, peso da ráquis, número de folhas vivas na colheita, número de dias do plantio a colheita, número de pencas do cacho, peso do cacho, produtividade e número de frutos totais. Os valores obtidos para as características foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, verificou-se que não houve diferenças significativas, a 5% de probabilidade, para nenhuma das características avaliadas. Independente do sistema de plantio utilizado, o número de folhas vivas na época da colheita apresentou média de 9,94 folhas. As plantas apresentaram média de 17,94 folhas no momento do florescimento. No período compreendido entre o florescimento e a colheita, senesceram em média 8 folhas, as quais foram, em parte, responsáveis pelo enchimento dos frutos. O número de dias do plantio a colheita, foi em média, de 424,08 dias. Estudos realizados com a mesma cultivar em Santa Catarina, indicou média de 662 dias. A 'Prata Anã' apresentou produtividade média de 13,58 t/ha. Trabalhos anteriores avaliando a cultivar Prata Anã na densidade de 1666 covas/ha, obtiveram resultados para o primeiro ciclo da cultura de 17,02 t/ha. Com relação ao peso do cacho, obtiveram-se em média, 8,15 Kg no primeiro ciclo. O número médio de pencas por cacho foi 8,49 e o de frutos por cacho, 124,91, em média. No primeiro ciclo a competição entre plantas por luz, espaço e outros fatores não foi expressiva entre os sistemas de interplântio. No entanto, é necessário aguardar o comportamento das plantas-filhas e neta para que novos resultados possam ser divulgados a respeito da mistura de variedades. Estudos realizados por Pereira (1997), com a bananeira 'Prata Anã', no projeto Jaíba, indicaram médias superiores para as mesmas características avaliadas. Estas diferenças podem ser devidas principalmente às características de solo, classificado como solo Aluvial, com textura arenosa, baixa fertilidade, enquanto que no projeto Jaíba, as plantas foram implantadas sob um latossolo Vermelho-Escuro, com alta fertilidade.

CONCLUSÕES

No primeiro ciclo o sistema de interplântio não influenciou na produção da bananeira 'Prata Anã'.

Tabela 1. Médias do peso do cacho (PC), do número de pencas (NPEN) e de frutos por cacho (NFRU), produção (PROD), número de folhas vivas na colheita (NFVC) e número de dias para colheita (NDPC) em plantas de bananeiras 'Prata Anã' sob seis sistemas de plantio. Janaúba, MG, 2006.

Trat. ²	PC (kg)	NPEN	NFRU	PROD (t/ha)	NFVC	NDPC
1	6,5a	8,0a	111,1a	10,7a	7,6a	411,6a
2	6,9a	7,6a	114,3a	11,5a	9,5a	437,3a
3	9,4a	8,8a	131,6a	15,7a	11,5a	409,8a
4	9,1a	8,8a	125,3a	15,2a	10,6a	416,4a
5	9,1a	8,7a	135,6a	15,2a	9,5a	440,0a
6	7,9a	8,8a	131,6a	13,2a	10,6a	429,1a
Média	8,15	8,49	124,91	13,58	9,94	424,08

¹Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

²Tratamentos: 1= Testemunha, plantio exclusivo de Prata Anã; 2= Prata Anã intercalada com Caipira e Thap Maeo 3= Prata Anã com 1 linha de bordadura de Thap Maeo; 4= Prata Anã com duas linhas de bordadura de Thap Maeo; 5= Prata Anã com 1 linha de bordadura de Caipira; 6= Prata Anã com duas linhas de bordadura de Caipira.

REFERÊNCIAS

- CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. Sigatoka-amarela no Norte de Minas Gerais. In: Simpósio Norte Mineiro sobre a Cultura da Banana, 1, Nova Porteira, 2001. Anais..., Montes Claros, UNIMONTES, 2001. p. 238-247.
- PEREIRA, M.C.T. Crescimento e produção de primeiro ciclo da bananeira (*Musa* spp.) 'Prata Anã' (AAB) em sete espaçamentos, em Jaíba e Visconde do Rio Branco-MG. 1997. 56p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – U.F.V., Viçosa, MG, 1997.
- WOLFE, M.; GACEK, E. Variety mixtures in theory and practice. Cost Action Escócia, 2001. 817p.

¹ Professores Drs., UNIMONTES - Universidade Estadual de Montes Claros, Cx. Postal 91, CEP 39440.000 Janaúba, MG. E-mail: silvia.nietzsche@unimontes.br. Finep, Fapemig e CNPq.

² Estudante de Mestrado UNESP.

³ Estudantes do Curso de Agronomia/UNIMONTES.

⁴ Pesquisador da Embrapa CNPMF. ssilva@cpnmpf.embrapa.br

MANEJO ORGÁNICO DE SIETE CLONES DE BANANO (*Musa*) EN CONDICIONES DE BOSQUE SECO TROPICAL: I. FENOLOGÍA

ORGANIC HANDLING OF SEVEN BANANA CLONS (*Musa*) IN TROPICAL DRY FOREST: I. PHENOLOGY

Carlos Gómez¹; José Gilberto Sarga²; Sacramento Magaña-Lemus³;
Joel Vera¹; Hermes Rosales¹ & Norelys Pino³

SUMMARY: This research was carried on La Ceiba region, Trujillo State, Venezuela (20 masl). Phenological variables by means of morphometric changes were taken from six banana clons: FHIA (01; 02; 17; 18; and 23) and Cavendish, Dwarf Great (GE) (*Musa* AAA), during the first harvest cycle. According results of physicochemical analysis of soil, was applied vermin-composting. None agrochemical product was added. Experimental design was random blocks with four repetitions and 20 plants per plot (6 effective). Significant statistical differences (SSD) were detected along all harvest cycle in variables: long and width of third leaf, plant height, perimeter at 100 cm of height and total leaves number. FHIA 17, 18 and 23 expressed the longest and widest leaves. The highest plants were found in FHIA 02, 17, 18 and 23 (>220 cm) at the end of cycle. More than 35 total leaves were produced by GC and FHIA 23. SSD were found in perimeter at 30 cm of height, since ninth evaluation date, where FHIA 02 and 18 showed the highest values. FHIA 02 was the most precocious clon.

INTRODUCCIÓN

Las musáceas comestibles forman parte de la dieta del pueblo venezolano, pues poseen una gran cantidad de ventajas dentro de las que se destacan: altos valores energéticos (3,64 calorías y 1,64 proteínas) (FDA, 1996), precios accesibles para la familia de menos recursos económicos y se cultivan comúnmente en las comunidades rurales. Existen en Venezuela un total de 53.000 has cultivadas de bananos, donde gran parte por cuestiones económicas, no se les aplica tecnología (agroquímicos, riego, etc), obteniendo rendimientos bajos. Son materia prima para la elaboración de subproductos tales como batidos, dulces y alimento para animales (Sarga et. al., 1999). Aunado a ello, la terrible enfermedad de la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en muchos casos no permite una producción sostenible. En este sentido se ha pensado en la explotación de musáceas con variedades tolerantes a los competidores bióticos de importancia económica sometidas a un manejo orgánico con el objeto de evaluar su adaptabilidad y aceptación a la zona en cuestión por los agricultores y consumidores.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en la región de La Ceiba, finca "KAMBUCA", ubicada en el Estado Trujillo, sobre un suelo franco arcilloso, a una altura de 20 msnm, con datos promedios de precipitación de 900 mm/año, temperatura anual de 28 °C y humedad relativa de 80%. Los clones evaluados provenientes del Centro de Tránsito del INIBAP (Universidad Católica de Lavoina, Bélgica) fueron: FHIA 01 (AAAB); 02 (AAAA); 17 (AAAA); 18 (AAAB) y 23 (AAAA) y el Banano Cavendish clon Gran Enano (GE) (*Musa* AAA) cultivado en la zona. Se plantaron a una distancia de 2,5 x 2,5 m, bajo un diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones; la parcela constó de 20 plantas, siendo 6 de ellas las efectivas. El abono fue a base de vermicompost, obtenido a través de la lombriz californiana (*Eisenia foetida*), teniendo como soporte restos de musáceas (hojas, raquis y pseudotallo) y estiércol de ganado. En 4 ocasiones durante el ciclo, se aplicaron 2 kg de abono, de acuerdo a los análisis físico-químicos del suelo (estudio de calicata). No se aplicó riego. Se midieron las variables largo y ancho de tercera hoja, altura de planta, perímetro de pseudotallo a 30 y 100 cm de altura, número de hijos, de hojas nuevas y de hojas totales, con una frecuencia de 15 días, desde la semana 4 después de establecida la plantación, hasta la fecha de floración. Se obtuvo el promedio de cada una de las variables por fecha de evaluación y se elaboraron gráficos de comparación entre los diferentes materiales evaluados, una vez realizado el análisis

exploratorio. Se efectuó un análisis de varianza por fecha y separación de medias (Tukey, $\alpha=0,05$), con el uso del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los análisis estadísticos mostraron diferencias estadísticas significativas (DES) en las variables: largo y ancho de tercera hoja, altura de planta, perímetro a 100 cm de altura y número de hojas totales. En general, los clones FHIA 17, 18 y 23 presentaron las hojas mas largas y anchas. Respecto a la altura de planta, los clones FHIA 02, 17 y 18 obtuvieron los mayores valores, y al final del ciclo se les adicionó el FHIA 23 (>220 cm); los valores menores se reportaron para GE. Los clones GE, FHIA 23, 1, 2 y 17 emitieron más de 35 hojas totales, presentado FHIA 18 el menor número de hojas (32,5). Entre 2 y 2,7 hojas nuevas fueron emitidas cada 15 días hasta la novena fecha de evaluación durante ese período, los FHIA 01, 17 y 23 desarrollaron entre 1 y 2 hojas nuevas hasta finalizar el ciclo. Se encontraron DES para perímetro a 30 cm de altura, durante todo el lapso a excepción de la séptima y octava medición donde el grupo se comportó de forma homogénea; los FHIA 02 y 18 reportaron los mayores valores entre las fechas 9 y 12; y los clones FHIA 17 y 23 en las últimas 4 fechas de evaluación (por ser tardíos); el GE obtuvo los menores valores. En relación al número promedio de hijos, destaca el GE con 4,8 hijos producidos, un grupo intermedio con promedios entre 3 y 4 hijos (FHIA 02 y 18), FHIA 17 y 01 con 2,2 y 2,0 hijos respectivamente y finalmente FHIA 23 con 0,3 hijos en promedio. FHIA 02 se comportó como el clon más precoz (197 días a floración), GE y FHIA 18 con valores intermedios, y con mas días a floración (224) se ubicaron los FHIA 01, 17 y 23; al cotejar estas cifras con los resultados obtenidos por Zapata et.al. (1998) en la variedad Gros Michel, Costa Rica, destaca un comportamiento mas retrasado hasta la floración, el cual oscila entre 6,5 y 7.4 meses mayor que los clones FHIA (01,17 y 23) más tardíos del presente estudio. Durante el ciclo de producción para cada uno de los clones en este estudio se aplicaron solamente cuatro alícuotas por año de 2 k cada una de lombriz compost como nutrimento de la cepa; sin embargo, en trabajos realizados con Banano Orgánico en el Valle del Chira, Perú solamente, lograron reducir el abono sintético en 18.018 TM, aplicando como fuente nutritiva guano de las islas, estiércol de ganado, humus de lombriz, sulfato de potasio, magnesio mineralizado y algunas otras fuentes (Soldevilla, 2004). La producción orgánica de la variedad Gros Michel se basa en tres variables: 1. costos similares al banano convencional, 2. altos ingresos por hectárea para una familia de bajos recursos y 3. Buena calidad de la fruta para exportación (Zapata et. al., 1998). En nuestro caso no se utilizó ningún producto agroquímico durante todo el ciclo de cosecha, reduciendo así los costos de producción.

CONCLUSIONES

Se determinó que el manejo orgánico en clones de banano es eficiente, indicando la factibilidad de este tipo de manejo, donde los clones 2, 17 y 18 presentaron los mejores promedios lo que representa para esta primera etapa, buena potencialidad para su utilización, debiendo ser corroborada en la etapa de producción de fruta. El fortalecimiento de la práctica de manejo orgánico en la región permite elevar la calidad de vida de sus pobladores al conservar el ambiente y mejorar la productividad de las unidades de producción.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

1. FUNDACIÓN DE DESARROLLO AGROPECUARIO (FDA). 1996. *Guía Técnica # 28. Serie Cultivos*. Rep. Dominicana. 59 pág.
2. SOLDEVILLA, S. 2004. *Infomusa*. Vol. 13, No.1. Pp. 32-34.
3. SURGA, J., A. BOLIVAR Y L.V. TRUJILLO. 1999. *Internacional Symposium*, Cameroon, Noviembre 1998. C. Picq, E. Fourre and E. A. Frison, editors. Pp. 67-85.
4. ZAPATA, P.; G. RODRÍGUEZ; T. CUESTA; C. ARMIJOS; D. ABUCHAR; P. TABORDA. 1998. *Memorias del taller internacional realizado en la EARTH*. Costa Rica, Julio 1998. F. Rosales, S. Tripon y J. Cerna, editors. Pp. 193-199.

¹ INIA-Estación Local Chama. Apartado Postal No. 11. El Vigía, Estado Mérida. cgomez@inia.gob.ve

² INIA-Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Apartado 4653. Maracay, Estado Aragua. jsurga@inia.gob.ve

³ Programa de Tecnología Agropecuaria (PTA). Apartado 4653. Maracay, Estado Aragua. smaganalemus@inia.gob.ve

SENSIBILIDAD DE *Ralstonia solanacearum* RAZA 2 A TRATAMIENTOS ALTERNATIVOS Y CONVENCIONALES.

SENSITIVITY OF *Ralstonia solanacearum* RACE 2 A TO ALTERNATIVE AND CONVENTIONAL TREATMENTS.

Luciano Martínez Bolaños¹; Isaac Aguilar-Prieto² & Saúl Bautista Torres².

SUMMARY. Bacterial wilt caused by *Ralstonia solanacearum* race 2 (Smith) is someone the most important banana plant diseases in the world. In addition, their management is to difficult or founded on contaminated products like to methyl bromide. Prescreening treatments were carry out *in vitro* e *in vivo* conditions. CTZ medium and the dishes technique was used. Injection and disinfection technique was evaluated *in vivo* study by using vitro plants in Greenhouse condition. Statistics differences show at *Bacillus subtilis*, and antibiotics the best treatment.

INTRODUCCIÓN

El moko bacterial del banano causado por *Ralstonia solanacearum* raza 2, se ha dispersado en forma exponencial en las áreas bananeras del mundo. El manejo de la enfermedad se basa en el uso indiscriminado del bromuro de metilo y herbicidas sistémicos, que ocasionan una serie de daños al ambiente. Una medida alternativa para el manejo de estos patógenos es el uso de organismos antagonicos (Fravel, 1988 y Liao, 1989) y extractos vegetales, que reducen el deterioro ambiental y promueven el crecimiento de las plantas (Handelsman y Stabb, 1996; Raupach y Joseph, 1998). En el presente trabajo se evaluó la sensibilidad *in vitro* de *R. solanacearum* raza 2 a bioproductos y antibióticos, con el objetivo de encontrar alternativas para el manejo de esta enfermedad del banano.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio *in vitro* se realizó con una cepa *Ralstonia solanacearum* raza 2. Se uso un diseño experimental completamente al azar. El estudio se realizó mediante la técnica de sensibilidad en un medio de cultivo TTC. En cada medio se aplicó 0.5 mL de *R. solanacearum* raza 2 a una concentración de 1×10^6 ufc ml⁻¹. En el estudio se evaluaron 3 dosis de una cepa bacteriana, siete antibióticos y seis extractos vegetales. En el testigo absoluto se utilizó agua destilada esterilizada. La variable respuesta fue el radio de inhibición del crecimiento bacterial a las 48 horas. Los datos obtenidos se procesaron utilizando el programa SAS aplicando el Modelo Lineal General (GLM) y empleando el análisis de Varianza (ANAVA). La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey ($\alpha \leq 0.05$).

RESULTADOS

Algunos tratamientos inhibieron el crecimiento bacterial, mostrando un halo cristalino en los discos impregnados con cada tratamiento después de 24 y 48 horas. El análisis de varianza indica que existen diferencias significativas entre tratamientos Tukey ($\alpha \leq 0.05$), a partir del cual sobresalen los tratamientos a base de *Bacillus subtilis* y clorhidrato de oxitetraciclina.

La efectividad de *Bacillus subtilis* se fundamenta, En la producción de compuestos con propiedades antifúngicas y bactericidas como el Fengycin, la subtilina y otros antibióticos de la familia de las Iturinas. Las cuales son mezclas de lipopéptidos que actúan sobre la pared celular e inhiben la síntesis de proteínas de las bacterias fitopatógenas (Vanittanakom *et al.* 1986; Leifert *et al.* 1995 y Chaurasia *et al.* 2005).

Los antibióticos como el Clorhidrato de oxitetraciclina sólo o en combinación con N, Mg, S, K y ácidos fúlvicos, y el sulfato de gentamicina inhibieron de forma diferenciada el

crecimiento de *R. solanacearum*; A pesar del potencial de los antibióticos, se debe tener cuidado, ya que las bacterias presentan plásmidos que portan genes que codifican enzimas que inducen la resistencia a antibióticos, virulencia, catabolismo de sustancias fenólicas y fijación de nitrógeno (Handelsman y Stabb, 1996).

Los extractos vegetales mostraron de manera generalizada poca eficiencia en el control del crecimiento de *R. solanacearum*; sin embargo se debe considerar que la principal forma de acción de la mayoría de este tipo de productos se manifiesta mediante la inducción de resistencia sistémica adquirida por las plantas (RAS) (Leszcz, 2003).

A pesar de que las condiciones de experimentación *in vitro* difieren en gran medida de las condiciones prevalecientes en campo, estos resultados permiten inferir la eficiencia en el control de *Ralstonia solanacearum* raza 2 bajo las condiciones de crecimiento del cultivo, ya que la inhibición del crecimiento bacterial se dio sobre aquellas colonias que estuvieron expuestas directamente a los productos, lo cual impidió su desarrollo bajo condiciones óptimas de temperatura y alimento. Esto indica que los ingredientes activos sobresalientes en este experimento si pueden ser efectivos en campo, pero para ello es necesario el diseño de una o varias estrategias que permitan una alta eficiencia de las aplicaciones y su permanencia bajo las condiciones ambientales y de suelos característicos de la zona donde se utilicen para que muestren sus cualidades, por lo que es necesario se realicen próximos estudios que permitan aprovechar su potencial.

CONCLUSION

Los antibióticos (oxitetraciclina y gentamicina), la bacteria antagonica (*Bacillus subtilis*) y los extractos vegetales inhibieron en forma diferenciada el crecimiento *in vitro* de *Ralstonia solanacearum* raza 2. Considerando que el efecto inhibitorio de los microorganismos antagonicos fue mayor que el resto de los tratamientos, define a este como el mejor tratamiento considerando además que su forma de acción es compleja y reduce el riesgo de resistencia por la bacteria fitopatógena.

REFERENCIAS

1. Chaurasia B.; Pandey, A.; Palni, L.; Trivedi, P.; Kumar, B. and Colvin, N. 2005. Diffusible and volatile compounds produced by and antagonistic *Bacillus subtilis* strain cause structural deformations in pathogenic fungi *in vitro*. Microbiol Res. 2005;160(1):75-81.
2. Handelsman, J. and Stabb, V. E. 1996. Biocontrol of soilborne plant pathogens. The Plant Cell, Vol. 8, 1855-1869, October 1996. American Society of Plant Physiologist.
3. Leifert, C.; Li, H.; Chidburee, S.; Hampson, S.; Workman, S.; Sigeo, D.; Epton H. and Harbour, A. Antibiotic production and biocontrol activity by *Bacillus subtilis* CL27 and *Bacillus pumilus* CL45. 1995. J Appl Bacteriol. 1995 Feb;78(2):97-108.
4. Raupach, S. G. and Joseph W. K. 1998. Mixture of plant growth-promoting thizobacteria enhance biological control of multiple cucumber pathogens. Phytopathology. P-1998-0825-01 R.
5. Vanittanakom, N.; Loeffler, W.; Koch, U. and Jung G. 1986. Fengycin – a novel antifungal lipopeptide antibiotic produced by *Bacillus subtilis* F-29-3. 1986. J Antibiot (Tokyo). 1986 Jul;39(7):888-901.

¹ Universidad Autónoma Chapingo. CRUSE. Investigador.

² Universidad Autónoma Chapingo. Carrera de Ingeniero Agrónomo Especialista em Zonas Tropicales.

ASLAMIENTO Y EVALUACIÓN DE RIZOBACTERIAS POTENCIALES PROMOTORAS DE CRECIMIENTO EN BANANO Y PLÁTANO

SCREENING FOR POTENTIAL PLANT GROWTH- PROMOTING RHIZOBACTERIA ISOLATED FROM BANANA AND PLANTAIN

Camilo A. Ramírez^{1,3}, Paola A. Rodríguez¹, Luis F. Patiño⁴, Elkin
Bustamante¹, Juan Carlos Pérez²

SUMMARY: A collection of rhizobacteria was established from rhizosphere soil of banana (*Musa* sp. AAA subgroup 'Cavendish') and plantain (*Musa* sp. AAB cv. 'Dominico Hartón') grown in Urabá, Colombia. This collection included 66 bacilli and 38 fluorescent pseudomonads. All the isolates were tested for biochemical and physiological traits generally associated with biocontrol and plant growth promotion. Based on those results, 5 isolates were selected to inoculate *in vitro*-Banana plants under greenhouse conditions, obtaining statistically significant plant growth promotion.

INTRODUCCIÓN

Las bacterias asociadas a raíces, capaces de ejercer efectos benéficos sobre las plantas, han sido referidas como *Rizobacterias Promotoras del Crecimiento Vegetal* (PGPR, por su sigla en inglés; Kloepper, 1993). Actualmente se sabe que los mecanismos de acción por los cuales estas bacterias impactan positivamente el desarrollo del vegetal pueden ser tanto directos como indirectos (Compant *et al.*, 2005). Los mecanismos directos son aquellos en los cuales la población bacteriana produce sustancias que estimulan directamente el vegetal, así como la solubilización de minerales importantes para la nutrición de la planta. Por su parte los mecanismos indirectos se refieren al mejoramiento en el desarrollo de la planta por medio de la supresión de patógenos (biocontrol), lo cual a su vez puede involucrar diferentes vías. Aunque se han realizado numerosas investigaciones mostrando el beneficio de las PGPR sobre diversas especies vegetales, así como la diversidad de mecanismos de acción involucrados (Zahir *et al.*, 2004), son muy escasos los reportes acerca de la acción de estos microorganismos sobre plantas y ecosistemas tropicales. Así mismo, las rizobacterias son una alternativa interesante para cultivos de gran importancia como banano y plátano, no solo por el efecto directo sobre el desarrollo del vegetal, sino también como herramienta de biocontrol. La presente investigación tuvo como objetivo aislar rizobacterias asociadas a banano y plátano en suelos del trópico, y caracterizarlas de acuerdo con rasgos bioquímicos y fisiológicos relacionados con biocontrol y promoción de crecimiento, de manera que fuera posible la selección de un número adecuado de aislados para ser evaluados directamente sobre plantas de banano.

MATERIALES Y MÉTODOS

En una primera fase, se analizaron por medio de conteo en plato (diluciones seriadas), las poblaciones de bacterias cultivables totales y de *Bacillus* spp. asociadas a raíces de banano (*Musa* sp. AAA subgroup 'Cavendish') y plátano (*Musa* sp. AAB cv. 'Dominico Hartón') cultivados en suelos de Urabá (Colombia) con alta y baja aplicación de fertilizantes. Esta información se analizó por medio de ANOVA, con un arreglo factorial de tratamientos 2x2 (tipo de planta x aplicación de fertilizantes), bajo un diseño completamente al azar. Por otro lado, aislados pertenecientes al género *Bacillus* y al grupo de las *Pseudomonas* spp. fluorescentes fueron obtenidos selectivamente desde diluciones hechas a partir de lavados de raíces y suelo rizosférico de banano y plátano. Los aislados fueron adecuadamente purificados y evaluados por su respuesta Gram y KOH, para ser posteriormente almacenados a -80°C en caldo tripticasa de soja (TSB) con 20% de glicerol. Todos los aislados fueron evaluados de acuerdo con la presencia de rasgos bioquímicos y fisiológicos comúnmente relacionados con biocontrol y/o promoción de crecimiento (Bashan *et al.*, 1993;

Cattelan, 1999; Van Loon y Bakker, 2004). Estos rasgos fueron: producción de quitinasas, β -1,3-glucanasas, ACC-deaminasa, y sideróforos; al igual que la capacidad para solubilizar fosfatos, inhibir el crecimiento *in vitro* de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* (Foc), e inducir resistencia en frijol contra *Colletotrichum lindemuthianum*. Los 5 aislados con mayor número de rasgos, fueron seleccionados para inocular plantas de banano provenientes de cultivo *in vitro*, y evaluar su efecto a nivel de invernadero. El experimento incluyó 6 tratamientos (5 cepas bacterianas puras y la mezcla de todas ellas) y un control no inoculado, bajo un diseño completamente al azar. Cuatro meses después se evaluaron diferentes parámetros del desarrollo vegetal, y sus medias se compararon entre tratamientos por medio de ANOVA, y prueba de Duncan cuando el primero fue significativo ($P < 0.05$).

RESULTADOS

Se encontró un efecto significativo del tipo de musácea y el nivel de aplicación de fertilizantes sobre las poblaciones bacterianas asociadas a raíces, de manera que la población bacteriana más alta estuvo asociada a raíces de plátano con bajo uso de insumos químicos. La colección establecida incluyó 105 rizobacterias, 66 pertenecieron al género *Bacillus*, 38 fueron *Pseudomonas* spp. fluorescentes y 1 coco Gram variable KOH positivo. De la colección, 22 de los aislados fueron positivos para la producción de quitinasas, 8 para β -1,3-glucanasas, 6 para sideróforos y 4 para ACC – deaminasa. De estos últimos, 2 promovieron elongación radical en plántulas de frijol. 11 rizobacterias fueron consideradas potenciales solubilizadores de fósforo, mientras 5 exhibieron niveles significativos de solubilización. Así mismo, 21 de los aislados inhibieron en diferentes niveles el crecimiento *in vitro* de *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, mientras 9 mostraron potencial para inducir resistencia sistémica sobre frijol contra *Colletotrichum lindemuthianum*. Los 5 aislados con mayor número de rasgos PGPR, y su mezcla, se evaluaron sobre plantas de banano provenientes de cultivo *in vitro*, previas pruebas de patogenicidad sobre la misma planta. Las evaluaciones de promoción de crecimiento determinaron que dos *Pseudomonas* spp. fluorescentes y la mezcla de las cinco cepas incrementaron significativamente el peso seco de raíz, pseudotallo, cormo (rizoma) y el peso total de la planta respecto al control no inoculado con bacterias.

Esta investigación se desarrolló en cofinanciación con el Instituto Colombiano para el Avance de la ciencia y la Tecnología "Francisco José de Caldas", COLCIENCIAS, entidad a la cual agradecemos toda la colaboración y apoyo.

CONCLUSION

En la rizosfera de plantas de banano y plátano en suelos del trópico se encuentran grupos bacterianos con capacidad para promover el desarrollo vegetal. El aislamiento e incremento de estos colonizadores efectivos de raíces, por medio de la inoculación de plántulas, se constituye en una alternativa ambientalmente viable para el mejoramiento del desarrollo vegetal y posiblemente el biocontrol. El conocimiento de los mecanismos de acción involucrados permite mejorar la efectividad de este tipo de inoculaciones, ya que la combinación de agentes microbianos con un impacto positivo sobre la planta por medio de diferentes mecanismos, puede aumentar el efecto final y reducir la variabilidad en los resultados.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bashan, Y.; Holguín, G. y Lifshitz, R. 1993. Methods in plant molecular biology and biotechnology. CRC Press, Inc. pg 331-345.
2. Cattelan, A.J.; Hartel, P.G., y Fuhrmann J.J. 1999. *Soil Sci. Soc. Am. J.* 63: 1670-1680.
3. Compant, S., Duffy, B., Nowak, J., Clément, Ch., y Barka, E.A. 2005. *Applied and Environmental Microbiology* 71(9): 4951-4959.
4. Kloepper, J.W. 1993. En: Metting, F.B. Jr. (Ed). *Soil Microbial Ecology: Applications in agricultural and environmental Management*. Marcel Dekker Inc., New York. pg. 255-274.
5. Van Loon, L.C. y Bakker, P.A.H.M. 2004. En: De Kroon, H. y Visser, E.J.W. (Ed.). *Root Ecology*. Springer – Verlag, Berlin. pg 297 – 330.
6. Zahir, Z., Arshad, M., y Frankenberger, Jr. T. 2004. Plant growth-promoting rhizobacteria: applications and perspectives in agriculture. *Advances in Agronomy*, 81, 97-168.

¹ Centro de Investigaciones del Banano, Cenibanano. Augura Km 4 vía Carepa – Apartadó, Colombia. Autor para correspondencia: prodriguez@augura.com.co

² Universidad Nacional de Colombia sede Medellín

³ Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.

⁴ Actualmente: Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia.

RIZOSFERA, NUTRIÇÃO, IRRIGAÇÃO
RIZOSPHERE, NUTRITION, IRRIGATION
RIZOSFERA, NUTRICIÓN, RIEGO

DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DA BANANEIRA SOB DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR GOTEJAMENTO

ROOT SYSTEM DISTRIBUTION OF BANANA UNDER DIFFERENT DRIP IRRIGATION SYSTEM CONFIGURATIONS

Marcelo Rocha dos Santos¹; Eugênio Ferreira Coelho²; Alisson, J.P. Silva¹; Roque E. da Costa de Pinho³ & José Antonio V. Santana⁵

SUMMARY: This work had as objective to study the distribution of root system of banana crop during the first cycle of production, irrigated for five drip system configurations or treatments. The drip systems have involved one and two lateral lines per plant row, with different number of emitters as point sources or line sources. Roots were collected by monolith method and digitized by scanning process in order to give root length and root length density (RLD) at various locations in the soil profile from a plant. Roots concentrated at the region of the soil between the emitters for all treatments except for Treatment 5 (line source in two laterals). RLD was larger at the layer 0.10 – 0.40 m depth, except for treatment 4 (line source in one lateral).

INTRODUÇÃO: O manejo da irrigação requer o conhecimento da distribuição do sistema radicular, que depende da distribuição de água no solo fornecida pela irrigação. O domínio e a distribuição do sistema radicular das culturas é função das características genéticas das plantas; das propriedades físicas, em especial da textura e estrutura e teor de água do solo, que atua na sua resistência à penetração pelas raízes e é um dos componentes da distribuição de água/ar e da temperatura (Gregory, 1987). Com base nisto, pode-se especular que diferentes formas de aplicação de água tendem a promover diferentes distribuições da mesma no solo, contribuindo dessa forma para diferentes padrões de distribuições de raízes, sendo que tais padrões devem variar conforme a fase fenológica da cultura. Esse trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição de raízes de bananeira no primeiro ciclo de produção, sob diferentes sistemas de irrigação por gotejamento.

MATERIAL E METODOS. O trabalho foi desenvolvido na Embrapa Mandioca e Fruticultura, (12°48'S; 39°06'W; 225 m), em um Latossolo Amarelo Distrofico com pluviosidade média anual de 1.143 mm, numa área de bananeira cv BRS Tropical, com espaçamento 3,0 x 2,5 m. A área experimental envolveu cinco tratamentos constituídos por diferentes arranjos e distribuição de gotejadores (Tabela 1). As lâminas de água foram constantes para todos os tratamentos, sendo o tempo de aplicação de água controlado nos registros das linhas de derivação. As amostras de 500 cm³ de volume solo e raízes foram retiradas em trincheiras a partir da planta, em intervalo de 0,20 m até uma distância da mesma de 1,30 m ao longo da fileira, e, da superfície do solo, coletando os 30 primeiros centímetros e em seguida incrementos de profundidade de 0,10 m até uma profundidade de 0,90 m.

Tabela 1. Disposição de emissores de 3,75 L h⁻¹ por planta para os diferentes tratamentos.

Trat.	Sistema de gotejamento
T1	Dois emissores, com uma lateral por fileira
T2	Quatro emissores, com uma lateral por fileira
T3	Quatro emissores, com duas laterais por fileira
T4	Emissores em faixa contínua com uma lateral por fileira
T5	Emissores em faixa contínua com duas laterais por fileira

As raízes foram separadas do solo e digitalizadas em computador conforme Coelho et al. (2005). O comprimento das raízes, Lr (cm), foi obtido com uso do software Rootedge e usado para determinação da densidade de comprimento

de raízes, DCR (cm.cm⁻³), para um volume de amostra Vr de 500 cm³, sendo a DCR = Lr/Vr.

RESULTADOS E DISCUSSÃO. Na Figura 1, a maior percentagem de comprimento de raízes se encontra próximo do gotejador, como observa no tratamento T1, que apresentou 34 % das raízes amostradas entre 0,40 m e 0,50 m da planta, região sob o gotejador posicionado a 0,40 m da planta. No tratamento T2, os gotejadores se situaram a aproximadamente 0,40 m e 0,80 m da planta e 82% das raízes se situaram entre 0,30 m e 0,90 m. O tratamento T3 com duas laterais por fileira e quatro gotejadores a 0,40 m da planta apresentou concentração de raízes a 0,30 m do pseudo caule (36 % de comprimento total de raízes), mas apresentou, também, quase 50% das raízes entre 0,70 m e 0,90 m, o que não se esperava. O tratamento T4, com uma linha lateral em faixa contínua resultou em mais de 70% das raízes até 0,50 m e o T5 foi o que apresentou distribuição ao longo da fileira mais uniforme a partir da planta, o que se justifica pela maior área molhada no solo decorrente dos 10 gotejadores distribuídos em duas linhas laterais. A Figura 1b mostra que a maior percentagem de comprimento de raízes se encontra até uma profundidade de 0,30 m para todos os diferentes configurações dos sistemas de gotejamento, com exceção do tratamento T4, que apresentou distribuição praticamente constante ao longo do perfil analisado.

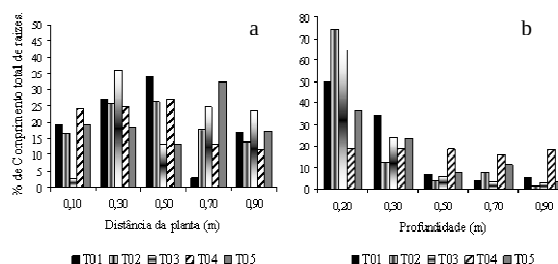


Figura 1. Percentagem de comprimento total de raízes em relação a distância da planta (a) e em relação a profundidade (b) do solo.

A Figura 2 (tratamentos 1, 2 e 3) mostra que o sistema radicular ocupou todo o plano amostrado, isto é, até 1,30 m da planta e até 0,90 m de profundidade. Entretanto, a maior concentração de raízes, ou as maiores densidades de comprimento das raízes se encontraram entre 0,10 m e 0,40 m de profundidade, exceto pelo tratamento T4, onde o sistema radicular concentrou-se até a profundidade de 0,70 m.

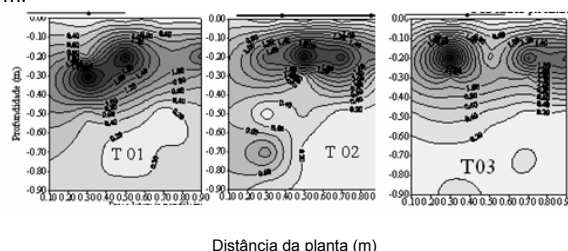


Figura 2. Densidade de comprimento de raízes sob diferentes configurações de sistemas de gotejamento.

CONCLUSÕES. As raízes se concentraram na região do solo entre os emissores para todos os tratamentos, exceto para o tratamento 5 (faixa contínua em duas laterais). A densidade de comprimento de raízes foi maior na camada 0 – 0,40 m de profundidade, exceto para o tratamento 4 (faixa contínua em uma lateral).

BIBLIOGRAFIA

- COELHO, E.F.; SANTOS, M.R.; COELHO FILHO, M.A. Distribuição de raízes de mamoeiro sob diferentes sistemas de irrigação localizada em Latossolo de Tabuleiros Costeiros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.27, n.1, p.175-178. 2005.
- GREGORY, P.J. *Development and growth of root systems*. In: Gregory, P.J.; Lake, J.V.; Rose, D.A. Root development and function. New York: Cambridge University Press. 1987. p.146-166.

¹ Discente de Agronomia, IC-CNPq, Universidade Federal do Recôncavo Baiano, UFRB, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

² Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, C.P. 07, Cruz das Almas BA 44380-000, Brasil. email: ecoelho@cnpmf.embrapa.br

³ Discente de Agronomia, IC-Fapesb, UFRB, Cruz das Almas, Bahia.

EFFECTO DE ROOTING^{MR} (GENERADOR RADICULAR) SOBRE DESARROLLO DE RAÍZ Y VEGETATIVO DE BANANO (Musa spp) EN VIVERO Y CAMPO

ROOTINGTM (ROOT GROWTH ENHANCER) EFFECTS ON ROOT AND VEGETATIVE DEVELOPMENT OF BANANA (Musa spp) IN NURSERY AND FIELD

Enrique Guzmán-Téllez¹ & Daniel Díaz Montenegro¹

SUMMARY: Rooting^{MR} –a bioregulator based on auxins- stimulated root number formation in various banana genotypes when applied to “in vitro” plants in nursery at rates of 2 or 5 cc/L. Vegetative growth was not consistently altered after 30 days of treatment. When applied to “in vitro” plants in the field just after transplant, the bioregulator stimulated root number and weight with effects on vegetative growth, particularly leaf number in a period of 110 days.

INTRODUCCION

La utilización de plántulas obtenidas de sistemas de multiplicación “in vitro” es atractiva para un mejor establecimiento de plantaciones de banano y plátano por la uniformidad y la sanidad del material; sin embargo las raíces formadas en el medio de cultivo desarrollan poco y solo lo hacen 4-5 semanas después que se transplantan a ambiente de adaptación (1,2,3), habiendo riesgo de pérdida de plantas o retraso en su desarrollo. El objetivo del estudio fue evaluar la efectividad biológica del producto Rooting^{MR} (bioregulator a base de auxinas+fósforo+ vitaminas) como estimulante de formación de raíces de banano (Musa spp) aplicado en el proceso de adaptación en vivero, o cuando la planta está recién establecida en campo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó en el estado de Tabasco, México, durante 2005. Para el efecto en vivero se utilizaron plantas “in vitro” de ‘Enano Francés’, ‘Enano Gigante’, ‘Williams’, ‘FHIA 17’ y ‘FHIA 21’, las cuales salieron de laboratorio y se transplantaron en bolsas de polietileno de 0.5 kg; a los 20 días después se les aplicó Rooting^{MR} a dosis de 2 y 5 cc L⁻¹ de agua vertiendo 60 cc de solución por maceta, dejando un testigo con solo agua. Después del tratamiento, las plantas llevaron el manejo normal del vivero. Los tratamientos estuvieron en diseño completamente al azar con 10 plantas por tratamiento y la evaluación de efectos en raíz y vegetación se realizó 30 días después de la aplicación. Para el efecto en campo se utilizó planta “in vitro” de ‘FHIA-17’ a la cual se aplicó Rooting^{MR} a dosis de 5 cc L⁻¹ de agua vertiendo 100 cc de solución por planta a los 7 y 15 días después del trasplante, y los tratamientos estuvieron en diseño completamente al azar con 8 repeticiones. A los 110 días después se evaluaron los efectos en desarrollo de raíz y vegetación.

RESULTADOS Y DISCUSION

1. **Vivero.** El número de raíces de todos los genotipos tratados fue superior al testigo con excepción del ‘FHIA-23’, siendo mejor la aplicación de Rooting^{MR} a 2 cc L⁻¹, superando a sus respectivos testigos con valores de 33.3%, 15.17%, 28.57% y 40.05% para ‘Enano Gigante’, ‘Enano Francés’, ‘Williams’ y ‘FHIA-17’ respectivamente (cuadro 1).

Cuadro 1. Número de raíces de diferentes materiales “in vitro” después de 30 días de la aplicación de Rooting^{MR} en vivero.

Tratamiento	Enano Gigante	Enano Francés	Williams	FHIA-17	FHIA-23
Testigo	10.00 b ^a	14.17 b	8.75 b	6.8 b	9.66 a
Rooting 2 cc L ⁻¹	16.00 a	16.32 a	10.75 ab	10.0 a	10.33 a
Rooting 5 cc L ⁻¹	12.00 b	14.71 ab	11.25 a	9.0 ab	9.50 a

^a/medias con la misma letra son estadísticamente iguales $\alpha \leq 0.05$.

En peso de raíz los tratamientos con Rooting^{MR} 2 cc L⁻¹ tuvieron efecto en todas las variedades excepto ‘Enano Francés’ (cuadro 2). Estos efectos sugieren que los ingredientes del producto –auxinas en particular- tiene capacidad de generar la formación y crecimiento de raíces y que ello se refleja en su peso, aunque hay variantes en la sensibilidad de los cultivares; por otra parte se observa que la dosis mayor aplicada no necesariamente

induce mas masa radical, por lo que el producto tiene una curva de efectividad a la dosis baja.

Cuadro 2. Peso fresco de raíz (g) de los diferentes materiales “in vitro” después de 30 días de aplicación del Rooting^{MR} en vivero.

Tratamiento	Enano Gigante	Enano Francés	Williams	FHIA-17	FHIA-23
Testigo	16.4 b ^c	19.20 a	7.45 b	6.44 b	12.21 ab
Rooting 2 cc L ⁻¹	25.2 a	21.15 a	11.20 a	8.10 a	13.26 a
Rooting 5 cc L ⁻¹	17.9 b	21.72 a	8.82 b	7.96 a	9.28 b

^a/medias con la misma letra son estadísticamente iguales $\alpha \leq 0.05$.

Solo ‘Enano Francés’ y ‘FHIA-23’ mostraron mas peso fresco foliar (hojas+seudotallo) que el testigo cuando fueron tratados con Rooting^{MR} 2 cc L⁻¹ (cuadro 3), lo que indica que no necesariamente más número o peso de raíz se reflejará en mas peso de parte aérea en plantas en vivero.

Cuadro 3. Peso fresco (g) de parte aérea de materiales “in vitro” a 30 días de haber aplicado Rooting^{MR}.

Tratamiento	Enano Gigante	Enano Francés	Williams	FHIA-17	FHIA-23
Testigo	35.4 a ^c	23.17 b	31.85 a	24.50 a	45.56 ab
Rooting 2 cc L ⁻¹	34.9 a	26.74 a	37.82 a	34.60 a	50.35 a
Rooting 5 cc L ⁻¹	42.5 a	25.77 ab	29.77 a	30.60 a	37.28 b

^a/medias con la misma letra son estadísticamente iguales $\alpha \leq 0.05$.

El mayor número de hojas resultante en ‘Enano Francés’, FHIA 17 (donde su testigo no presento hojas) y FHIA-23, coincide con la mayor masa radical en los dos últimos (cuadro 4). Otros parámetros como altura de planta y grosor de tallo fueron alterados en ciertas variedades, pero sin relación con el efecto en masa radical.

Cuadro 4. Número de hojas³ de los diferentes materiales “in vitro” manejados a 30 días de haber aplicado Rooting^{MR}.

Tratamiento	Enano Gigante	Enano Francés	Williams	FHIA-17	FHIA-23
Testigo	2.33 a ^c	2.32 b	2.75 a	0.00 b	2.70 a
Rooting 2 cc L ⁻¹	3.00 a	3.00 a	2.40 a	1.70 a	2.56 a
Rooting 5 cc L ⁻¹	2.83 a	2.85 ab	2.80 a	1.36 a	1.96 b

^a/medias con la misma letra son estadísticamente iguales $\alpha \leq 0.05$; ³/hojas de 10 cm.

2. **Campo.** ‘FHIA-17’ tratada con Rooting^{MR} mostró mayor número y peso de raíces que el testigo, con incrementos de 75% y 27% respectivamente cuando se aplica a los 7 días después del trasplante (cuadro 5); aplicado a los 15 ddt solo hubo efecto en el número de raíces. Estos efectos coinciden con algunos de los efectos encontrados en vivero (cuadros 1, 2) en que los ingredientes hormonales y nutricionales del enraizador estimulan la formación de nuevas raíces y su consecuente crecimiento. Con el tratamiento del producto hubo más hojas, pero el peso de la parte aérea fue superior solo con la aplicación a los 7 ddt. La altura de plantas no fue alterada.

Cuadro 5. Efectos de aplicación de Rooting^{MR} después de trasplante en banano ‘FHIA-17’ en etapa inicial de campo.

Tratamientos	Altura, cm	Número de hojas	Peso aéreo, g	Numero de raíces	Peso raíz, g
1. Testigo	34.0 a ^a	6.43 b	272.5 b	16.00 c	120.0 b
2. Rooting 5 cc L ⁻¹ 7 ddt ^a	33.0 a	7.31 a	307.5 a	28.00 a	152.5 a
3. Rooting 5 cc L ⁻¹ 15 ddt	32.2 a	7.81 a	260.0 b	18.50 b	113.3 b

^a/medias con la misma letra son estadísticamente iguales $\alpha \leq 0.05$;

^a/ddt = días después del trasplante

CONCLUSION

La aplicación de Rooting^{MR} a plántulas “in vitro” durante fase de vivero, estimula la formación de raíces en los distintos genotipos y en algunos solo la cantidad de masa radical en peso; el efecto de más raíz en esta etapa no necesariamente se refleja en desarrollo vegetativo. En campo, Rooting^{MR} indujo la formación de raíces y estimuló el desarrollo vegetativo reflejado en mayor número de hojas.

BIBLIOGRAFIA.

1. BLOMME, G. 2000. PhD Dissertation. Katholieke Universiteit Leuven, Leuven, Belgium.
2. BLOMME, G. et. al. 2003. Infomusa 12(1):24-29.
3. MOLA, M. et al. 2004. Asian Jour. Plant Science 3: 196-199.

¹Laboratorios Agroenzimas, S.A. de C.V. Dirección de Investigación y Desarrollo. México. eguzman@agroenzimas.com.mx; dhiaz@agroenzimas.com.mx.

ROOT AND SHOOT DEVELOPMENT DURING THE PLANT CROP AND THE FIRST RATOON OF BANANA AND PLANTAIN (*MUSA* SPP.) WITH IMPLICATIONS FOR PERENNIAL CULTIVATION ON DEGRADED ULTISOLS IN SOUTH-EASTERN NIGERIA.

DESARROLLO DE RAÍCES Y OTRAS PARTES DE LA PLANTA DURANTE EL PRIMERO Y SEGUNDO CICLOS DE PRODUCCIÓN EN BANANO Y PLÁTANO (*MUSA* SPP) CON IMPLICACIONES PARA CULTIVOS PERENNES EN ULTISOLES DEGRADADOS EN EL SURESTE DE NIGERIA.

Guy Blomme¹; Rony Swennen²; Laban Frank Turyagyenda³ & Abdou Tenkouano⁴

SUMMARY: The effect of cycle on root system and shoot development was studied for two crop cycles (plant crop and first ratoon). The study revealed that shoot and root system development declined from the plant crop to the first ratoon for plants grown on degraded Ultisols in south-eastern Nigeria.

Key words: plant crop, ratoon crop, root system

RESUMEN: El efecto cíclico en el sistema radical y en el desarrollo de otras partes de la planta fue estudiado durante dos ciclos de producción (siembra y primer renuevo). El estudio reveló que el desarrollo del sistema radical y otras partes de la planta declinó desde el momento de la siembra hasta el primer renuevo en plantas sembradas en Ultisoles degradados en el sureste de Nigeria.

Palabras clave: siembra, renuevo, sistema radical

INTRODUCTION

The lifetime of a *Musa* spp. plantation is variable ranging from one crop cycle to several cycles (5) with a progressive yield decline from cycle to cycle necessitating for example the replanting of plantain fields after 2 to 3 cycles (8). After several cycles, 'high mat' results in less vigorous sucker and root growth (2) which increases cycle duration. Well-developed suckers reduce the cycle duration thus increasing yield per unit time (6). The effect of cycle on root and shoot development has not been studied extensively yet this knowledge is necessary since bananas and plantains are perennials. The objective of this study was therefore to evaluate root system and shoot development during the plant crop and first ratoon cycle of *Musa* spp.

MATERIALS AND METHODS

The study was carried out at the IITA High Rainfall station at Onne in southeastern Nigeria. Details of the site have been reported (3). Experimental fields were treated with the nematicide Nemacur and the fungicide Bayfidan to reduce nematode infestation and to control black sigatoka, respectively. Fertilisation was done with muriate of potassium and Urea. Five genotypes namely 'Calcutta 4' (*Musa* AA group), 'Valery' (*Musa* AAA group) and the tetraploid hybrids 'TMP4x 548-9', 'TMP4x 5511-2' and 'TMP4x 1621-1' were field-established in a completely randomized design at a spacing of 4 m x 4 m using *in vitro* planting materials. Four plants per genotype were assessed at both flower emergence (FE) and harvest (H) of the plant crop and the first ratoon. Data were taken on leaf area (LA, cm²), number of leaves (NL), plant height (PH, cm), pseudostem circumference (PC, cm), the number of suckers (NS), height of the tallest sucker (HS, cm), root dry weight (DR, g), number of cord roots (NR) and length of cord roots (LR, cm). The data collected were analyzed using PROC GLM in SAS (7).

RESULTS

The number of suckers significantly ($P=0.05$) influenced the cycle duration. The cycle duration in 'Calcutta 4' with unregulated suckering was significantly shorter than in 'Valery' and the tetraploid hybrids which have regulated or inhibited suckering. In 'Calcutta 4' the first ratoon crop was harvested only 34 days after harvesting the plant crop while in 'Valery' and the tetraploid hybrid varieties it took at least four months from harvesting the plant crop to the harvest of the first ratoon (Table 1). Significant differences in shoot and root growth traits were mainly observed between the diploid 'Calcutta 4' and the other assessed genotypes. There was a significant ($P=0.05$) effect of crop cycle on the NS and the HS. At flower emergence NS decreased from 16 in the crop plant to 12 in the first ratoon, while HS decreased from 120 cm in the crop plant to 68 cm in the first ratoon (Table 2). Similarly, LR reduced from 3,778 cm and 2,268 cm at flowering and harvest of the crop plant to 3,003 and 1,841 at flowering and harvest of the first ratoon. Roots absorb water and minerals from the soil and therefore better rooting or root ramification results in vigorous shoot growth and development. Management practices such as mulching which enhances root ramification (1) are recommended for sustenance of banana and plantain production. The LA also reduced from 65,801 cm² for the plant crop to 61,166 cm² in the first ratoon. The leaves are the main photosynthetic tissues and thus a large functional LA ensures more assimilates for fruit filling and hence high yield.

CONCLUSION

Shoot and root development becomes less vigorous during subsequent cropping cycles. This leads to a reduction in yield and productivity of plantations under conditions of degraded Ultisols in south-eastern Nigeria.

Table 1: Different plant growth traits for the different genotypes.

Genotype	DTFL	DTH1	DTH2	CD
Calcutta 4	255±14	395±13	429±7	34
Valery	429±53	514±56	641±32	127
TMP4x 548-9	408±25	499±30	747±25	248
TMP4x 1621-1	422±10	495±14	774±37	279
TMP4x 5511-2	431±29	499±23	779	280

DTFL: days to flower emergence, DTH1: days to harvest of the plant crop, DTH2: days to harvest first ratoon, CD: cycle duration (days)

Table 2: Shoot and root characteristics of the plant crop and the first ratoon crop.

Trait	Plant crop		First ratoon	
	FE	H	FE	H
LA	65,801±4,579	8,161±2,368	61,166±3,114	7,025±3,019
NL	10.5±0.5	1.9±0.4	9.9±0.4	1.5±0.5
PH	195±9	196±11	215±8	201±13
PC	55±2	47±3	54±2	46±2
NS	16±1	16±1	12±1	13±1
HS	120±10	158±12	68±11	93±12
DR	130±12	111±13	146±13	90±8
NR	134±11	123±7	149±8	131±11
LR	3,778±355	2,268±192	3,003±333	1,841±121

FE: Flower emergence, H: harvest, LA: leaf area, NL: number of leaves, PH: plant height, PC: pseudostem circumference, NS: number of suckers, HS: height of the tallest sucker, DR: root dry weight, NR: number of cord roots LR: length of the cord roots.

REFERENCES

- Janssen, J. 1983. Ph.D. thesis. K.U.Leuven, Belgium. pp. 152.
- Moreau, B., and Le Bourdelles, J. 1963. Fruits 18: 71-74.
- Ortiz, R., et al., 1997. HortScience 32(6): 969-972.
- Robinson, J.C. 1995. In: Gowen, S. (Ed.), Bananas and Plantains. Chapman & Hall. pp. 15-65.
- Robinson, J.C., and Nel, D.J. 1990. Scientia Horticulturae 43: 225-236.
- Salau, O.A., et al., 1992. Soil and Tillage Research 23: 73-93.
- SAS Institute, Inc. 1989. SAS Institute Inc.
- Swennen, R. 1984. Ph.D. thesis, Katholieke Universiteit Leuven, Belgium. pp. 180.

¹ INIBAP-ESA), P.O.Box 24384, Kampala, Uganda, Corresponding author: Guy Blomme: G.Blomme@CGIAR.org

² Laboratory of Tropical Crop Improvement, Katholieke Universiteit Leuven, Kasteelpark Arenberg 13, 3001 Leuven, Belgium, Rony.Swennen@biw.kuleuven.be

³ INIBAP-ESA), P. O. Box 24384, Kampala, Uganda, email: turyagyenda@agric.mak.ac.ug

⁴ IITA-Cameroon, A.Tenkouano@cgiar.org

SALUD RADICAL DE BANANO EN LOTES DE DIFERENTE PRODUCTIVIDAD EN UN SUELO DE LA COSTA ORIENTAL DEL LAGO DE MARACAIBO, VENEZUELA.

BANANA ROOT HEALTH IN LOTS WITH DIFFERENT PRODUCTIVITY LEVELS IN A SOIL AT THE ORIENTAL COAST OF MARACAIBO LAKE, VENEZUELA.

Gustavo Rodríguez¹; María C. Núñez²; Deyanira Lobo¹; Gustavo
Martínez²; Juan Rey²; José G. Espinoza³; Nelly Muñoz¹; María D.
González¹; Franklin Rosales⁴; Luis Pocasangre⁴ & Eduardo
Delgado⁴.

RESUMEN. Se realizó un estudio en dos fincas de exportación de banano ubicadas el municipio La Ceiba, estado Trujillo, Venezuela; en un suelo Typic Ustifluvents francosa fina mixta isohipertérmica. Se separaron lotes de productividad contrastantes, evaluando la salud radical mediante la determinación de raíces funcionales y no funcionales, índice de salud de raíces alimentadoras (FR) e índice de necrosis. Se observó que los parámetros de salud radical en ambas unidades de producción fueron inferiores en los lotes calificados de baja productividad, lo cual sugiere que el estudio de estas características tiene marcada influencia sobre el desarrollo y producción del rubro en la zona bajo estudio.

INTRODUCCION

En los sistemas de producción de banano para exportación se emplea un intensivo referencial tecnológico, caracterizado por el alto uso de insumos agrícolas (fertilizantes, biocidas, entre otros). Sin embargo, el rendimiento en la mayoría de los países de América Latina ha venido disminuyendo. La comprensión de los procesos que ocurren en el suelo, han sido enfocados principalmente en las propiedades físicas y químicas, no obstante, las propiedades biológicas y el desarrollo radical de la planta juegan un papel determinante en la expresión del potencial productivo del cultivo. Por otra parte, en algunos suelos del país se han detectado limitantes importantes en el desarrollo radical de clones de *Musa* (Rodríguez y Lobo, 2004), por lo cual, el estudio de este aspecto cobra relevancia a la hora de explicar bajos rendimientos. Por ello, se planteó el estudio de la salud radical en el cultivo de banano y su relación con la productividad en dos fincas en Venezuela, enmarcados dentro del Proyecto Salud y Calidad de Suelos Bananeros en América Latina, financiado por FONTAGRO (código LOAINIB2005/13).

MATERIALES Y MÉTODOS. En las Fincas Banaoro y Motatán, ambas ubicadas en la planicie lacustrina del Río Motatán, estado Trujillo, Venezuela, se separaron cuatro niveles o lotes de productividad: bueno-bueno (BB), buenomalo (BM), malo-bueno (MB) y malo-malo (MM) todos bajo el clon Gran Nain. Los lotes fueron divididos en cuatro parcelas de una (1) hectárea cada uno. Dentro de esta superficie, se seleccionó la unidad de muestreo, representada por área de 1000 m². En dicha unidad, se evaluó la población total de plantas y para el vigor del cultivo, en 20 plantas con edad del racimo comprendidas entre 10 y 13 semanas, se determinó el perímetro del pseudotallo a un metro de altura (planta madre), altura del hijo y número de manos. En el caso de las raíces, se tomaron 10 plantas recién florecidas, realizando un hoyo de 30 cm de profundidad en forma de cuadrado con 30 cm por lado, al frente del hijo de sucesión y se extrajo el volumen total de raíces, separándolas en funcionales y no funcionales. Se tomó el peso fresco y determinó el

porcentaje de ambos tipos de raíces. Adicionalmente, se calculó el índice de salud de raíces alimentadoras (FR) y el índice de necrosis de acuerdo a la metodología propuesta por Speijer y De Waele (1997).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En cuanto al vigor del cultivo, en ambas fincas se observaron diferencias entre los lotes de producción, presentando los mayores perímetros del pseudotallo, altura de planta y números de manos en el lote bueno-bueno, (BB), disminuyendo progresivamente hasta el lote malo-malo (MM). Considerando estas variables, y comparando los dos extremos productivos (BB y MM) se tiene que en líneas generales el lote MM posee bajo vigor, mientras que el lote BB posee de medio a alto vigor. En cuanto a la población, se presentó la tendencia que lotes de mayor productividad poseían las menores poblaciones, estando alrededor de 1665 plantas/ha (BB) y 1875 plantas/ha (MM). La productividad del cultivo se obtuvo mediante los registros de producción llevados en las fincas, donde se suministraron ratios de los lotes evaluados, siendo estos: 0.7, 0.9, 1.1, y 1.4 para los lotes MM, MB, BM y BB respectivamente.

Las variables evaluadas en el sistema radical permiten establecer relaciones estrechas entre la salud radical y la productividad del cultivo. En este sentido, para el lote BB el peso del volumen total de raíces extraídas del suelo fue mayor al resto de los lotes estudiados. Del mismo modo, el porcentaje de raíces funcionales fue considerablemente superior en los lotes BB (97%) comparado con lotes MM (81,5%). En cuanto al porcentaje de necrosis, en el lote BB estuvo alrededor de 19%, mientras que en MM fue 55%, lo cual indica que en estos últimos lotes existen factores limitantes que pudieran afectar la productividad del cultivo, dado los daños radicales observados. Finalmente, en cuanto al índice FR, los mayores valores se obtuvieron en lotes MM (3,1) y los menores valores en BB (2,4). Es de destacar, que la escala de este índice va del 1 al 4, donde los mayores valores representan una menor presencia o mayor deterioro de las raíces laterales, siendo estas las que realizan las funciones básicas de nutrición en la planta de banano (Draye, 2003).

CONCLUSIONES

Lotes de alta productividad obtuvieron los mejores indicadores de salud radical (menor necrosis, mayor porcentaje de raíz funcional y menor índice FR), además de presentar un mayor vigor de la plantación; de lo cual se infieren estrechas relaciones entre la salud radical y productividad del cultivo.

REFERENCIAS.

- 1- Rodríguez, G y Lobo, D. 2004. Rev. Fac. Agron. Universidad del Zulia. 24(1):117-127.
- 2- Speijer, P.R y De Waele, D. 1997. INIBAP Technical Guidelines. Montpellier, Francia pp 35-36
- 3- Draye, X. 2003. Simposium Internacional: Sistema Radical del Banano. INIBAP-CORBANA. San José, Costa Rica. pp 29-31

¹ Universidad Central de Venezuela. Facultad de Agronomía. Maracay, Venezuela.

² Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA). CENIAP. Maracay, Venezuela.

³ Agropecuaria Banaoro CA. Municipio La Ceiba, estado Trujillo, Venezuela

⁴ INIBAP. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica.

COMPORTAMENTO DA BANANEIRA 'TROPICAL' SOB DIFERENTES NÍVEIS DE TENSÃO DA ÁGUA DO SOLO

THE PERFORMANCE OF BANANA TREE 'TROPICAL' ON DIFFERENT LEVELS OF SOIL WATER TENSION

José Aloísio Alves Moreira¹; Tatiely Bernardes²; Ricardo Aguiar²; João Luiz Palma Menegucci³; Luis Fernando Stone⁴ & Nei Peixoto⁵.

SUMMARY: This work aimed to evaluate the effect of reinitiating irrigation at five levels of soil water tension (15, 30, 45, 60, and 75 kPa) on the vegetative development of the banana tree, Tropical cultivar. The experimental design was randomized blocks, with five treatments and four replications. It was considered eight plants as an experimental unit. It was used a drip irrigation system, being applied water to reduce the soil water tension to 8 kPa (field capacity) when the established value for each treatment was reached. The soil water tension was measured by tensiometers installed beside the mother plants, at 15 and 30 cm soil depths. The evaluations done in plants of the first cycle were: vegetative cycle; reproductive cycle; total cycle; height of plants and diameter of the pseudostems at 30 cm height above the soil surface (at 3 and 7 months, and in the flowering); number of suckers; and the number of leaves. There was significant differences among the soil water tension treatments only for the number of suckers. Banana trees showed larger number of suckers per plant under irrigation reinitiated at the tension of 15 kPa.

INTRODUÇÃO

Uma das formas de medir a demanda de água das culturas pode ser a estimativa a partir de medidas diretas de umidade no solo. O método baseado na tensão de água no solo tem-se mostrado bastante eficiente como indicativo do momento adequado de se fazer a irrigação, e os parâmetros obtidos em determinada área podem ser extrapolados para outra, de solos semelhantes, com poucas modificações. Com a perspectiva de desenvolver um manejo adequado de irrigação, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de tensão da água do solo para reinício da irrigação no desenvolvimento vegetativo da bananeira, cultivar Tropical.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o primeiro ciclo produtivo de bananeiras da cultivar Tropical, na área de pesquisas da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás-GO. A precipitação média anual é de 1.459,7mm (Silva, 2004), porém, durante a realização do experimento a precipitação foi de 1.374,8mm. O solo é um Latossolo Vermelho distrófico, de textura argilosa, fase cerradão subperenifólio e relevo plano (Silva, 2004). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. As parcelas foram constituídas de 24 plantas no espaçamento de 3,0 x 2,0m (1.666 plantas ha⁻¹), das quais oito foram consideradas úteis. Durante o período experimental, os tratamentos consistiam de cinco valores de tensão da água do solo para o reinício da irrigação: 15, 30, 45, 60 e 75 kPa. O reinício da irrigação era feito em cada tratamento sempre que se atingia o respectivo valor de tensão da água no solo, e a aplicação d'água era feita por um sistema de irrigação localizada, tipo gotejamento, até reduzir a tensão da água do solo ao valor de 8 kPa (capacidade de campo).

A tensão da água do solo foi medida por tensiômetros instalados ao lado das plantas mãe, no bulbo molhado, nas profundidades de 15 e 30 cm. Foram realizadas as

seguintes avaliações em plantas do primeiro ciclo: ciclo vegetativo (intervalo em dias entre o plantio e o florescimento); ciclo reprodutivo (intervalo em dias do florescimento a colheita); ciclo total (intervalo de dias do plantio a colheita); altura de plantas e diâmetro dos pseudocaules a 30 cm do solo (aos 3 e 7 meses e no florescimento); número de perfilhos; e o número de folhas viáveis (folhas que tinham no mínimo, 50% da área foliar), aos 5 e 8 meses e no florescimento. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, ao teste de Tukey a 5% para comparação das médias e à análise de regressão, por meio do aplicativo Genes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa entre tratamentos de tensão da água do solo e as avaliações realizadas nas plantas do primeiro ciclo, com exceção do número de perfilhos por planta. Os valores do ciclo vegetativo alcançaram, em média, 320 dias, do ciclo reprodutivo 141,7 dias, e do ciclo total média de 461,8 dias. A altura das plantas e o diâmetro do pseudocaule a 30 cm do solo, observados aos 3 e 7 meses e no florescimento, apresentaram, em média, respectivamente, os valores de 43, 234 e 388 cm de altura e 4,37, 20,73 e 30,23 cm de diâmetro. O número de folhas viáveis aos 5 e 8 meses e no florescimento foi, em média, igual a 10,0, 13,1 e 13,8 folhas, respectivamente. O número de folhas viáveis é uma característica importante da bananeira, pois influencia na sua produção. Para a variável número de perfilhos por planta houve efeito significativo dos tratamentos ao nível de 5% de probabilidade (Figura 1), tendo o tratamento de reinício da irrigação na tensão da água do solo de 15 kPa propiciado o maior número de perfilhos.

CONCLUSÕES

Não houve diferença significativa entre os tratamentos de tensão da água do solo para o ciclo vegetativo, ciclo reprodutivo, ciclo total, altura, diâmetro e número de folhas viáveis. Entretanto, houve diferença significativa entre esses tratamentos para o número de perfilhos, sendo o tratamento de reinício da irrigação na tensão de 15 kPa o que propiciou maior número deles por planta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- BORGES, A. L.; SOUZA, L., da S. O cultivo da bananeira. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, 279p.
- SILVA, S. C. da; SANTANA, N. M. P. de; PELEGRI, J. C. Informações Meteorológicas para Pesquisa e Planejamento Agrícola, Referente ao Município de Santo Antônio de Goiás, GO, 2003. Santo Antônio de Goiás: Embrapa-Arroz e Feijão, 2004. p. 34. (Embrapa-Arroz e Feijão, Documentos, ISSN 1516-7518; 163).

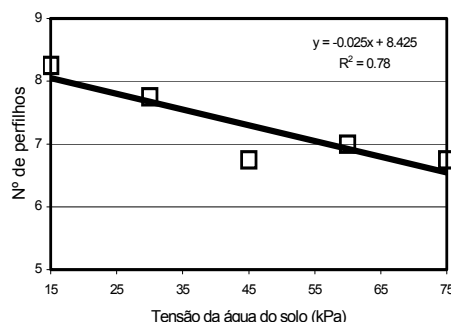


Figura 1 - Número de perfilhos por planta da cultivar de bananeira Tropical em função de tensões de água do solo.

¹ Dr. Agronomia, Pesquisador Embrapa Arroz e Feijão. Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 533.2187. e-mail: jaloisio@cnpaf.embrapa.br

² Eng. Agrônoma, estudante de pós-graduação UFG, Goiânia, GO.

³ Dr. Agronomia, Pesquisador Embrapa/SNT, Goiânia, GO

⁴ Dr. Agronomia, Pesquisador Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

⁵ Dr. Agronomia, Prof. UFG, Ipameri, GO.

COMPORTAMENTO PRODUTIVO DA BANANEIRA 'TROPICAL' SOB DIFERENTES NÍVEIS DE TENSÃO DA ÁGUA DO SOLO

PRODUCTIVE PERFORMANCE OF BANANA TREE 'TROPICAL' ON DIFFERENT LEVELS OF SOIL WATER TENSION

José Aloísio Alves Moreira¹; Tathielly Bernardes²; João Luiz Palma Menegucci³; Luis Fernando Stone⁴ & Ney Peixoto⁵.

SUMMARY: With the perspective of developing an appropriate irrigation management, the present work has for objective to evaluate the effect of reinitiating irrigation at five levels of soil water tension (15, 30, 45, 60, and 75 kPa) on the productivity of the banana tree, Tropical cultivar. The experimental design was randomized blocks, with five treatments and four repetitions. It was used a drip irrigation system, being applied water to reduce the soil water tension to 8 kPa (field capacity) when the established value for each treatment was reached. The soil water tension was measured by tensiometers installed beside the mother plants, at 15 and 30 cm soil depths. The evaluations done in plants of the first cycle were: weigh of the bunch, weight of the peduncle, total weight of fruit, weight of the first bunch, weight of the second bunch, weight of the last bunch, number of fruits, medium weight of fruits, bunch number, medium weight of bunches, number fruits of the last bunch, medium weight of fruits of the last bunch. The results showed that there were not statistical differences among the treatments in the first cycle for the production parameters.

INTRODUÇÃO

A bananeira é uma cultura que requer uma contínua e elevada disponibilidade de água no solo. A deficiência hídrica é um dos fatores mais limitantes para a obtenção de altas produtividades e, principalmente, de boa qualidade de frutos. A colocação da quantidade exata de água e o momento adequado desse aporte no solo são fatores fundamentais para o sucesso da irrigação. Os métodos de manejo da irrigação que estimam o conteúdo e a tensão da água do solo definem a necessidade e a sua quantidade a ser aplicada. No caso do método que se baseia na tensão, os parâmetros obtidos em determinada área podem ser extrapolados para outra, o que não acontece com a umidade do solo, uma vez que seu valor é mais dependente das suas características físico-hídricas. Entretanto, para esse tipo de manejo, quase não existem informações para a cultura da bananeira. Com a perspectiva de desenvolver um manejo adequado de irrigação, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de tensão da água do solo para reinício da irrigação sobre a produtividade da bananeira cultivar Tropical.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante o primeiro ciclo produtivo de bananeiras da cultivar Tropical, na área de pesquisas da Embrapa Arroz e Feijão, em Santo Antônio de Goiás, GO. Segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Aw, tropical de savana, megatérmico, com temperatura média anual do ar de 22,6°C, com médias mínimas e máximas de 14,1°C e 31,3°C, respectivamente. A precipitação média anual é de 1.459,7 mm (Silva, 2004), porém, durante a realização do experimento a precipitação foi de 1.374,8 mm. O solo é um Latossolo Vermelho distrófico, de textura argilosa, fase cerradão subperenifólio e relevo plano (Silva, 2004). Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados com cinco tratamentos, e quatro repetições, tendo sido as parcelas constituídas de 24 plantas

no espaçamento de 3,0 x 2,0m (1.666 plantas ha⁻¹), das quais oito foram consideradas úteis. Durante o período experimental, os tratos culturais foram realizados quando necessários. Os tratamentos consistiram de cinco valores de tensão da água do solo para o reinício da irrigação: 15, 30, 45, 60 e 75 kPa. A aplicação d'água foi realizada por um sistema de irrigação localizada, tipo gotejamento, tendo sido aplicada para reduzir a tensão da água do solo até o valor de 8 kPa (capacidade de campo), sempre que essa atingiu o valor estabelecido para cada tratamento. A tensão da água do solo foi medida por tensiômetros instalados ao lado das plantas mãe, no bulbo molhado, nas profundidades de 15 e 30 cm. Foram realizadas as seguintes avaliações só nos cachos do primeiro ciclo: peso do cacho, peso do engajo, peso total dos frutos, peso da primeira penca, peso da segunda penca, peso da última penca, peso médio das pencas, peso médio de frutos, número de pencas, número de frutos, número frutos da última penca, peso médio dos frutos da última penca. Após a emissão da última penca, o ráquis foi quebrado a 15 cm dessa e, após o corte do cacho, o engajo foi cortado a 20 cm da primeira penca. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, ao teste de Tukey a 5% para comparação das médias e à análise de regressão, por meio do aplicativo Genes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de produção analisados: peso do cacho em kg (PC), peso do engajo em kg (PE), peso total de fruto em kg (PTF), peso da primeira penca em kg (P1P), peso da segunda penca em kg (P2P) peso da última penca em kg (PUP), número de frutos (NF), peso médio de frutos em g (PMF), número de penca (NP), peso médio de pencas em kg (PMP), número frutos da última penca (NFUP), peso médio de frutos da última penca em g (PFUP) e produtividade (P), não apresentaram diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, possivelmente devido ao experimento ter sido realizado num período de boa precipitação pluviométrica, mascarando o efeito dos tratamentos. Entretanto, esses dados mostram o potencial de produção da cultivar Tropical, em condições irrigadas, no Estado de Goiás. As médias das variáveis analisadas podem ser observadas na Tabela 1.

CONCLUSÃO

Não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos de tensão da água do solo, no primeiro ciclo da cultivar Tropical, para os parâmetros de produção estudados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- SILVA, S. C. da; SANTANA, N. M. P. de; PELEGRINI, J. C. Informações Meteorológicas para Pesquisa e Planejamento Agrícola, Referente ao Município de Santo Antônio de Goiás, GO, 2003. Santo Antônio de Goiás: Embrapa-Arroz e Feijão, 2004. p. 34. (Embrapa-Arroz e Feijão, Documentos, ISSN 1516-7518; 163).

Tabela 1 – Médias do peso do cacho (PC), peso do engajo (PE), peso total de fruto (PTF), peso da primeira penca (P1P), peso da segunda penca (P2P) peso da última penca (PUP), número de frutos (NF), peso médio de frutos (PMF), número de penca (NP), peso médio de pencas (PMP), número frutos da última penca (NFUP) e peso médio de frutos da última penca (PFUP), e produtividade (P) da cultivar Tropical, submetidas a cinco tensões de água no solo, Santo Antonio de Goiás, 2005.

Variáveis	Tratamentos					Média s	CV (%)
	15 kPa	30 kPa	45 kPa	60 kPa	75 kPa		
PC (kg)	19,50	20,37	20,28	19,89	20,37	20,08	4,64
PE (kg)	1,42	1,65	1,59	1,418	1,491	1,516	8,14
PTF(kg)	18,00	18,72	18,68	18,48	18,88	18,57	4,84
P1P(kg)	3,217	3,188	3,134	3,126	3,216	3,176	12,6
P2P (kg)	3,254	3,359	3,393	3,380	3,475	3,372	9,94
PUP (kg)	1,520	1,667	1,526	1,566	1,473	1,551	12,4
NF	115,3	121,9	123,5	119,3	122,5	120,5	5,82
PMF (g)	152,8	154,1	151,4	155,5	154,1	153,6	6,48
NP	6,5	6,8	7,1	6,8	6,9	6,8	4,93
PMP (kg)	2,529	2,752	2,613	2,702	2,707	2,668	5,78
NFUP	14,1	14,9	14,6	14,3	14,9	14,6	7,76
PFUP (g)	100,0	111,2	103,4	108,9	98,9	104,5	12,1
P (t ha ⁻¹)	30,11	31,18	31,13	30,78	31,46	30,93	4,84

¹ Dr. Agronomia, Pesquisador Embrapa Arroz e Feijão. Caixa Postal 179, CEP 75375-000, Santo Antônio de Goiás, GO. Fone (62) 533.2187. e-mail jaloisio@cnpaf.embrapa.br

² Eng. Agrônoma, estudante de pós-graduação UFG, Goiânia, GO.

³ Dr. Agronomia, Pesquisador Embrapa Transferência de Tecnologia, Goiânia, GO.

⁴ Dr. Agronomia, Pesquisador Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

⁵ Dr. Agronomia, Prof. UFG, Ipameri, GO.

Trabalho executado com suporte financeiro da SECTEC, CNPq, Embrapa Arroz e Feijão

PRODUTIVIDADE DA BANANEIRA 'GRAND NAINÉ' SOB DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO E ÁREA MOLHADA¹

YIELD OF 'GRAND NAINÉ' BANANA UNDER DIFFERENT LEVELS OF IRRIGATION AND WETTED AREA

Eugênio Ferreira Coelho¹; Marcelo Rocha dos Santos² & Édio Luis da Costa³

SUMMARY: The work had as objective to define the most adequate irrigation regime for banana crop at the sixth cycle under different wetted areas as a result of using microsprinklers of different wetted radius. The experiments followed a random block design with four replications, in a split-plot scheme. Treatments corresponded to four irrigation levels and three wetted areas at the soil surface. Yield and physical variables of quality of fruits were measured. There was no significant effect of wetted area on the mean weight of medium fruit of second hand and on the length of medium fruit of second hand. However wetted area had significant effect on total leaf area, yield, number of hands per bunch, mean length of fruits, mean weight of fruits. The irrigation levels did not have effect on all production variables. The results showed that the wetted radius of microsprinklers should not be less than 3.0 m in order to get reasonably yields for banana crop 3.0 m x 2.7 m spacing.

INTRODUÇÃO

O conhecimento básico da demanda de água pelas culturas consiste no ponto mais importante para se definir critérios de manejo de irrigação. Nesse contexto, alguns trabalhos têm sido desenvolvidos (Santana et al., 1993; Allen et al., 1998) para determinação dos coeficientes de cultivo e lâminas de irrigação necessárias para a bananeira, onde os valores máximos dos coeficientes de cultura têm variado de 1,2 (Allen et al., 1998) a 1,68 (Santana et al., 1993). Entretanto, a evapotranspiração de uma cultura (ETc) depende de sua área molhada, haja vista que a variação da área molhada implica na variação da evaporação do solo. O efeito da área molhada no rendimento da bananeira foi estudado por Figueiredo (1998), tendo este último observado o seu efeito na altura da planta e no diâmetro do caule. Este trabalho teve por objetivo avaliar a produtividade da bananeira Grande Naine e as características físicas dos frutos em resposta a cinco níveis de irrigação e a três áreas molhadas nas condições edafoclimáticas do Norte de Minas Gerais, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na estação experimental da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Epamig, em Nova Porteirinha, Minas Gerais, Brasil, em bananal da cultivar Grande Naine, no sexto ciclo, com espaçamento 3,0 m x 2,7 m. O solo da área apresentou 434 g kg⁻¹ de areia, 199 g kg⁻¹ de silte e 371 g kg⁻¹ de argila, com umidade a 10 kPa de 0,1617 cm³.cm⁻³ e a 1500 kPa de 0,1325 cm³.cm⁻³. O delineamento foi em blocos casualizados com quatro repetições, usando-se parcelas subdivididas, com três tratamentos nas parcelas (áreas molhadas) e cinco níveis de irrigação nas subparcelas. Os níveis de irrigação foram calculados a partir de variações da evapotranspiração da cultura (ETc) obtida da evapotranspiração potencial (ETo) determinada pelo método do tanque classe A e de coeficientes de cultura (Kc), na proporção de 75%, 85%, 100% e 130% dos sugeridos por Coelho et al. (2003). A área molhada na superfície do solo (As) foi diferenciada basicamente pela vazão de microaspersores, de diferentes raios de ação, sendo um emissor de 20 litros h⁻¹, com raio de ação de 2 m (As = 12,56 m²); um outro com vazão 63,6 litros/h e raio de ação de 3,0 m (As = 28,27 m²); e um de vazão de 60 litros/hora e o raio de ação de 3,25 m (As = 33,18 m²). Os tratamentos de irrigação e área molhada foram diferenciados por meio de registros, sendo que cada registro

respondeu por um nível de irrigação e a uma área molhada, num total de 15 registros. Irrigou-se com frequência diária. Ao longo do experimento monitorou-se o potencial matricial a 0,30 m de profundidade e a 0,50 m do microaspersor, entre o microaspersor e a planta. Foi feita uma análise de variância considerando a produtividade de pencas, o comprimento médio, o peso médio e o diâmetro médio dos frutos. Os parâmetros de produtividade e de qualidade físicas dos frutos referiram-se às colheitas no período de 01/04/2004 a 28/04/2005.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de ETo, precipitação, lâminas de irrigação aplicadas durante o período estudado estão apresentados na Figura 1. A análise de variância mostrou que a lâmina de irrigação não teve efeito significativo para as variáveis avaliadas e a área molhada teve efeito significativo em todas as variáveis de produção (Figura 2) exceto no peso médio dos frutos mediano da segunda penca e no comprimento médio dos frutos. Pelo teste de Tukey não houve diferença significativa entre as médias das áreas foliares totais das plantas, do número de pencas e número de frutos por cacho dos tratamentos 2 e 3 que, por sua vez, diferiram do tratamento 1, tendo sido superior (lâminas Tabela 1). O tratamento T1 diferiu significativamente do T3 para produtividades médias de pencas, tendo sido o tratamento T3 o de maior produtividade. O tratamento T2 apresentou maior comprimento médio dos frutos diferindo significativamente dos tratamentos 1 e 3. As lâminas de irrigação médias foram de 41,05; 41,41; 42,06; 40,22 t/ha para 819, 996, 1172 e 1349 mm aplicados, com destaque da lâmina de 1524 mm que resultou em 47,40 t/ha.

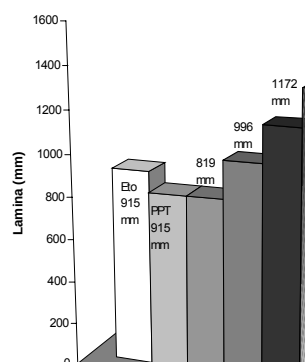


Figura 1. Lâminas aplicadas nos diferentes tratamentos, ETo e precipitação.

Tabela 1. Médias das variáveis de produção resultantes das três áreas molhadas.

Área molhada (m ²)	Área foliar (m ²)	N. pencas / cacho	N. frutos/ cacho	Produtiv. (t/ha)
12,56	10,6 b	36 b	173 b	35,60 b
28,27	13,33 a	42 b a	204 a	42,28 a
33,18	14,37 a	49 a	214 a	48,69 a

Médias seguidas de mesmas letras não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÕES

A área molhada teve efeito significativo nos parâmetros de produção avaliados, sendo que a área de 33,18 m² equivalente a uma percentagem da área total das quatro plantas de 100% foi que propiciou melhores condições para a cultura da bananeira Grande Naine. Não houve efeito da lâmina de irrigação nos parâmetros de produção.

REFERÊNCIAS

1. ALLEN, R.G.; PEREIRA, L.S.; RAES, D.; SMITH, M. Evapotranspiration for computing crop water requirements. FAO Irrigation and Drainage. Roma, n. 56, 300p, 1998.
2. FIGUEIREDO F. P. Efeito de diferentes lâminas d'água e da área umedecida sobre o desenvolvimento vegetativo, produção e qualidade do fruto da bananeira (Musa sp.) cv. prata anã. Montes Claros - MG. 1v. 96p. 1998. Dissertação de Mestrado.
3. SANTANA, J.L.; SUAREZ, C.L.; FERRERES, E. Evapotranspiration and crop coefficient in : International Symposium on Irrigation of Horticultural Crops, Proceedings...Almeria, 1993, F.I.A.P.A.S.E.C.H.

¹ Embrapa Mandioca & Fruticultura Tropical, C.P. 07, Cruz das Almas BA 44380-000, Brasil. email: ecoelho@cnpmf.embrapa.br

²Est. Agronomia, Universidade Federal do Recôncavo Baiano, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

³CTNM - Epamig, Nova Porteirinha, 39252-000, Minas Gerais, Brasil.

PRODUTIVIDADE DA BANANEIRA BRS TROPICAL NO PRIMEIRO CICLO SOB DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO

YIELD OF 'BRS TROPICAL' BANANA AT THE FIRST CYCLE UNDER DIFFERENT CONFIGURATIONS OF MICROSPRINKLE IRRIGATION SYSTEMS

Eugênio Ferreira Coelho¹; Roque E. da Costa de Pinho²; Alisson J. P. da Silva³; Mauricio A. Coelho Filho³ & Marcelo Rocha dos Santos³

SUMMARY: This work had as objective to evaluate the effect of different microsprinkle irrigation system configuration on the yield of banana crop cv. BRS Tropical. The experiment followed a random block design with five treatments and four replications. The treatments were: T1 - microsprinklers of 32 L/h with one emitter per four plants with one lateral between two plant rows; T2 - microsprinklers of 43 L/h with one emitter per four plants with one lateral between two plant rows; T3 - microsprinklers of 60 L/h with one emitter per four plants with one lateral between two plant rows; T4 - microsprinklers of 70 L/h with one emitter per two plants with one lateral per two plant rows. There was no effect of different irrigation system configuration on production and growth parameters of BRS Tropical banana. Treatments T2 and T1 were the ones of larger yields of banana for smaller number of emitters and lateral lines.

INTRODUÇÃO

A cultura da bananeira é muito sensível ao déficit hídrico, sendo necessária a adequada distribuição de umidade no pomar durante todo ciclo para que a planta possa expressar seu potencial produtivo (Possídio, 1984). Por isso, a técnica de irrigação é recomendável e utilizada em pomares comerciais em zonas sub-úmidas, quando se deseja obter produtividades compatíveis às das regiões semi-áridas com irrigação. As pesquisas relativas ao uso de água pela bananeira, nos diferentes ecossistemas do Brasil, apesar de não atenderem completamente as demandas existentes têm gerado alguns resultados (Oliveira, 1997; Teixeira et al., 2002; Coelho et al., 2003). Entretanto, não se tem abordado a relação entre a cultura da bananeira e os sistemas de irrigação usados na mesma. Tal abordagem faz-se necessária, uma vez que o sistema de irrigação está em interação com o manejo da irrigação e interfere diretamente nos cálculos do volume de água a ser aplicado à cultura. O sistema de irrigação influi diretamente na área molhada e na distribuição de água no solo tendo efeito direto, em última análise, nos parâmetros de produção da cultura. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de cinco configurações de sistemas de irrigação por gotejamento sobre a produtividade da cultura da bananeira cv. BRS Tropical.

MATERIAL E METODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada no município de Cruz das Almas-Ba (12°48'S; 39°06'W; 225 metros), com pluviosidade média anual de 1.143 mm. O experimento foi conduzido em uma área plantada com banana (*Musa spp.*), cv BRS Tropical, grupo genômico AAB. A cultivar foi plantada no espaçamento 3,0 m x 2,5 m, com o delineamento experimental em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições: T1 - microaspersores de 32 L/h, sendo um emissor por quatro plantas com uma lateral entre duas fileiras de plantas; T2 - microaspersores de 43 L/h, sendo um emissor por quatro plantas com uma linha lateral entre duas fileiras de plantas; T3 - microaspersores de 60 L/h, sendo um emissor por quatro plantas com uma linha lateral entre duas fileiras de plantas; T4 - microaspersores de 60 L/h, sendo um emissor por duas plantas com uma lateral próximo e ao longo de uma fileiras de plantas; T5 - microaspersores de 60 L/h, sendo um

emissor por duas plantas com uma lateral entre duas fileiras de plantas.

Cada parcela experimental foi constituída por 10 plantas com seis úteis. Os tratamentos foram diferenciados por meio de registros na entrada da área. O volume de água aplicado por planta foi comum em todos os tratamentos, tendo sido determinado a partir da lâmina real necessária, onde a evapotranspiração da cultura foi obtida considerando coeficientes de cultura sugeridos por Coelho et al. (2003). A frequência de irrigação foi diária nos períodos de necessidade de irrigação. Os parâmetros avaliados foram: número de folhas vivas e diâmetro do pseudocaule; por ocasião da emissão floral; produtividade de pencas; número de frutos por cacho e peso médio do fruto. Esses dados de produção e de crescimento foram submetidos a uma análise de variância, conforme o delineamento experimental proposto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância não foi significativa ao nível de 5% de probabilidade para quaisquer variáveis dependentes analisadas, quer sejam de crescimento (número de folhas vivas e diâmetro do pseudocaule), quer sejam de produção (número de frutos por cacho, peso médio de frutos e produtividade de pencas). A proximidade dos valores de diâmetro de pseudocaule e número de folhas reforça a proximidade dos valores das variáveis de produção, em que a produtividade de pencas variou de 21,40 t/ha a 25,16 t/ha, isto é uma diferença de 17,5%. Tais produtividades foram satisfatórias para o primeiro ciclo da cultura, considerando a cultivar BRS tropical, que segundo Silva et al. (2003) tem potencial para produzir entre 10 e 20 t/ha, podendo chegar a 30 t/ha. Os tratamentos T1 e T4 apresentaram valores médios quase idênticos e seguiram o maior valor absoluto obtido pelo tratamento T2. Estes três tratamentos são os de menores vazões (T1 e T2) e de áreas molhadas geradas pelos emissores. A desvantagem do tratamento T4, entretanto, é que requer uma linha lateral por fileira de plantas. Os maiores pesos médios de frutos ocorreram nos tratamentos T1 e T2, sendo que o tratamento T5 foi o de maior número de frutos, mas o de menor peso médio de frutos o que fez reduzir a sua produtividade.

Tabela 1. Médias dos parâmetros de produção da bananeira Maçã Tropical sob cinco configurações de sistemas de irrigação por microaspersão.

Trat.	Número de folhas	Diâmetro do pseudocaule (m)	Produtiv. de pencas (t/ha)	Número de Frutos/cacho	Peso médio de frutos
T2	14	0,28	25,16	109	171,63
T1	14	0,27	23,46	105	172,65
T4	14	0,27	23,18	108	160,47
T3	14	0,27	21,88	105	160,16
T5	15	0,28	21,40	111	140,90

CONCLUSÕES

Não houve efeito dos diferentes sistemas de irrigação por microaspersão nas variáveis de produção da bananeira BRS Tropical. Os tratamentos T2 (um micropersor de 43 L/h para quatro plantas) e T1 (um micropersor de 32 L/h para quatro plantas) foram os tratamentos que resultaram em maiores produtividades da bananeira, para um menor número de emissores e de linhas laterais necessários.

BIBLIOGRAFIA

- COELHO, E.F.; COSTA, E.L.; TEIXEIRA, A.H.C. Irrigação da bananeira. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Embrapa CNPMF, *circular Técnica*, 54).
- OLIVEIRA, S.L. Irrigação. In *A cultura da banana: Aspectos Técnicos Socio-Econômicos e Agroindustriais*. Brasília: Embrapa Produção e Informação. p.317-334, 1997.
- POSSÍDIO, E.L. *Demanda de água em bananeira*. EMBRAPA-CPTSA. Documentos, nº 22, 1984. 36p.
- SILVA, S.O.; MATOS, A.P.; CORDEIRO, Z.J.M.; LIMA, M.B. Nova cultivar tipo Maçã tolerante ao mal do Panamá. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. (Embrapa CNPMF, *circular Técnica*, 68).
- TEIXEIRA, A. H. de C., BASSOI, L. H., COSTA, W. P. L. B., SILVA, J. 6. A. M. e, SILVA, E. E. G. Consumo hídrico da bananeira no Vale do São Francisco estimado pelo método da razão de Bowen. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*. Santa Maria-RS: v.10, n.1, p.45 - 50, 2002.

¹ Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, C.P. 07, Cruz das Almas BA 44380-000, Brasil. e-mail: ecoelho@cnpmf.embrapa.br

² Discente de Agronomia, IC-Fapesb, Universidade Federal do Recôncavo Baiano, UFRB, Cruz das Almas, Bahia, Brasil.

³ Discente de Agronomia, IC-CNPq, UFRB, Cruz das Almas, Bahia.

NUTRITIONAL IMBALANCES IN THE BANANA PLANT AND ITS IMPACT ON BLACK SIGATOKA INFECTIONS.

DESBALANÇOS NUTRICIONAIS EM BANANEIRAS E SEU IMPACTO NAS INFESTAÇÕES DE SIGATOKA NEGRA.

Rajamannan, A.H.J.¹

RESUMEN. Se sabe que el exceso de nitrógeno en plantas conduce a plagas de hongos e insectos. El calcio puede mejorar la resistencia de plantas a plagas de bacteria y hongos al compensar cualquier exceso de nitrógeno en la planta y incrementar la integridad celular de la hoja al incrementar el grosor de la pared celular. La falta o desajuste de nitrógeno con respecto al calcio puede conducir a una mayor severidad de enfermedades en banananas. Los resultados obtenidos de las pulverizaciones de calcio-nutrientes han demostrado disminuciones significativas en la intensidad de la enfermedad así como una mejor calidad de banananas a la cosecha.

INTRODUCTION

Current methods of Managing Foliar and root infections in most plants, including Bananas is by the use of Pesticides and cultural practices. Sufficient attention has not been paid to the use of proper nutrients and particularly the critical balance of these nutrients in the Banana plants Physiology and pathology.

All Macro and Micro nutrients currently used in the banana industry use Nitrogen, Phosphorus, Potassium, Calcium, Magnesium, Zinc and Manganese, chemically complexed with nitrates, Sulphates, Phosphates, Chlorides and ammonia. Researchers who use these complex forms report results obtained with them as resulting from either Nitrogen Potassium or Calcium, without reporting or realizing that the complex form behaves completely different from the Element itself if it can be found in usable forms.

Experimental trials were initiated to compare if the element Calcium in its non complexed form can lead to a better understanding of the effects of these elements by themselves and also to see if they can put the various elements in balance to realize the effects on Fungal infections.

MATERIALS AND METHODS

Calcium element is available as Calcium Dextrolac or Vigor Calcium, with no nitrates or sulphates or phosphates present in the molecule. Experiments were designed to add the Calcium in this saccharated form as the only Nutrient to Strawberries. This treatment was compared to Fungicides that reportedly induce resistance such as Serenade, Messenger and the fungicide Elevate at the University of California Davis. Experiments were conducted in U.C. Davis on Peaches where Rovral a fungicide was compared to Calcium (Vigor Calcium) on the management of peach Rot. Experiments were conducted in Changinola Panama and Costa Rica where Calcium (Vigor Cal) was sprayed by itself in 7 day cycles for 6 months and compared to standard conventional Fungicides conventionally used in Bananas to manage Black Sigatoka. All the experiments were replicated and the disease ratings and production information was collected.

RESULTS AND DISCUSSION

In the Strawberry experiment, there was no disease present on the year of 2001 when the experiment was conducted. All treatments including Untreated control had no disease.

The total marketable yield measured with the Calcium alone was 14% higher than the fungicide treated plants.

The most revealing data was that these Resistance inducers and fungicides had a negative impact on production, as their production was lower than water alone used as the untreated.

In the peaches experiment Calcium fed to the plant by itself had no significant difference in Disease control, to the Rovral treated trees. The untreated trees had significantly higher strikes than the Rovral or the Calcium Treatments.

Experiments conducted in Changinola and South Costa Rica where it rains virtually every week and have a historical records of having the heaviest Black Sigatoka pressure, showed equal Functional leaves as the conventional Fungicide treated Banana plants slightly better Y.L.S. but higher production of 1 hand or more where the Calcium element was sprayed. Calcium treated plants had half the amount of Choking than the fungicide treated plants, showing that the Calcium was an anti stress element for Bananas.

In all the above cases Nitrogen in the tissues were measured and these plants were found with nitrogen levels at more than adequate to high levels.

CONCLUSIONS

The above experiments showed that all plants behave alike when it comes to nutritional imbalance. The plants inherent ability to ward off diseases are being compromised by excessive use of Nitrogen. It showed that Calcium should be made a centerpiece of any research or commercial experiments conducted to minimize the impact of Black Sigatoka.

Similarly more intense work has to be done in the areas of other elements such as Potassium, Magnesium, Zinc, Manganese, Iron and others and their impact on Insect infestations and Fungal and Bacterial infections

Such renewed interest in using Nutrients as a systemic invigorator should be undertaken as part of a Systems approach to Banana production.

BIBLIOGRAPHY:

1. Tukey, H.B. et al. 1956 Nuclear Energy Biological Science Series pp 106-114 Macgraw Hill and Pentagon Press, London.
2. Costello, M.J.. California Farmer Oct 1997. pp42.
3. Traynor, J. Fruit Grower 2000 pp 12 A.
4. Biggs, A.R. et al. 1977. Plant Di. 81: 399-403.
5. Marschner, H. 1988. Mineral Nutrition of Higher plants pp.369-390 Academic Press Inc. San Diego.
6. Palta, J.P. 1996. Hort. Science. 31(1):51-57.
7. Uys, D.C. 1996. Fruit Grower S.A. 46; 379-383.

¹ Agro-K Corporation MLPS, MN 55432 U.S.A. rajamannan@aol.com

**AGRONOMIC PERFORMANCE OF TWO *Musa* SPECIES
AS INFLUENCED BY ORGANIC AND INORGANIC
FERTILIZERS**

**EFEITO DE FERTILIZANTES ORGÂNICOS E
INORGÂNICOS NO DESEMPENHO AGRONÔMICO DE
DUAS ESPÉCIES DE *Musa***

Sunday O. S. Akinyemi¹

ABSTRACT. The demand for organically produced Banana around the world is on the increase. These set bananas now command higher price than those produced with chemical fertilizers. To this end, a field trial was conducted between 2000 and 2003 at the National Horticultural Research Institute, Ibadan, Nigeria with the aim of investigating the response of both local plantain (cv. Agbagba) and hybrid banana (cv. BITA3) to organic and inorganic fertilizers (in sole and combination). The experimental design was a randomized complete block (RCBD) consisting of eight treatments with four replications. The treatments applied were: (1) Sole organic fertilizer [SO], (2) Sole inorganic [SI], (3) Half organic + half inorganic [HOI] and (4) No fertilizer as control [C] on plantain and banana. The results revealed that application of both fertilizers to the *Musa* spp. gave significantly higher pseudostem height and girth than the control with the inorganic giving the highest value in the first six months after planting (MAP). The bunch yield was significantly higher in all treatments with organic fertilizer than sole inorganic and control in both plantain and banana tested. Bunch yield of 48.08, 25.84, 33.46 and 12.42 t/ha was obtained in SO, SI, HOI and C respectively for BITA 3, while 10.75, 9.50, 7.67 and 4.58 was obtained for 'Agbagba'. Other parameter like number of suckers at harvest was higher in *Musa* spp. that received organic fertilizer. Conclusively, the use of organic fertilizer has great potential in increasing crop yield. Though its effect may be slow, but its advantages on long duration crops like *Musa* species are enormous.

Keywords: *Musa*, Organic fertilizer, Inorganic fertilizer.

¹ Fruit Programme, National Horticultural Research Institute, P.M.B. 5432. Idi-Ishin, Jericho, Ibadan, Nigeria. E-mail: sosaking2002@yahoo.com

APTITUD DE LOS SUELOS PARA EL CULTIVO DE BANANO EN VENEZUELA, Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD

SOILS APTITUDE FOR BANANA CROP IN VENEZUELA. RELATIONSHIP WITH THE PRODUCTIVITY.

Juan Carlos Rey¹; Mayra Chacín²; Manfred Sapuky²; Elena Núñez¹; Gustavo Martínez¹; Gustavo Rodríguez²; José Espinoza³; Marco Arturo³; Luis Pocasangre⁴; Eduardo Delgado⁴ & Franklin Rosales⁴.

ABSTRACT: Lacustrine and Alluvial soils cultivated with banana in Venezuela were studied and classified by their aptitude, following the methodology of Jaramillo and Vázquez (1990). The objective was to establish the relationship among the soil aptitude and the banana productivity, as part of the project FONTAGRO: Quality of Banana Soils in Latin America and The Caribbean. The perimeter of the plant mother's stem, the son's height and number of hands in plants with clusters between 10 and 13 weeks were used to estimate the productivity. The results showed a partial correspondence between the soils aptitude and their productivity. Factors like low number of samples, the weight of the effective depth in the classification system and the agronomic management could affect the results.

RESUMEN: Suelos lacustrinos y aluviales de Venezuela sembrados de banana, fueron estudiados, y clasificados por su aptitud siguiendo las metodologías de Jaramillo y Vázquez (1990), con el objetivo de establecer su relación con la productividad del cultivo, en el marco del proyecto FONTAGRO Calidad de Suelos Bananeros en América Latina y el Caribe. El perímetro del pseudotallo de la planta madre, la altura del hijo y número de manos en plantas con racimos entre 10 y 13 semanas, se usaron como estimadores de la productividad. Los resultados mostraron una correspondencia parcial entre la aptitud de los suelos y su productividad. Factores como bajo número de muestras, el alto peso de la profundidad efectiva en el sistema de clasificación y el manejo agronómico pudieron afectar los resultados.

INTRODUCCION

La aptitud de los suelos a diferentes usos cambia de acuerdo a sus propiedades. Existen diferentes sistemas de clasificación interpretativos que permiten la evaluación de la aptitud de los suelos a diferentes usos; entre estos se encuentra el Sistema para determinar la Aptitud de Tierras para el Cultivo del Banano desarrollado en Costa Rica por Jaramillo y Vázquez (1990). Este sistema posee dos niveles categóricos: Grado de Aptitud, que va del I (suelos muy aptos para el cultivo), hasta el V (suelos con limitaciones muy grandes para su desarrollo). Por otra parte, el subgrado de aptitud especifica el tipo de limitación que presenta el suelo (profundidad efectiva, textura, fertilidad, drenaje, etc.). El objetivo de este estudio fue determinar la aptitud de los suelos sembrados con banana en la Cuenca del Lago de Valencia y en la Región Costa Oriental del Lago de Maracaibo, Venezuela, y relacionarla con la productividad del cultivo en sistemas intensivos de producción de banana.

MATERIALES Y METODOS

El estudio se realizó en Venezuela con suelos disímiles; correspondientes a las fincas Punta Larga y Banaoro, ubicadas en el Municipio Libertador, estado Aragua y en el Municipio La Ceiba estado Trujillo, respectivamente.

La finca Punta Larga, se encuentra en Cuenca del Lago de Valencia, a 435 msnm, presentando una precipitación media anual de 988 mm de carácter estacional y temperatura media anual de 26 °C. El relieve es plano (0-3%), ubicándose la finca en el cuarto nivel de terraza lacustrina originado por el desecamiento del lago. Los suelos predominantes son molisoles y entisoles recientes, con moderado a buen drenaje, entre neutros a ligeramente alcalinos, con buena fertilidad y media a abundante materia orgánica.

La finca Banaoro, se encuentra en la Región Sur- Oriental del Lago de Maracaibo, a 15 msnm. La precipitación media anual de 850 a 1040 mm, con dos períodos marcados de humedad. La temperatura media anual es de 27 °C. La zona es parte de una planicie aluvial con pendientes menores al 1% y suelos entisoles

en su gran mayoría. El drenaje es de moderado a pobre con suelos neutros a alcalinos, con moderada fertilidad y contenidos medios de materia orgánica.

En ambas fincas, se separaron cuatro lotes por la productividad del cultivo banana "Gran Nain": Bueno-Bueno (BB), Bueno-Malo (BM), Malo-Bueno (MB) y Malo-Malo (MM). En cada uno, fueron seleccionadas cuatro parcelas representativas de 1000 m² donde se determinó el vigor del cultivo, basado en el perímetro del pseudotallo (cm) a un metro de altura de la planta madre (pst), altura del hijo (ah) (cm) y número de manos (nm) en 20 plantas con racimos entre 10 y 13 semanas. Para analizar los resultados de vigor de las plantas se promediaron los resultados obtenidos para pst, ah y nm en las cuatro parcelas de los lotes BB, BM, MB y MM de las dos fincas bajo estudio. En cada parcela, se hicieron minicalicatas de 60x60x60 cm, para caracterizar y clasificar el suelo de acuerdo a la aptitud para el cultivo de banana, siguiendo el manual de Jaramillo y Vázquez (1990).

RESULTADOS

Los mayores valores del vigor correspondieron a los lotes BB, disminuyendo progresivamente hasta los lotes MM. Al clasificar los suelos en base a su aptitud para banana (Jaramillo y Vázquez, 1990), se obtuvieron suelos desde Grado I hasta Grado V. Sin embargo, la mayoría de los suelos clasificaron entre los grados II (11 lotes) y III (15 lotes), obteniendo pocos suelos de los grados I (2 lotes), IV (3 lotes) y V (1 lote). Las limitaciones principales están relacionadas con la profundidad efectiva, la textura y el drenaje.

Para relacionar la productividad del cultivo con la aptitud de los suelos se obtuvieron los promedios de pst, ah y nm para cada una de las clases interpretativas. Para los suelos desde el grado II al IV, se observa una tendencia a descender el vigor a medida que existe una menor aptitud, sobre todo los valores del pst (Cuadro 1).

Cuadro 1. Promedios de pst, ah y nm para los diferentes grados de aptitud de los suelos.

Variables	Grados de Aptitud de los Suelos				
	I	II	III	IV	V
pst (cm)	62.525	74.63	70.355	65.9	74.85
Ah (cm)	182.7	193.47	197.24	167.6	240.35
nm	7.975	9.3091	9.283	8.433	9.95

Sin embargo, se apreció que los suelos grado I presentaron bajo vigor y los suelos grado V mostraron alto vigor. Estos resultados pueden estar relacionados con: a) el bajo número de suelos ubicados dentro de los grados de aptitud I y V; b) plantas con alto vigor fueron encontradas en suelos con altos niveles freáticos, menos de 60 cm, (factor que reduce la aptitud de los suelos); c) ambas fincas presentan alto nivel tecnológico en el manejo del cultivo; pudiendo afectar la relación aptitud - productividad.

La presencia de plantas de alto vigor en lotes con nivel freático alto, es dado porque la mayor parte de las raíces activas se encuentran en los primeros 35 cm de suelo, donde las condiciones edáficas son adecuadas para el cultivo.

CONCLUSIONES

La clasificación de los suelos por su aptitud mostró una correspondencia parcial con la productividad del banana observada en campo. El bajo número de muestras y el manejo podrían ser los factores que afectan los resultados. Adicionalmente, el sistema parece ser muy rígido en la definición de las clases de aptitud, específicamente en el caso de la profundidad efectiva; razón por la cual suelos con plantas de alto vigor clasifican en grados II a inferiores.

REFERENCIAS

- Jaramillo, R. y Vázquez, A. 1990. ASBANA. 23p.

¹ Instituto Nacional Investigaciones Agrícolas (INIA-CENIAP). E-mail: jrey@inia.gob.ve, Maracay, Venezuela.

² Univ. Central Venezuela. Fac. Agron. Maracay, Venezuela.

³ Finca Banaoro y Puntalarga, Estado Trujillo y Aragua, respectivamente, Venezuela.

⁴ INIBAP-CATIE. Coord. Proyecto FONTAGRO. Calidad Suelos Bananeros America Latina y El Caribe, Costa Rica.

ASPECTOS SOBRE CALIDAD Y SALUD DE SUELOS BANANEROS EN VENEZUELA, Y SU RELACIÓN CON LA PRODUCTIVIDAD. RESULTADOS PRELIMINARES

QUALITY AND HEALTH OF BANANA SOILS IN VENEZUELA AND THEIR RELATIONSHIP WITH YIELD. PRELIMINARY RESULTS.

Gustavo Martínez¹; Juan Carlos Rey¹; Gustavo Rodríguez²; Renato Crozzoli; Ricardina Colmenarez; Deyanira Lobo; Maria Gonzalez; Maria Rodríguez; Maria Carolina; Adriana Cortez; Luis Pocasangre⁴; Eduardo Delgado⁴ & Franklin Rosales⁵.

RESUMEN: En la zona central y occidental de Venezuela, fueron evaluados suelos sembrados de bananos para exportación a fin de establecer factores que han incidido directamente en la disminución de los rendimientos en los últimos años, en el marco del proyecto FONTAGRO Calidad de suelos Bananeros en América Latina y el Caribe. Cuatro lotes de productividad de banano "Gran Nain": Bueno-Bueno (BB), Bueno-Malo (BM), Malo-Bueno (MB) y Malo-Malo (MM), fueron establecidos. Se hicieron minicalicatas de 60x60x60 cm, para caracterizar y clasificar el suelo. Se determinó la población de plantas, y el vigor basado en perímetro pseudotallo, número manos y altura hijo, de plantas con racimo entre 10 a 13 semanas. Se tomaron muestras compuestas y simples para análisis físico-químico, biológico, nematodos, artrópodos, hongos, raíces. Los resultados preliminares indican la existencia de suelos lacustrinos, en la primera zona y aluviales en la occidental. Se observaron mayores valores del vigor en los lotes BB, disminuyendo progresivamente hasta los MM; y la mayor productividad fue encontrada en lotes de menor población. La alta productividad estaba asociada con menor porcentaje de necrosis y mayor raíz funcional.

INTRODUCCION

Al observar la productividad de las plantaciones comerciales de banano en América Latina y el Caribe, se puede constatar, marcada reducción de los rendimientos en los últimos años. Por cuanto es evidente incremento en la aplicación de insumos de alto costo, así como la búsqueda de tecnología de punta para tratar de detener esta caída vertiginosa. Sin embargo, este hecho ha contribuido al deterioro acelerado de factores físicos, químicos y biológicos del suelo, donde este último ha sido poco estudiado, pero en la actualidad se considera fundamental para resolver la problemática del agotamiento y baja productividad de las plantaciones.

Existen evidencias que indican la relación directa entre la reducción de la productividad y la pérdida de la calidad y salud del suelo, por el impacto adverso del sistema convencional de producción. Venezuela no escapa ante esta realidad, y se observa reducción de los rendimientos entre el año 2005 y 1994. Este comportamiento, hace necesario modificar el sistema actual de producción de banano, con tecnologías que tiendan a reducir la cantidad de agroquímicos utilizados en la producción. Las mismas deberán garantizar el incremento y mantenimiento de la salud y calidad de vida de los suelos bananeros, así como reducir los riesgos de contaminación ambiental.

El objetivo de este trabajo fue evaluar y analizar cambios en los factores físicos, químicos y biológicos del suelo, que han estado involucrados en la calidad y salud de los suelos bananeros en la Cuenca del Lago de Valencia y en la Región Sur del Lago de Maracaibo de Venezuela, y su relación con otros factores (manejo agronómico, plagas y enfermedades, entre otros), que han contribuido a originar reducción de los rendimientos del cultivo de banano en los últimos años, indicándose como resultados preliminares de una serie de estudios a realizar.

MATERIALES Y METODOS

Este trabajo fue realizado en la FINCA PUNTA LARGA, zona central del país (cuenca lago de Valencia), a 435 msnm, precipitación media de 988 mm, con meses húmedos entre mayo y octubre; temperatura media de 26 °C, relieve plano (0-3%), y la FINCA BANAORO, ubicada en la Región Sur del Lago de Maracaibo, zona occidental del país, a 15 msnm;

precipitación media de 850 a 1040 mm (con períodos máximos en meses de noviembre y diciembre), temperatura media anual es de 27 °C. Se separaron cuatro niveles o lotes de productividad de banano "Gran Nain": Bueno-Bueno (BB), Bueno-Malo (BM), Malo-Bueno (MB) y Malo-Malo (MM); donde se hicieron minicalicatas de 60x60x60 cm, para caracterizar y clasificar el suelo (Soil Survey Staff, 1993; Soil Survey Staff, 2003), y de acuerdo a la aptitud de cada suelo para el cultivo de banano (Jaramillo y Vázquez 1990).

En cada uno, fueron seleccionadas cuatro parcelas representativas de 1000 m², determinándose la población total de plantas, y para el vigor del cultivo, fueron seleccionadas 20 plantas con racimo entre 10 y 13 semanas, y se midió perímetro pseudotallo, altura del hijo y número de manos. Se tomaron muestras de raíces de plantas recién florecidas, realizando un hoyo de 30x30x30 cm de profundidad en forma de cuadrado al frente del hijo de sucesión. Se tomó el peso fresco y determinó el porcentaje de ambos de raíces funcionales y necróticas. Igualmente fueron tomadas muestra compuesta, provenientes de cada planta, y muestra simple, cercana a la microcalicata, para análisis químico, biológico, nematodos, artrópodos; las cuales fueron llevadas a laboratorio para su respectivo estudio.

RESULTADOS

La población de plantas oscila entre 1800 a 2000 por hectárea. Los resultados preliminares indican que en la FINCA PUNTALARGA, los suelos predominantes son molisoles y entisoles recientes con moderado a buen drenaje, entre neutros a ligeramente alcalinos, con buena fertilidad y media a abundante materia orgánica; producto de estar en el cuarto nivel de terraza lacustrina (suelos lacustrino) originado por el desecamiento del lago de Valencia; mientras que en la FINCA BANAORO, los suelos son en su mayoría entisoles, con drenaje moderado a pobre, neutros a ligeramente alcalinos, moderada fertilidad y contenidos medios de materia orgánica. Cabe destacar, que en esta última finca, el nivel freático fue ubicado a una profundidad menor de los 50 cm. En ambas zonas ocurren localmente suelos con altos pH, relacionados con problemas de toxicidad de sodio, de igual manera, la presencia de plantas de alto vigor en lotes con nivel freático alto, es dado porque la mayor parte de las raíces activas se encuentran en los primeros centímetros del suelo.

En general, se observó que los mayores valores del vigor corresponden a los lotes BB, disminuyendo progresivamente hasta los lotes MM; de igual manera, la mayor productividad se corresponde con lotes de menor población (entre 1665 a 1875 plantas/ha). Con respecto a las raíces se observa que los valores de alta productividad se corresponden con menor porcentaje de necrosis y mayor raíz funcional. Mientras que la población de nematodos fitopatógeno, sobre todo *R. similis* presentó valores cercanos a 1000 ejemplares/ 10 g raíces. Las muestras revelan la presencia de hongos y bacterias, las cuales están siendo evaluadas para su identificación, así como los artrópodos existentes. Al clasificar los suelos en base a su aptitud, se obtuvo suelos desde Grado I hasta Grado V. Sin embargo, la mayoría de los suelos clasificaron entre los grados II y III, y sus limitaciones principales están asociadas con la profundidad efectiva, textura y drenaje.

CONCLUSIONES

Los mayores valores del vigor corresponden a los lotes BB, disminuyendo progresivamente hasta los lotes MM; y guarda relación con las menores poblaciones existentes. Se observa la ocurrencia local de suelos con altos pH, relacionados con problemas de toxicidad de sodio, de igual manera, la presencia de plantas de alto vigor en lotes con nivel freático alto, es dado porque la mayor parte de las raíces activas se encuentran en los primeros centímetros del suelo. Estos resultados se corresponden a una aproximación, ya que se espera por los análisis químicos, biológicos, para establecer relaciones entre todos los elementos y factores

BIBLIOGRAFIAS

- Jaramillo, R. y Vázquez, A. 1990. ASBANA. 23p.
- Soil Survey Staff. 1993. Washington, D.C. 437 p.
- Soil Survey Staff. 2003. 9th Edition. United States Department of Agriculture. Handbook No. 18. Washington, D.C. 332 p.

¹ Instituto Nacional Investigaciones Agrícolas (INIA-CENIAP). E-mail:

martinezgve@yahoo.es, Maracay, Venezuela.

² Univ. Central Venezuela. Fac. Agron. Maracay, Venezuela.

³ Finca Banaoro y Puntalarga, Estado Trujillo y Aragua, respectivamente, Venezuela.

⁴ INIBAP-CATIE. Coord. Proyecto FONTAGRO. Calidad Suelos Bananeros América Latina y El Caribe, Costa Rica.

EFFECTO DE AZUFRE, BORO Y ZINC SOBRE LA PRODUCTIVIDAD DEL CULTIVO DE BANANO (*Musa AAA*) EN LA LOCALIDAD DE 16 DE JULIO DEL TRÓPICO DE COCHABAMBA.

EFEITO DE ENXOFRE, BORO E ZINCO SOBRE A PRODUTIVIDADE DE BANANEIRAS AAA NA LOCALIDADE DE 16 DE JULIO, TRÓPICO DE COCHABAMBA.

Delgadillo, V. R. O.¹; Colque, F. O.² & Ferrufino, C. A.³

RESUMEN. El presente trabajo fue establecido en agosto del 2004, en la localidad 16 de Julio, provincia Carrasco del Trópico de Cochabamba Bolivia, con la finalidad de determinar el efecto de azufre, boro y zinc sobre la productividad del cultivo de banano. Los tratamientos planteados en el experimento uno fueron niveles de azufre: 0, 25, 50, 75 y 100 kg de S ha⁻¹ año⁻¹, en el experimento dos se determinó el efecto de boro (1.4 kg ha⁻¹ año⁻¹) y zinc (10 kg ha⁻¹ año⁻¹) en el nivel de 50 kg de S, en presencia de niveles fijos de 200 kg N ha⁻¹ año⁻¹ y 400 kg K₂O ha⁻¹ año⁻¹. Para ambos experimentos se utilizó el diseño de bloques al azar y contrastes ortogonales. De acuerdo a las evaluaciones realizadas en el experimento uno no se encontró diferencias significativas al evaluarse por planta y por superficie. En el experimento dos se observó diferencias significativas al evaluarse por superficie. En la variable rendimiento, se observó la mayor respuesta al aplicar zinc, mientras en el porcentaje de plantas cosechadas se tuvo la mejor respuesta al aplicar boro, ambos micronutrientes combinados con 50, 200 y 400 kg ha⁻¹ año⁻¹ de S, N y K₂O respectivamente.

INTRODUCCIÓN

La investigación en nutrición mineral del banano ha sido amplia y efectiva. Una plantación con un rendimiento de 50 t ha⁻¹ año⁻¹, puede remover en la fruta más de 700 kg de K, 200 kg de N, 30 kg de P, alrededor de 25 kg de S, 1 kg de B y 0.5 kg de Zn (Lahav y Turner 1992). Si los nutrimentos extraídos no son repuestos, puede conducir a deficiencias y desbalances nutricionales, limitando el crecimiento de la planta y dejando otros nutrimentos sin utilizar (López y Espinosa 1995).

En la región del Trópico de Cochabamba, el banano es el cultivo más difundido, por la importancia económica que representa para numerosas familias. Según reportes de exportación el 2004 se ha comercializado 1962564 cajas de 3117 ha equivalente a 630 cajas ha⁻¹ año⁻¹ promedio, esta cifra representa un rendimiento bajo comparado con otros países productores como Ecuador, Colombia y Costa Rica que reportan rendimientos promedio de 1800, 2000 y 2749 cajas ha⁻¹ año⁻¹, respectivamente (Arias 2004).

El presente trabajo fue planteado con la finalidad de incrementar la productividad del cultivo de banano (*Musa AAA*), con la fertilización de azufre, boro y zinc, en presencia de niveles fijos de nitrógeno y potasio.

MATERIALES Y MÉTODOS. El Trabajo se realizó en la localidad de 16 de Julio provincia Carrasco del Trópico de Cochabamba Bolivia. Se seleccionó una plantación con síntomas visuales de deficiencias nutricionales, homogénea en labores culturales, mayor a tres años de edad, cultivar Valery del subgrupo Cavendish, con una población de 1800 plantas ha⁻¹ aproximadamente. Los experimentos iniciaron en agosto del 2004 y finalizaron en septiembre del 2005.

En el experimento uno, los niveles de azufre estudiados fueron: 0, 25, 50, 75 y 100 kg de S ha⁻¹ año⁻¹, en presencia de niveles fijos de 200 kg N ha⁻¹ año⁻¹ y 400 kg K₂O ha⁻¹ año⁻¹. El diseño estadístico utilizado fue bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y contrastes ortogonales, este último para determinar las tendencias de azufre. Se estableció 20 unidades experimentales, cada una de 250 m² (Total ensayo 0.5 ha) con 40 plantas, de las cuales se seleccionaron 20 plantas útiles sujetas a evaluación, en las cuales se registraron las variables de desarrollo y rendimiento. Las variables de desarrollo se evaluaron al momento de la floración y cosecha; para el análisis de las variables relacionadas con el rendimiento, se empleó el modelo lineal mixto bajo el supuesto de distribución normal y varianzas homogéneas (Steel, Torrie y Dickey, 1997), para

manejar datos se tomó la media de los valores de estas variables.

En el experimento dos, se estudió el efecto de boro, zinc y la combinación de ambos micronutrientes en el nivel de 50 kg de S ha⁻¹ año⁻¹, en presencia de niveles fijos de 200 kg N ha⁻¹ año⁻¹ y 400 kg K₂O ha⁻¹ año⁻¹. El diseño estadístico utilizado fue bloques completos al azar, con cuatro repeticiones y contrastes ortogonales, este último para determinar efectos simples e interacción de los factores boro y zinc. Se estableció 16 unidades experimentales, cada una de 250 m² (Total ensayo 0.4 ha), donde se registraron las mismas variables que en el experimento uno.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

Experimento uno: Al evaluarse por planta se tuvo una mejor respuesta en comparación con el porcentaje de plantas cosechadas en el nivel de 75 kg S ha⁻¹ año⁻¹ (Cuadro 1), esto se debe a que hubo un menor porcentaje de plantas cosechadas, porque se tuvo mayor volcamento al adquirir mayor peso de racimos, también afectó la incidencia de nemátodos que no fue controlado.

Cuadro 1. Efecto de la fertilización con dosis crecientes de azufre sobre las variables en la productividad del clon "Valery" para una población de 1790 plantas por hectárea

Variables de respuesta	Tratamientos				
	0 S	25 S	50 S	75 S	100 S
Evaluación por planta					
No hojas funcionales a la cosecha	5.46	5.38	5.60	5.65	5.50
Peso de racimos (kg)	25.97	26.13	26.26	28.92	26.97
Evaluación por superficie					
Porcentaje de plantas cosechadas	63.11	63.93	64.28	55.54	62.61
Rend. estimado (cajas ha ⁻¹ año ⁻¹)	2071	2075	2083	2295	2145

Las dosis de azufre estuvieron expresados en kg ha⁻¹ año⁻¹, en presencia de niveles fijos de 200 kg N ha⁻¹ año⁻¹ y 400 kg K₂O ha⁻¹ año⁻¹.

Experimento dos: Se tiene una mejor respuesta al evaluarse por superficie, debido a la mayor cantidad de racimos cosechados por desarrollarse más rápidamente y por tanto se tuvo un mayor rendimiento (Cuadro 2). También se observa en este cuadro que el boro y zinc al aplicarse juntos no tuvieron una mejor respuesta porque son incompatibles, ya que estos nutrientes en forma separada tuvieron un mejor efecto en la producción.

Cuadro 2. Efecto de la fertilización con boro y zinc sobre las variables en la productividad del clon "Valery" para una población de 1790 plantas por hectárea

Variables de respuesta	Tratamientos			
	-B-Zn	+B-Zn	-B+Zn	+B+Zn
Evaluación por planta				
No de hojas funcionales a la cosecha	5.60	5.88	5.79	5.81
Peso de racimos (kg)	26.26	27.78	28.80	27.73
Evaluación por superficie				
Porcentaje de plantas cosechadas	64.29	75.48	70.93	59.94
Rendimiento (Cajas ha ⁻¹ año ⁻¹)	2083 a	2209 b	2285 b	2197 a

Las cantidades aplicadas de los micronutrientes fueron: 1.4 kg B ha⁻¹ año⁻¹ y 10 kg Zn ha⁻¹ año⁻¹ en combinación de 50 kg S ha⁻¹ año⁻¹, 200 kg N ha⁻¹ año⁻¹ y 400 kg K₂O ha⁻¹ año⁻¹.

CONCLUSIÓN

En el experimento uno, estadísticamente no se encontraron diferencias significativas en las variables, al evaluarse por planta y por superficie. En el experimento dos se encontraron diferencias significativas al evaluarse por superficie, en la variable rendimiento, se observó la mayor respuesta al aplicar 10 kg Zn ha⁻¹ año⁻¹, mientras en el porcentaje de plantas cosechadas se tuvo la mejor respuesta al aplicar 1.4 kg B ha⁻¹ año⁻¹, para ambos nutrientes en combinación de 50 kg S ha⁻¹ año⁻¹, 200 kg N ha⁻¹ año⁻¹ y 400 kg K₂O ha⁻¹ año⁻¹.

BIBLIOGRAFIA.

- Arias, P., Dankers, C., Liu, P. y Pilkauskas, P. 2004. Economía mundial del banano. http://www.inibao.org/pdf/laobanana_es.pdf.
- Lahav, E., Turner, D. 1992. Fertilización del banano para rendimientos altos. Segunda edición Boletín N° 7. INPOFOS. Quito, Ecuador. 71p.
- Steel y Torrie, 1997. Bioestadística: principios y procedimientos. McGraw-Hill. México DF. 661 p.

¹ Egr. Agr. Ex tesista investigador IBTA/Chapare

² Ing. Agr. Técnico Validador Banano IBTA/Chapare

³ Ing. Agr. MSc., PhD. Ex Director IBTA/Chapare

FERTILIZACION DE PLATANO CON ELEMENTOS MENORES EN UN SUELO TROPICAL.

PLANTAIN FERTILIZATION WITH MINOR ELEMENTS IN A TROPICAL SOIL.

Julia M. O'Hallorans¹; Manuel Diaz²; Wanda I. Lugo¹

RESUMEN. Se estableció un experimento en una finca privada al sur de Puerto Rico con el propósito de evaluar el efecto de la fertilización con Boro (B) y Zinc (Zn) en el rendimiento y comportamiento del cultivo de plátano (cv Maricongo). Se evaluaron dos niveles de B y un nivel de Zn en combinación con tres posibles épocas de aplicación: 3, 6 y 9 meses después de la siembra. Las fuentes de B y Zn fueron Solubor® (20.5% B) y Zn-EDTA (12% Zn), respectivamente. Los análisis de suelos realizados antes de aplicar los tratamientos foliares revelaron que la concentración de B y Zn en el suelo era de 0.2 mg/kg y 0.91 mg/kg, respectivamente, valores por debajo del límite de deficiencia de 1 mg/kg para cada uno de estos micronutrientes. A pesar de observarse deficiencias de ambos nutrientes en el suelo, las aplicaciones foliares de éstos no afectaron de forma significativa los rendimientos del plátano ni otros componentes de producción como diámetro del pseudotallo, número de hijuelos y número de hojas al momento de la florecida.

SUMMARY. An experiment was established at a private farm in southern Puerto Rico to evaluate the effect of Boron (B) and Zinc (Zn) on plantain yield and yield components. Two levels of B and one level of Zn were evaluated in combination with three possible times of application: 3, 6 and 9 months after planting. The experimental design consisted of 18 treatments, including a control, and four repetitions. The source of B was Solubor® (20.5% B) whereas the source of Zn was Zn-EDTA (12% Zn). Soil analysis performed before the application of treatments revealed that the B and Zn concentration was of 0.2 mg/kg and 0.91 mg/kg, respectively, below the critical point of 1 mg/kg for each of these micronutrients. Even though deficiency levels were observed for these nutrients in this soil, foliar applications of B and Zn did not significantly affect plantain yield or any other yield component evaluated.

INTRODUCCIÓN

La investigación en el área de manejo de micronutrientes en suelos tropicales ha sido descuidada por muchos años. La razón principal para este descuido se debe a que las deficiencias de elementos menores no se consideran de importancia en el trópico y en muchos casos la posible toxicidad es de mayor importancia. En Puerto Rico la producción de plátano es una de las empresas agrícolas de mayor importancia. Algunas de las nuevas siembras en la región norte-central de la isla han mostrado síntomas de deficiencia de B. Estos síntomas incluyen malformación de hojas y frutos y una eventual disminución en rendimiento. Zinc, otro micronutriente, también ha mostrado problemas de deficiencia en plátanos. En este caso, los síntomas incluyen un pobre desarrollo de hojas seguido de una reducción en rendimiento. El propósito principal del estudio fue el de evaluar el efecto de fertilización con microelementos en la producción de plátanos en un suelo tropical de la costa sur de Puerto Rico.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se estableció en una finca privada donde el agricultor realizó todas las prácticas de manejo excepto la aplicación de los tratamientos. Dieciocho tratamientos resultaron de la combinación de 0.23 kg/ha de Zn y 0.23 y 0.46 kg/ha de B con tres posibles épocas de aplicación (3, 6 y/o 9 meses después de la siembra). Tanto el Zn como el B se aplicaron foliarmente en forma de Zn-EDTA (12% Zn) y Solubor® (20.5% B), respectivamente. A los 3 meses luego de la siembra se aplicaron los tratamientos usando una asperjadora de mano. Debido a la altura de las plantas, a los

6 y 9 meses después de la siembra, las fuentes de Zn y B se aplicaron con una asperjadora mecánica. Durante el ciclo de crecimiento del cultivo se evaluaron varios componentes de producción como altura del pseudotallo, diámetro de la planta, número de hijuelos y número de hojas al momento de la florecida. Durante la cosecha se tomaron datos de rendimiento, número de frutos por racimo y número de manos por racimo. Además, para determinar si los tratamientos de B y Zn aceleraban o atrasaban la cosecha se calculó el número de días de la siembra a la florecida y el número de días de la florecida a la cosecha. Con el propósito de monitorear los niveles de nutrientes en el suelo y en la planta, se realizaron dos muestreos de suelos y un muestreo de tejido. El primer muestreo de suelo se realizó antes de aplicar el primer tratamiento (tres meses luego de la siembra) y el segundo al comienzo de la florecida. La muestra de tejido se tomó a los seis meses luego de la siembra; se separó la lámina del peciolo para ser analizados por separado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A pesar de observarse deficiencias de ambos nutrientes en el suelo, las aplicaciones foliares de éstos no afectaron de forma significativa los rendimientos del plátano ni otros componentes de producción. El rendimiento promedio en el área experimental fue de 40 t/ha, un valor superior a lo obtenido en otros trabajos con plátano Maricongo.

CONCLUSIONES

A pesar de observar deficiencias de B y Zn en el suelo, las aplicaciones de estos nutrientes al follaje no afectaron de forma significativa el rendimiento del plátano.

BIBLIOGRAFIA.

1. González, A. M.A. Santiago y L.A. Figueroa. 1990. Comportamiento hortícola de siete clones de plátano. J. Agric. Univ. PR 74:267
2. Silva, S. and J. Vicente-Chandler. 1974. Effect of B and Zn application on yield of intensively managed plantains growing on steep Ultisols. J. Agric. Univ. PR. 58:134
3. Hernández-Medina, E. and M.A. Lugo-López. 1969. Effect of minor nutrients elements and magnesium upon the growth, development and yield of plantain. J. Agric. Univ. PR 53:33

¹ Catedrática Asociada, Estación Experimental Agrícola-Universidad de Puerto Rico. Jardín Botánico Sur, 1193 Calle Guayacán, San Juan, PR 00926-1118.

² Especialista en Fertilizantes, Servicio Cooperativo de Extensión-Universidad de Puerto Rico. PO Box 1306, Gurabo, PR 00778-1306.

LEVANTAMENTO NUTRICIONAL DOS BANANAIS DA EPAGRI - ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DE ITAJAI, SANTA CATARINA, BRASIL

NUTRITIONAL SURVEY OF BANANA CROPS OF THE EPAGRI, EXPERIMENTAL STATION OF ITAJAI, SANTA CATARINA, BRAZIL

Marcos Pedro Veber¹ & Jorge Luiz Malburg²

SUMMARY: The work objectified to carry through nutritional survey of the banana plantations of the Epagri, Experimental Station of Itajaí. In the soil, pH_{H2O}, pH SMP, SB, CTC, V, Al, Ca, Mg, N, P, K, B, Cu, Fe, Mn, Zn and M.O. had been determined and in the leaves N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn and Zn. In the five of the six areas levels of pH_{H2O} and pH SMP, Al and the Ca/Mg relation they had been presented low. In all the areas the levels of P had been presented high in the soil and leaves. All the areas had presented high levels of K in the soil however in leaves the levels of this element had been low, possibly in result of period of drought that preceded the samplings. The levels of M.O. in the soil had revealed average in all the areas being that in leaves the levels of N had been excellent. With regard to the micronutrients, the B with low levels in the soil and leaves of diverse areas was distinguished.

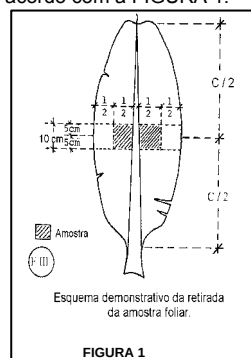
Keywords: *Musa* sp., leaf and land analysis, mineral nutrients.

INTRODUÇÃO

Santa Catarina é o 3º maior produtor de bananas do Brasil, sendo responsável por 63% das exportações nacionais e tendo produzido em 2004 cerca de 650.000 toneladas desta fruta. A Epagri, Estação Experimental de Itajaí (EEI), possui cerca de 2,4 hectares de bananais com as cultivares Nanica, Grande Naine e Williams Hybrid, que são utilizadas como material didático em cursos para técnicos e produtores e como unidade modelo da Produção Integrada de Bananas (PIB) em Santa Catarina. O presente trabalho teve por objetivo realizar um levantamento nutricional destes bananais no intuito de se iniciar o monitoramento destas áreas e atender às Normas Técnicas para Produção Integrada de Bananas na EEI.

MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no mês de janeiro de 2006 por meio da coleta e análise de amostras foliares e de solo em seis talhões que compõem a Unidade da PIB na Epagri. O solo foi coletado na profundidade de 0-20cm e as amostras foliares foram coletadas em plantas no estágio de início de florescimento de acordo com a FIGURA 1.



No solo (Neossolo) foram feitas as seguintes determinações: pH_{água}; pH SMP; soma de bases (SB), CTC, saturação por bases (V), Al, Ca e Mg (KCl 1N, 1:10); P, K, Cu, Fe, Mn e Zn (Mehlich 1); matéria orgânica (M.O.) (combustão úmida) e B (água quente). Na folhas foram analisados os teores de N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn e Zn.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

(TABELAS 1 e 2) – Com exceção da área 5, todas as demais apresentam-se com pH_{água} e SMP

baixos, baixa relação Ca/Mg, e Al. Os teores de P apresentaram-se altos nos solos e nas folhas de todos os talhões. Apesar dos níveis altos de K nos solos de todos os talhões os teores foliares apresentaram-se deficientes nas áreas 1, 2, 3, 4 e 5, e baixo na área 6, fato que pode ser atribuído ao déficit hídrico ocorrido no período das coletas. Em todas as áreas os teores de M.O. no solo foram médios e nas folhas o N mostrou-se ótimo em todas as áreas. O B apresentou-se baixo nos solos das áreas 1, 2, 4, 5 e 6 e médio na área 3.

Os níveis foliares de B foram baixos nas áreas 1, 2 e 6. Nas áreas 3, 4 e 5, ainda que estes níveis não sejam baixos, apresentam valores no limite inferior da faixa de ótimo. Para o

Mn, os teores nos solos de todos os talhões apresentaram-se baixos e nas folhas verificou-se teores considerados deficientes no talhão 1, baixos nos talhões 2, 5 e 6 e ótimos nas áreas 3 e 4. Os demais micronutrientes (Cu, Fe e Zn) apresentaram-se em níveis adequados (folha e solo) em todas as áreas.

CONCLUSÕES

O presente levantamento passa a ser o marco inicial do monitoramento nutricional da área de PIB na EEI. Para correção do pH, neutralização do Al e melhoria da relação Ca/Mg nos solos, será aplicado calcário calcítico. Considerando-se os altos teores de P (solo e folhas), associado à baixa exigência da bananeira neste elemento, será feita a supressão temporária deste nutriente e o acompanhamento por meio do monitoramento nutricional. As reposições de N e K serão feitas com base no Manual de Adubação e Calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (1) para uma produtividade média de 45t/ha/ano. A correção dos micronutrientes será feita pela aplicação de B e Mn no solo e aplicação de matéria orgânica (cama de aviário).

TABELA 1 – Resultados das análises químicas de solo.

Parâmetros	TALHÕES/CULTIVARES											
	1 Nanica		2 Nanica		3 W. Hybrid		4 W. Hybrid		5 G. Naine		6 G. Naine	
	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I
pH H ₂ O	5,4	B	5,0	MB	4,6	MB	4,1	MB	6,4	A	5,4	B
pH SMP	5,9	B	5,4	B	5,1	B	4,6	B	6,65	A	5,95	A
Al, cmolc/dm ³	0,1	B	0,5	A	1,1	A	2,3	A	-	-	0,1	B
Ca, cmolc/dm ³	3,3	M	2,6	M	3,2	M	1	B	3,4	M	3	M
Mg, cmolc/dm ³	1,2	A	0,9	M	2,1	A	0,5	B	1,4	A	1,2	A
Ca/Mg	2,8	B	2,9	B	1,5	B	2	B	2,4	B	2,5	B
P, mg/dm ³	57	A	49	A	42	A	30	A	55	A	61	A
K, mg/dm ³	85,8	A	81,9	A	93,6	A	81,9	A	120,9	A	140,4	A
M.O., %	2,8	M	2,6	M	3,4	M	5	M	2,4	B	2,8	M
S.B., cmolc/dm ³	4,7	BO	3,71	BO	5,54	BO	1,71	B	5,11	BO	5,46	BO
CTC, pH 7	9,4	BO	11,7	BO	16,4	MBO	20,2	MBO	7,21	M	9,06	BO
V %	50	M	31,7	B	33,7	B	8,46	MB	70,9	BO	50,3	M
B, mg/dm ³	0,3	B	0,3	B	0,4	M	0,3	B	0,3	B	0,2	B
Cu, mg/dm ³	1,4	BO	0,7	M	2,0	A	1,8	A	1,3	BO	2,0	A
Fe, mg/dm ³	285	A	370	A	320	A	360	A	238	A	265	A
Mn, mg/dm ³	2,0	B	1,5	B	1,5	B	1,0	B	3,2	M	1,8	B
Zn, mg/dm ³	6,3	A	4	A	7	A	7	A	6,5	A	8	A
Argila, %	16	c4	23,8	c3	69,7	c1	58,5	c2	11,6	c4	13,5	c4

Legenda – R = resultado; I = interpretação; B = baixo; M = médio; MB = muito baixo; BO = bom; MBO = muito bom; c1 = >60%; c2 = 41-60%; c3 = 21-40%; c4 = <20%

TABELA 2 – Resultados das análises químicas foliares.

P	TALHÕES/CULTIVARES											
	1 Nanica		2 Nanica		3 W. Hybrid		4 W. Hybrid		5 G. Naine		6 G. Naine	
	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I	R	I
N (%)	3,49	O	3,32	O	2,87	O	3,16	O	2,73	O	3,18	O
P (%)	0,18	O	0,21	O	0,23	O	0,20	O	0,19	O	0,20	O
K (%)	2,30	D	2,43	D	2,65	D	2,47	D	2,28	D	3,05	B
Ca (%)	1,20	O	1,28	O	1,10	O	1,15	O	1,25	O	1,25	O
Mg (%)	0,45	O	0,45	O	0,45	O	0,39	O	0,41	O	0,38	O
B, ppm	9,4	B	6,1	B	10,4	O	11,2	O	10,4	O	9,7	B
Cu, ppm	8,0	O	9,0	O	13,0	O	14,0	O	11,0	O	11,0	O
Fe, ppm	90,0	O	98,0	O	92,0	O	180,0	O	97,0	O	100,0	O
Mn, ppm	62,0	D	170,0	B	560,0	O	680,0	O	155,0	B	140,0	B
Zn, ppm	23,0	O	25,0	O	26,0	O	27,0	O	23,0	O	24,0	O

Legenda – P = parâmetros; R = resultado; I = interpretação; O = ótimo; B = baixo; D = deficiente

BIBLIOGRAFIA

- Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. – 10. ed. – Porto Alegre, 2004.

¹ Acadêmico de Ciências Biológicas da FURB, Blumenau, SC, Brasil. e-mail: marcos_veber@hotmail.com

² – Eng. Agrônomo, M.Sc., Epagri, Estação Experimental de Itajaí, Itajaí, SC, Brasil, e-mail: malburg@epagri.rct-sc.br

MUESTREO FOLIAR A DIFERENTES EDADES DEL CULTIVO PLÁTANO EN VENEZUELA

FOLIAR SAMPLING AT DIFFERENT AGES FOR THE HORN PLANTAIN IN VENEZUELA

Rodríguez, V.¹; Rodríguez, O.¹; Sánchez, A.¹; Govea, D.²; Rosales, H.³ & Salazar, R.⁴

SUMMARY. Methods like DRIS, DOP and CND emphasize the importance of considering the tissues' age over the nutrients concentration (Ca, Mg and micronutrients) or dilution (N, P and K) for structuring the reference values. The sampling period for the "Horn" plantain (*Musa* AAB subgroup Plantain cv. Harton), according the E.I.R normative coincides with the reproductive period and no data on its feasibility to be used during the vegetative period is available. The objective of this work was to determine the effect of the sampling period over the mineral composition of the E.I.R. and C.L. samples. For so, leaves with the same development stage, that is in the position III, were sampled after the plant emitted 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 and 32 leaves. The nutrients N, P, K, Ca, Mg, B, Cu, Fe, Mn, Zn and Na were determined and compared in percentage basis against the leave 4 respective content. Results demonstrated that all nutrients contents in all crop age related sampling periods in both, the E.I.R and C.L. methods, showed a slightly decreasing tendency.

INTRODUCCION

El punto crítico en la interpretación de un análisis foliar reside en la confiabilidad de los valores de referencia o normas, no solamente en su valor absoluto, sino también en su estructuración como cociente. El uso del cociente, nutriente con la materia seca esta representado por el clásico nivel crítico (Macy, 1936), mientras que el cociente entre nutrientes es ampliamente discutido en el método "Diagnostic Physiologique", el cual fue propuesto por Beaufils (1957). En el cultivo plátano (*Musa* AAB subgrupo Plátano cv. Hartón) se reportan normas de diagnóstico foliar bajo el sistema DRIS (Rodríguez y Rodríguez, 1997), en la muestra E.I.R. (Martin-Prével, 1980a; 1980b), cuyos cocientes fueron conformados, de acuerdo al efecto de edad del tejido, sobre la concentración (Ca, Mg y micronutrientes) o dilución (N, P y K) de los nutrientes (Walworth & Sumner, 1987), a fin de sopesar ese efecto indeseable al momento del diagnóstico foliar; sin embargo, mediante datos recalculados de Belalcazar et al (1998) de contenidos totales de N, K, Ca y Mg en la lamina foliar de plátano Dominico Hartón y resultados de Marroquin (2005) en muestra E.I.R y C. L. en plátano Hartón, vislumbraba que no era necesario considerar el citado efecto. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del estado de desarrollo del cultivo, sobre la concentración de los nutrientes, en la muestra foliar E.I.R y C.L del plátano Hartón.

MATERIALES Y METODOS

Se demarcaron en dos parcelas homogéneas, en la serie de suelos Chama, Zona Sur del Lago de Maracaibo, Venezuela. En cada parcela se colectaron muestras foliares (E.I.R y C.L.), de acuerdo a la normativa internacional E.I.R (Martin-Prével, 1980a; 1980b), con la variante que se realizó a lo largo del ciclo vegetativo de la planta de plátanos, sobre las hojas en posición III, en etapas identificadas por el número de hojas emitidas, a saber: 4, 8, 12, 16, 20, 24, 28 y 32 hojas. En cada etapa, se retiraron 2 muestras, compuestas por 7 submuestras c/u, para 1% g d l y 20 % precisión (Rodríguez et al. 2005). A cada muestra compuesta, se determinaron los nutrientes N, P, K, Ca y Mg en g kg⁻¹ y B, Cu, Fe, Mn y Zn en mg kg⁻¹, además del elemento Na en mg kg⁻¹. Con la finalidad de determinar el efecto de la edad

sobre los elementos analizados, fueron transformados a porcentaje, considerando como 100 %, la concentración reportada en la hoja 4. Calculándose posteriormente las líneas de tendencia de la curvas obtenidas.

RESULTADO Y DISCUSION

Los resultados demostraron que todos los elementos, tanto en E.I.R como en C.L., presentaron una tendencia a la dilución, sin una significancia estadística para ser considerada como tal, dada la variabilidad de los datos. Estos resultados coincidieron con los observados de Belalcazar et al (1998) en plátano Dominico Hartón y Marroquin (2005) en plátano Hartón.

CONCLUSION

Es desnecesario a la hora de conformar o estructurar los cocientes, considerar el efecto de la edad del tejido en Plátano Hartón, por lo tanto se mantiene vigente conformar los valores de referencia a través de todas las combinaciones posibles, propuesta por Beaufils (1957).

REFERENCIAS.

1. Beaufils, E.R. 1957. Research for rational exploitation of *Hevea brasiliensis* using a physiological diagnosis based on mineral analysis of various parts of plant. Fertilite 327.
2. Belalcazar, S.; Espinosa, J.; Cayón, G.; Valencia, J.; Morales, H. 1998. Dinámica de elementos nutritivos en el clon de plátano Dominico-Hartón (*Musa* AAB Simmonds). IN: Memorias XIII ACORBAT Ecuador 1998, Guayaquil, Ecuador. pag. 114-126.
3. Macy, P. 1936. The quantitative mineral requirements of plants. Plant physiol., 11:749-764.
4. Martin-Prével, P. La nutrition minerale du bananier dans le monde. Première partie. Fruits., v. 35, n. 9, p. 503-518, 1980a.
5. Martin-Prével, P. La nutrition minerale du bananier dans le monde. Deuxième partie. Fruits., v. 35, n. 10, p. 583-593, 1980b.
6. Marroquin, J. 2005. Determinación de las relaciones binarias entre los nutrientes foliares, de acuerdo a la edad del cultivo en plátano Hartón. Asentamiento campesino Macagua-Jurimiquire. Trabajo de grado. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto, Venezuela. 45 pag.
7. Rodríguez, V.; Sánchez, A.; Rodríguez, O.; Govea, D.; Rosales, H. 2005. Propuestas metodológicas para determinar el tamaño de las muestras foliares en Plátano Hartón. In: Memorias II Seminario Internacional sobre Producción, Comercialización e Industrialización del Plátano. Manizales, Colombia.
8. Rodríguez, V.; Rodríguez, O. 1997. Normas foliares DRIS para el diagnóstico nutricional del plátano (*Musa* AAB subgrupo plátano cv. Hartón). Rev. Fac. Agron. LUZ. 14:285-296.
9. Walworth, J.; Sumner, M. E. 1987. The Diagnosis and Recommendation Integrated System (DRIS). Advances in Soil. Science. 6:149-188.

¹ UCLA, Dec. Agronomía, Apdo 400. Barquisimeto. 3001. Venezuela. Tlf:+58251-2592470. Fax:+58251-2592304. e-mail: vianelr@ucla.edu.ve; aymaras@ucla.edu.ve orlandorodriguezrodriguez@gmail.com

²SUVICA, El Vigía, VENEZUELA. Tlf:+58414-7560119.

³I.N.I.A. Subestación Chama. Edo. Zulia. Tlf: +58414-7565771. e-mail: hrosales@inia.gov.ve

⁴UCLA Dec. Veterinaria, Apdo 400. Barquisimeto. 3001. VENEZUELA. Tlf: +58251-2592470 e-mail: robertosalazar@ucla.edu.ve

PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO EM SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE BANANA NO ESTADO DA BAHIA, BRASIL

CHEMICAL SOIL PROPERTIES ON BANANA PRODUCTION SYSTEMS IN BAHIA STATE, BRAZIL

Ana Lúcia Borges¹; Marcelo Bezerra Lima¹; Élio José Alves² & Leirson Dantas Bispo³

SUMMARY: The soil chemical properties are modified by crop management. Therefore, in this work soil chemical properties were evaluated under intercropping of banana 'Terra' (plantain AAB) with jack bean (*Canavalia ensiformis*), beans (*Phaseolus vulgaris*) and corn (*Zea mays*), in three ecosystems of Recôncavo Sul of Bahia State, after three years. Results showed differences among chemical soil properties from the three ecosystems. Potassium was the nutrient with the largest increase in all ecosystems. The soil basis saturation was benefited by the intercropping banana and legumes. The largest increase in organic matter was verified in the intercropping with corn.

INTRODUÇÃO

A Região Nordeste é a maior produtora de banana do Brasil, correspondendo a 33% da produção nacional e o Estado da Bahia contribui com aproximadamente 35% dessa produção (783.431 t em 2003), em uma área de 53.040 ha. As variedades mais plantadas são as do tipo Prata; contudo, parte dessa área é cultivada com banana tipo 'Terra' (*Musa spp.*, AAB). Esta variedade, que apresenta ciclo mais longo (aproximadamente 540 dias), é plantada consorciada com culturas anuais, no primeiro ano, objetivando agregar valor ao cultivo da bananeira (3). As propriedades químicas do solo, principalmente os teores de K, Ca e Mg, são fundamentais para o crescimento e produção da bananeira. Esses nutrientes podem ser alterados com o sistema de produção utilizado e com as condições ambientais. Trabalho conduzido no Recôncavo Baiano, com híbrido tipo Prata, mostrou que o plantio de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) nas entrelinhas, após dois anos, proporcionou aumento da ordem de 15% no teor de potássio e de 10% no de matéria orgânica, em relação à testemunha (1). Este trabalho objetivou avaliar as propriedades químicas do solo cultivado com bananeira 'Terra' consorciada com culturas anuais, em três ecossistemas do Estado da Bahia.

MATERIAL E MÉTODOS

Em áreas de produtores, nos ecossistemas dos municípios de Tancredo Neves, Wenceslau Guimarães e Nazaré, no Estado da Bahia, Brasil, foram conduzidos em 2002 experimentos avaliando sistemas de produção de banana, entre eles os consórcios com feijão-de-porco (*C. ensiformis*) (T1), com feijão (*Phaseolus vulgaris*) (T2), e com milho (*Zea mays*) (T3). A bananeira 'Terra' foi plantada em fileira dupla, no espaçamento 4,0 x 2,0 x 2,8 m, e a cultura consorciada nas entrelinhas (feijão-de-porco: 0,40 x 0,40 m; feijão: 0,50 x 0,10 m e milho: 1,0 x 0,20 m), anualmente, no período chuvoso. A calagem, realizada antes do plantio, elevou a saturação por bases do solo para 70%. As bananeiras foram adubadas na cova com 15 L de esterco de gado e 500 g de superfosfato simples e em cobertura com 200 kg de N/ha/ano, na forma de uréia, e 450 kg de K₂O/ha/ano, na forma de KCl, parcelados a cada dois meses. As adubações para as culturas consorciadas, feijão e milho, seguiram as recomendações da Comissão Estadual de Fertilidade do Solo do Estado da Bahia. Após três anos, e colheita de dois ciclos da bananeira e das culturas intercalares, foram avaliadas, nas profundidades de 0-20 cm e 20-40 cm, as propriedades químicas do solo: pH, teores de P, K, Ca, Mg, soma de bases (SB), capacidade de troca catiônica (CTC), saturação por bases (V%) e matéria orgânica (MO), segundo metodologias da Embrapa (2).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar da aplicação do calcário, observou-se ligeiro decréscimo no pH do solo (Tabela 1), possivelmente tanto pela acidificação do solo pela uréia quanto pelo processo de absorção de cátions,

cuja liberação de íons hidrogênio acidifica o solo. Aumento do teor de P no solo verificou-se notadamente em Tancredo Neves, quando se consorciou com feijão-de-porco e milho. O potássio é o nutriente mais absorvido pela bananeira; o aumento do teor desse nutriente no solo foi significativo, variando de 63% a 826% na camada de 0-20 cm e de 87% a 631% na camada de 20-40 cm de profundidade, notadamente no ecossistema de Wenceslau Guimarães (Tabela 1). Os teores de Ca e Mg não tiveram incrementos expressivos. Assim, o aumento da soma de bases certamente se deveu ao acréscimo dos teores de K. Houve aumento da CTC do solo tanto na camada de 0-20 quanto de 20-40 cm. Quanto à saturação por bases, observou-se incremento, com valores maiores nos consórcios com feijão-de-porco e feijão. As leguminosas são consideradas plantas melhoradoras do solo e trabalhos já conduzidos com feijão-de-porco mostraram benefícios dessa leguminosa (1). O milho é uma planta que extrai grande quantidade de nutrientes (81 kg de N, 13,8 de P e 92 de K/ha). O aumento do teor de matéria orgânica foi maior nos consórcios com milho, notadamente na camada de 0-20 cm em Tancredo Neves e 20-40 cm em Wenceslau Guimarães e Nazaré. Em razão da maior relação C/N dos resíduos da parte aérea do milho (112/1), enquanto do feijão é de 32/1, a decomposição da matéria orgânica é mais lenta.

Tabela 1. Propriedades químicas do solo em duas profundidades antes e após o cultivo com banana 'Terra' consorciada, em três ecossistemas do Estado da Bahia, Brasil, 2002-2005.

Análise de solo, em três ecossistemas do Estado da Bahia, Brasil, 2002-2003.										
TRAT.	pH	P	K	Ca	Mg	SB	CTC	V	MO	
		mg/dm ³			cmol _c /dm ³			%	g/kg	
Tancredo Neves	0-20	5,4	4	86	1,8	1,0	3,1	8,2	37	16,9
	20-40	4,9	1	23	1,0	0,4	1,5	6,4	23	10,6
	1-20	5,4	20	172	3,3	2,7	6,6	11,6	56	25,0
	1-40	5,2	56	117	3,0	1,3	4,7	9,5	49	17,7
	2-20	5,3	10	140	4,1	1,6	6,2	11,6	53	28,9
	2-40	4,8	1	43	2,0	1,1	3,3	8,2	40	14,4
	3-20	5,5	90	148	3,0	1,6	5,1	9,9	51	30,5
	3-40	5,3	11	51	2,3	1,1	3,6	7,7	47	10,4
	0-20	4,5	2	27	0,6	0,1	0,8	9,7	9	24,6
	0-40	4,5	1	16	0,5	0,1	0,7	6,2	11	14,2
	1-20	4,4	7	105	0,0	1,8	2,2	9,5	23	28,1
	1-40	4,2	1	59	0,0	1,3	1,5	9,3	16	19,7
W. Guimarães	2-20	4,2	5	250	0,0	1,9	2,6	11,6	22	31,3
	2-40	4,1	2	117	0,0	0,8	1,2	7,7	15	15,7
	3-20	5,0	19	199	3,8	1,0	5,4	12,3	44	38,5
	3-40	4,2	2	101	0,0	2,0	2,2	9,2	24	38,5
	0-20	5,0	2	31	1,2	0,0	1,3	7,2	19	16,9
	0-40	4,9	2	23	1,0	0,0	1,2	6,6	18	10,6
Nazaré	1-20	4,4	4	98	1,2	1,2	2,7	8,0	34	23,2
	1-40	5,0	1	47	0,0	1,2	1,4	7,0	20	16,7
	2-20	4,4	8	74	3,3	0,8	4,4	9,4	46	26,0
	2-40	4,5	3	55	0,0	2,1	2,3	7,9	29	18,7
	3-20	4,3	3	105	0,8	1,4	2,5	8,9	28	23,1
	3-40	4,8	1	66	0,0	1,3	1,5	7,1	21	19,1

⁰=antes da implantação do experimento; 1=consórcio com feijão-de-porco; 2=feijão; 3=milho;
²=camada de 0-20 cm de profundidade; 20-40 cm de profundidade.

CONCLUSÕES

Houve diferença nas propriedades químicas do solo nos três ecossistemas. O potássio foi o nutriente com maior aumento nos três ecossistemas. A saturação por bases no solo foi beneficiada nos consórcios com as leguminosas. O maior aumento da matéria orgânica do solo ocorreu no consórcio com o milho.

REFERÊNCIAS.

- BORGES, A.L.; SOUZA, L da S. REUNIÃO ACORBAT, 13, Quayaquil, Equador, 1998. *Memórias...* Quayaquil, Equador: CONABAN/ACORBAT, 1998. p.608-617.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). 1997. 212p. (EMBRAPA-CNPS. Documentos, 1).
- LIMA, M.B.; ALVES, E.J.; BORGES, A.L.; NASCIMENTO, F.H. de A. *Rev. Bras. Frutic.*, Jaboticabal, v.27, n.1, p.55-59, 2005.

¹Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Rua Embrapa, s/n – Caixa Postal 007, Cruz das Almas, 44380-000. Tel. (75) 3621-8019.

²Pesquisador aposentado da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, BA.

³Estudante do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da UFBA, Cruz das Almas, BA.

RESPUESTA DEL BANANO AL NIVEL DE HUMEDAD EN SUELOS FERRASOLES

BANANA'S RESPONSE TO MOISTURE LEVEL ON FERRASOL SOIL

Roberto Martínez Varona¹

SUMMARY: This research was carried out to determine banana's response CV. Great Dwarf to different levels of soil's moisture on Ferrasol soil. The treatments consisted of maintaining three limits of moisture; 95% of Field capacity (Fc), 85% Fc and 75% Fc. The results show that when soil's moisture keeps above 95% Fc the highest yield (63, 03 t/ha/year) is reached.

INTRODUCCIÓN

El banano es una de las principales especies vegetales cultivadas en Cuba. Su origen tropical y su constitución hacen que consuma elevados volúmenes de agua, por lo que en estas condiciones climáticas necesita del riego para lograr una producción alta y rentable. En las áreas del país con suelos Ferrasoles se producen las mayores cantidades de banano, las cuales cuentan en su mayoría con sistemas de riego. Sin embargo el no conocimiento de los elementos agronómicos indispensables para la correcta programación del riego, provoca que su explotación no sea totalmente eficiente. Con el objetivo de precisar el límite inferior de humedad más conveniente desde el punto de vista productivo, se desarrolló la presente investigación.

MATERIALES Y METODOS

El trabajo fue desarrollado en la Estación Experimental de Riego y Drenaje situada en Alquizar, provincia La Habana (Lat. 28° 46' N y Long. 82° 37' W) a 6 m SNM, sobre un suelo Ferralítico Rojo compactado, Orthic Ferrasol según clasificación FAO/UNESCO (1), con una capacidad de campo promedio en los primeros 40 cm. de profundidad de 34,1% PSS y un peso volumétrico de 1,20 g/cm³. El clima en el área se comportó acorde con las características de la región con valores de evaporación (obtenidos en el evaporímetro de tanque Clase A) que oscilaron entre 2,8 - 8,9 mm/día y lluvias totales que variaron entre 960 y 1477 mm anuales. El cultivar de banano utilizado fue el Gran Enano, de poca tolerancia a la sequía.

Los tratamientos consistieron en:

- ❖ Regar cuando la humedad del suelo descendió en los primeros 40cm de profundidad al 95% de la Capacidad de campo (CC)
- ❖ Regar cuando la humedad descendió al 85% CC/40cm.
- ❖ Regar cuando la humedad descendió al 75% CC/40cm.

Los mismos estuvieron distribuidos en un diseño RUNKER con cuatro réplicas. La agrotecnia utilizada estuvo acorde con lo planteado en el Instructivo Técnico de este cultivo (2). El momento de riego se determinó, de acuerdo con el límite inferior de humedad previsto para cada tratamiento, mediante muestras de suelo tomadas cada 10 cm. hasta una profundidad de 60 cm, con intervalo de tres días. Las muestras fueron procesadas según el método gravimétrico.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la tabla 1 donde se presentan los rendimientos obtenidos en los diferentes tratamientos se puede apreciar que en el regado al 95% CC (lo que para este suelo representa el 85% del agua útil y tensiones de 25 kPa aproximadamente, según 3) fue el que mayor rendimiento alcanzó (56,08 t/ha en el Fomento y 65,03 t/ha en la Producción) superando de forma significativa a los tratamientos regados al 85 y 75% CC.

Tabla 1. Número de riego, agua aplicada y rendimiento por tratamiento.

Tratamiento	75% CC	85% CC	95% CC
Fomento (planta madre)			
Número de riego	15	33	124
Dosis total (m ³ /ha)	5220	7420	8620
Dosis parcial (m ³ /ha)	348	225	70
Rendimiento (t/ha/año)	25.84c	44.08b	56.08a
Es±	0.56	0.82	0.60
Producción (primer retoño)			
Número de riego	13	31	95
Dosis total (m ³ /ha)	4640	6380	6610
Dosis parcial (m ³ /ha)	357	206	70
Rendimiento (t/ha/año)	39.10c	55.03b	65.03a
Es±	0.80	0.57	0.55

En este caso la variante regada al 85% CC superó al regado al 75% CC con valores que oscilaron entre 15,9-18,2 t/ha/año más. En concordancia con esto, Hegde (4) regando cuando el potencial de humedad en el suelo descendió a -25, -45, -65 y -85 kPa, obtuvo con la mayor frecuencia de riego (nivel correspondiente a -25 kPa) los más altos rendimientos y producción de materia seca.

CONCLUSIONES

Mantener altos niveles de humedad en el suelo (bajas tensiones) con riegos de alta frecuencia en el cultivo del banano, es la opción más conveniente para este cultivo desde el punto de vista productivo, bajo estas condiciones edáficas.

BIBLIOGRAFIA.

- Mesa, N. A., et al. 1992. Ciudad de la Habana: Ed. Científico Técnica, 189 p.
- Cuba, 1988. Ministerio de la Agricultura. Instructivo Técnico para el cultivo del plátano.--- La Habana: CIDA.
- Martínez, R. 1996. Trabajo de tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Ciudad de la Habana, 100 p.
- Hegde, 1989. D. M. Fruit (Paris) 44(3)135-138.

¹ Doctor en Ciencias Agrícolas. Investigador Auxiliar.
Instituto de Investigaciones en Fruticultura Tropical
Ave. 7ma n° 3005 entre 30 y 32, Playa. 11300
Ciudad de la Habana, Cuba

RESPUESTA EN DESARROLLO Y RENDIMIENTO DE BANANO (*Musa* AAA Simmonds) A LA APLICACIÓN DE CALCIO

DEVELOPMENT AND YIELD RESPONSE OF BANANAS (*Musa* AAA Simmonds) TO CALCIUM SOURCES

Luís Fernando Parra¹; Andrea Carolina Díaz¹; John Jairo Mira² &
Gerardo Cayón³

SUMMARY: Calcium availability depends of soil pH, and is reduced below 5.5. In Urabá high quantities of Ca are reported in soil test but there're not assimilable. A study was driven in Urabá Colombia, using three calcium sources to quantify responses of banana to the calcium application. An increment in growth and yield parameters was observed, the best results were obtained using $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ due to the high solubility of this fertilizer which helped in balancing the soil cations and also incremented Nitrogen use efficiency.

INTRODUCCIÓN

El Calcio (Ca) es un nutriente estructural que participa en procesos de osmoregulación, balance iónico y como mensajero secundario (Sanders *et al.*, 2002; Daniells *et al.*, 1992; Campbell & Williams, 1978). Adicionalmente, en plantas de banano da vigor al pseudotallo y aumenta la tolerancia de la planta a condiciones ambientales adversas. La disponibilidad de este elemento está determinada en gran medida por el pH del suelo, reduciéndose a valores menores de 5,5 (Marschner, 1986) y por su relación respecto a otros cationes como K y Mg. El 87% de los suelos de la zona de Urabá se encuentran clasificados dentro de algún rango de acidez de moderada a fuertemente ácidos con amplios rangos de Ca intercambiable, sin embargo el Ca que se reporta como alto no es asimilado por la planta y es común la manifestación de síntomas de deficiencia como por ejemplo la mancha de madurez (Díaz *et al.*, 2004). Buscando encontrar la razón por la cual el Ca no es asimilado en las cantidades necesarias para el óptimo desarrollo del cultivo se realizó una investigación en el eje bananero de Urabá (ubicado entre 6° 36' a 8°45' LN y 76°13' a 77°49' LW) usando nitrato de calcio ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), carbonato de calcio o cal (CaCO_3) y sulfato de calcio o yeso ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) a lo largo de dos años consecutivos para identificar la respuesta del cultivo a aplicaciones de este elemento.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para determinar la respuesta del banano a aplicaciones de Ca bajo las condiciones de cultivo de Urabá (Colombia), se realizó un estudio en tres zonas productoras del eje bananero: I Chigorodó, II Apartadó y III Turbo, en el cual se emplearon $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, CaCO_3 y $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ en plantas del cultivar Gran Enano. Se adicionaron 268 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ como CaO dentro del plan de fertilización, en el cual, solo el Ca se suplió con las diferentes fuentes. Este plan fue generado tras el correspondiente análisis químico de suelos (Tabla 1) y foliar según metodología existente (Espinosa & Mite, 2002; López & Espinosa, 1995). Se escogieron tres bloques por cada zona dividiéndolos en cuatro tratamientos así: T1 ($\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$), T2 (CaCO_3), T3 ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) y T4 (testigo fertilizado), cada bloque de 1,33 ha se tomó como una repetición, y contenía 2.594 plantas aproximadamente, de las cuales se seleccionaron aleatoriamente 12 (puyones de 1,2 m) por tratamiento para realizar el registro de las variables de crecimiento, desarrollo y producción. Al finalizar el ciclo de producción se midieron altura, perímetro del pseudotallo, área foliar de las plantas y peso, número, grosor y largo de los frutos, así como la cantidad de fruta rechazada y con mancha de madurez.

Tabla 1. pH y contenido de cationes de los tres suelos experimentales

Suelo zona	pH	Al	Ca meq 100g ⁻¹	Mg	K
I	4,8	1,7	9,7	3,6	1,0
II	4,6	3,2	11,8	5,6	0,9
III	5,1	1,4	15,3	4,7	2,5

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

¹ Estudiantes Facultad de Agronomía. Universidad Nacional De Colombia.

lfparra@unal.edu.co, andreadiazmael@gmail.com

² Director Centro de Investigaciones del banano, CENIBANANO. Conjunto mixto Los Almendros Km 4 vía Carepa-Apartadó. jmira@augura.com.co

³ Profesor asociado. Facultad de Agronomía. Universidad Nacional de Colombia. dcayons@unal.edu.co

Las plantas de banano respondieron positivamente a la fertilización con Ca aumentando el tamaño del pseudotallo, del área foliar así como calibración, peso de racimo (que aumentó 19,8% como se observa en la Figura 1) y relación caja /racimo, esto revela que el Ca que se reporta como intercambiable en los análisis de suelos no es un indicador determinante de la disponibilidad del elemento para el cultivo de banano. Adicionalmente se encontró que el Ca contenido en la fase soluble del suelo esta directamente relacionado con la solubilidad de la fuente que se emplee y a su vez ésta con la respuesta del cultivo, siendo mayor para el $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$. El mayor incremento se registró siempre en plantas tratadas con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, obteniéndose diferencias significativas respecto a los demás tratamientos, lo que indica que la mayor solubilidad de esta fuente respecto a las otras dos facilita la asimilación del Ca e incrementa la eficiencia en el uso del N.

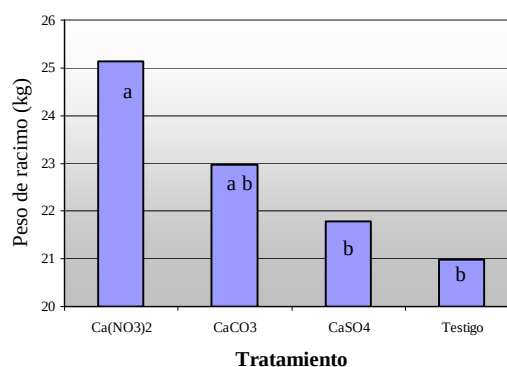


Figura 1: Peso de racimos para cada uno de los tratamientos evaluados. Barras con letra diferente indican diferencias significativas. ($\alpha = 0,05$).

El uso de CaCO_3 y $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ no reportó diferencias significativas entre sí, sin embargo el desarrollo y producción de las plantas de banano tratadas con estas fuentes mostró una tendencia a ser mayor con respecto al testigo. Esto indica que la cal y el yeso promueven un mejor desarrollo de las plantas de banano en condiciones de acidez en el suelo como las que se presentan en Urabá. Se observó que ninguno de los tratamientos, a excepción del testigo, modificó el pH del suelo. En este último se presentó disminución. Esto se puede atribuir a que la elevada pluviosidad, (3.576 mm año⁻¹ 2005) presentada en el área de investigación en el período de estudio aumentó la lixiviación de los cationes básicos. La incidencia de mancha de madurez disminuyó 46% con respecto al testigo con $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$ y fue mayor al usar cal, lo cual confirma la relación existente entre el Ca disponible y este desorden fisiológico (Campbell & Williams, 1978; Daniells *et al.*, 1992).

CONCLUSIONES

La aplicación de Ca con cualquiera de las fuentes usadas, aumentó la producción de banano con respecto al manejo convencional de las fincas. Los mejores resultados en crecimiento y producción los presentó el $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, seguido de CaCO_3 y $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ (Figura 1) El uso de $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, redujo la incidencia de la mancha de madurez en los frutos de banano.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación se realizó en el marco del convenio de cooperación YARA – Cenibanano- AUGURA.

BIBLIOGRAFÍA

- Campbell, S.J. & Williams, W.T. 1978. Austr. J. of Exp. Agric. and Animal Husb. 18: 603-608.
- Daniells, J.W., Lisle, A.T. & O'farrell, P.J. 1992. Austr. J. of Exp. Agric. 32: 121-125.
- Díaz, A.C., Cayón, D.G., y Mira, J.J. 2004. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Agronomía.
- Espinosa, J. & Mite, F. 2002. Inst. de la Potasa y el Fósforo, 48: 5.
- López, A. & Espinosa, J. 1995. Instituto de la Potasa y el Fósforo, Quito, Ecuador. 76 p.
- Marschner, H. 1986. Academic Press Inc Ltda., London. 7-73, 285-299 p.
- Sanders, D., Pelloux, J., Brownlee, C. & Harper, J.F. 2002. The Plant Cell, S401-S417.

USO DEL DRIS EN LA EVALUACIÓN DE LA FERTILIDAD DEL SUELO EN PLÁTANO HARTÓN.

DRIS USE ON HORN PLANTAIN SOIL FERTILITY EVALUATION.

Sánchez, A.¹; Rodríguez, V.¹; Rodríguez, O.¹ & Rosales, H.²

SUMMARY. The DRIS system has showed usefulness on the interpretation of leaves and soil data analysis. The determination of the yield limiting nutrients under the DRIS concept basically depends on the nutrients reference norms establishment. The soil DRIS indexes (IN-DRIS), indicate which elements in the analyzed sample ought to be applied to overcome the diagnostic detected undesirable soil condition. To evaluate the soil fertility status, there were determined norms and IN-DRIS by two methods, the Beaufils (B) original way and the Jones Standard Deviation (SD) way. The reference population taken in a Horn plantain plantation, consisted of 43 samples, at three depths on a Chama soil series, at the south of the Maracaibo lake plain (Venezuela). The norms established on the basis of the soil characteristics, the nutrient concentrations and the nutrients quotients were: 0-20 cm electric conductivity (dS/m), contents of: 0-40 cm sand (%), 21-40 cm Fe (mg/kg), 0-40 cm S (mg/kg) and the quotients: P 0-20cm/Fe 0-20cm; Mg 0-20cm/K 11-20cm; Zn 0-20cm/B 11-20cm. The Nutrient Balance Index determined through both evaluated methods showed a significant relationship with yield, relationship that could be used to evaluate the soil fertility potential in the studied area.

Keywords: Beaufils, Jones, norms, indexes, quotients.

INTRODUCCIÓN

El plátano representa uno de los renglones frutícolas más importantes en Venezuela. Sin embargo, su producción ha disminuido debido múltiples factores, entre los cuales se pueden citar los relacionados con la fertilidad del suelo. El sistema integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS), desarrollado por Beaufils (1973), ha mostrado utilidad en la interpretación de análisis químico de hoja y suelo y en la evaluación del estado nutricional del cultivo, el cual consta de un conjunto de normas establecidas a través de la media aritmética de las combinaciones binarias, cálculo de las funciones DRIS, de los índices DRIS (IN-DRIS) y del índice de balance nutricional (IBN) y una vez calibradas estas variables contra rendimiento, se emiten recomendaciones de fertilizantes. Los índices DRIS (IN-DRIS) y el IBN de suelo indican cuales elementos en la muestra pueden ser adicionados para superar la condición indeseable, detectada por el diagnóstico. Existen en la literatura dos formas de cálculo de las funciones de comparación DRIS, las fórmulas originales de Beaufils (1973) (B) y la desviación estándar de Jones (1981) (DS). Para evaluar la fertilidad del suelo en plátano Hartón se determinaron normas, IN-DRIS y IBN por los métodos B y DS.

MATERIALES Y METODOS

Población de referencia: Mediante el muestreo aleatorio estratificado, a nivel de las series de suelos Chama y Padre, del municipio Rafael Pulgar, ubicado al sur del Lago de Maracaibo del estado Zulia, Venezuela, se seleccionó la población de referencia de plátano cultivar Hartón, de bajos y altos rendimientos. Las muestras compuestas de suelo fueron tomadas en la banda de fertilización, al frente del brote lateral (hijo) a tres profundidades 0-10, 11-20 y 21-40 cm. Las muestras de suelo fueron procesadas en la Unidad de Investigación de Suelos y Nutrición Mineral de Planta, del Departamento de Química y Suelos del Decanato de Agronomía-UCLA, siguiendo la metodología establecida. Se determinó pH, conductividad eléctrica, materia orgánica, P, K, Ca, Mg, S, Fe, Mn, Zn, Cu, arena, limo y arcilla.

Determinación de las normas: La población se dividió en dos subpoblaciones, de acuerdo con el límite establecido por Rodríguez y Rodríguez (1997), en altos rendimientos (mayores o iguales a 18 kg/racimo) y bajos rendimientos (menores de 18 kg/racimo). La selección de las características y de los cocientes entre un par de nutrientes a y b, se basó en el criterio de la mayor relación de varianza (S^2), calificado estadísticamente mediante la prueba de Hartley o máxima de F, entre el grupo de baja productividad y de alto rendimiento (S^2b/S^2a) (Letzsch, 1985). **Cálculo de los índices de los nutrientes:** Para determinar los IN-DRIS se utilizaron los métodos B y DS. El primero propone una fórmula cuando el valor analítico problema (A/B) > que el valor norma (a/b) y una segunda cuando $A/B < a/b$ y como estimador de la dispersión el coeficiente de variación y el segundo utiliza una fórmula, para las dos condiciones y como estimador la desviación estándar. **Análisis de Correlación.** El análisis de correlación por método paramétrico fue realizado para comprobar estadísticamente la asociación entre índices DRIS, IBN y el rendimiento para los métodos utilizados.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores medios, coeficiente de variación y la relación de varianza de las normas DRIS derivadas de la subpoblación de plantas de altos rendimientos por profundidad de suelo, se presentan en el Cuadro 1. Se encontraron correlaciones significativas ($P < 0.01$) entre el IBN y el rendimiento para los métodos evaluados y entre contenido de arena y rendimiento para el método B.

Cuadro 1. Valores medios, coeficiente de variación y relación de varianza de las Normas DRIS derivadas de la población de altos rendimientos de Plátano Hartón

Relación	Promedio	CV	$S^2B/S^2A^{(1)}$
CE 0-20 (dS/m)	0,44	35,86	2,45**
Arena 0-40 (%)	20,07	61,84	2,17**
Fe 21-40 (mg/kg)	0,30	20,73	2,34**
S 0-40 (mg/kg)	63,15	25,42	2,60**
P 0-20/Fe 0-20	10,1	40,4	3,1**
Mg 0-20/K 11-20	2,31	23,5	6,5**
Zn 0-20/B 11-20	0,51	11,9	5,4**

⁽¹⁾Valores con doble asterisco, reportan diferencias al 1% para la prueba de Hartley.

CONCLUSIONES

Las normas y el IBN generados pueden ser utilizados para evaluar la fertilidad del suelo en el área estudiada.

REFERENCIAS.

- Beaufils, E. R. 1973. Diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Soil Science Bulletin, 1, p. 1-132.
- Jones, C. 1981. Proposed modifications o the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS) for interpreting plant analysis. Communication in Soil Science and Plant Analysis, v. 12, n. 8, p.785-794..
- Letzsch, W.S. 1985. Computer program for selection of norms for use in the diagnosis and recommendation integrated system (DRIS). Communications in Soil Science and Plant Analysis, 16 (4):339-347.
- Rodríguez, V.; Rodríguez, O. 1997. Normas foliares DRIS para el diagnóstico nutricional del plátano (*Musa* AAB subgrupo plátano cv. Hartón). Revista de la Facultad de Agronomía, LUZ, v. 14, p. 285-296

¹ UCLA Dec. Agronomía, Apdo 400. Barquisimeto. 3001. Venezuela. Tlf: +58251-2592308- Fax: +58251-2592304. e-mail: aymaras@ucla.edu.ve vianelr@ucla.edu.ve

orlandorodriguezrodriguez@gmail.com

² I.N.I.A. Subestación Chama. Edo. Zulia. Venezuela. Tlf: +58414-7565771. email: hrosales@inia.gov.ve

**FITOSSANIDADE
PLANT PROTECTION
FITOSANIDAD**

COMPARISON OF SYSTEMIC FUNGICIDES FOR THE CONTROL OF BLACK SIGATOKA IN COSTA RICA.

COMPARAÇÃO DE FUNGICIDAS SISTÊMICOS PARA O CONTROLE DA SIGATOKA NEGRA EM COSTA RICA.

John R. Washington¹ & R. Quesada²

RESUMEN. Se evaluaron diecinueve tratamientos de fungicidas sistémicos para su eficacia en reducir la necrosis causada por Sigatoka negra, utilizando puebas de "Single Leaf" en varias zonas de producción en Costa Rica. Los tratamientos evaluados incluyeron los fungicidas triazoles, strobilurinas, tridemorph, fosfito de potasio, y los nuevos fungicidas pyrimethanil y spiroxamine. Los tratamientos evaluados también se incluyeron mezclas de los fungicidas mencionados. Entre los fungicidas aplicados solos en emulsiones de aceite en agua, difenoconazole fue lo más efectivo. El fungicida tridemorph significativamente mejoró la eficacia de todos los fungicidas cuando fue combinado con ellos en mezcla de tanque. Los fungicidas pyrimethanil y spiroxamine no demostraron ningún efecto significativo sobre la enfermedad. Fosfito de potasio mejoró significativamente la eficacia de difenoconazole cuando fue combinado en mezcla de tanque. Las implicaciones para el manejo de la enfermedad son discutidos.

INTRODUCTION

Black Sigatoka has become extremely difficult to manage in Costa Rica, where *Mycosphaerella fijiensis* resistance to triazole and strobilurin fungicides has been reported (ref 1, 2) and is known to be widespread. It is important to have a practical method to routinely measure and compare the efficacy of fungicides in a given location, in order to routinely monitor their ability to suppress the disease, particularly in view of dynamic population genetics, fungicide resistance status, and climatic variations. The current study summarizes the status of comparative fungicide efficacy in Costa Rica.

MATERIAL AND METHODS

Fungicides were mixed in oil-in-water emulsions using 8 L/HA of spray oil unless otherwise stated, and applied according to their full label rates. Treatments were applied to one half of the youngest fully expanded leaf, on the upper side, in 2-meter-tall plants established from meristem transplants of 'Grand Naine'. Spray application was made using a specially designed CO₂ hand sprayer fitted with a Tee Jet TP800033 fine spray nozzle and using a spray volume of 18 L/HA at 35 psi. Tests were performed in banana production zones of Costa Rica, including Sarapiquí, Pacuare, and Guápiles. The studies were conducted during 2005 and 2006. Disease assessment was made beginning at 6 weeks following treatment application and continued until disease suppression was still evident in at least one treatment, generally up to 8-10 weeks. Statistical analysis was performed using ANOVA and GraphPad Prism v. 3.0.

RESULTS AND DISCUSSION.

In comparisons of triazole and strobilurin fungicides applied alone, difenoconazole was superior to bitertanol, tebuconazole, and to the strobilurin fungicides trifloxystrobin, azoxystrobin, and pyraclostrobin. Trifloxystrobin and pyraclostrobin were superior to azoxystrobin. The fungicides pyrimethanil and spiroxamine showed no significant activity compared to an oil-in-water emulsion applied alone. These two fungicides appear to serve no useful purpose in suppression of black Sigatoka in Costa Rica. Tridemorph significantly improved the efficacy of the triazole and strobilurin fungicides, although less so with azoxystrobin. Pyrimethanil and spiroxamine did not improve triazole or strobilurin efficacy when used in mixtures. Potassium phosphite significantly improved the efficacy of difenoconazole. Based on results of these studies, tank mixtures with tridemorph are recommended with the triazole

and strobilurin fungicides. Potassium phosphite appears to be a valuable partner in tank mixtures with difenoconazole and should be evaluated extensively in combinations with other fungicides in disease management programs.

CONCLUSIONS

Fungicide efficacy in Costa Rica is severely compromised at the present. Only a few fungicide combinations remain moderately effective in reducing disease severity as evidenced by single leaf tests in banana production zones. Mixtures of fungicides from different classes of chemistry appear to be the best alternative available to manage the disease. Phosphorous acid or its salt potassium phosphite is an economical alternative to conventional fungicides and is a valuable tank mix partner with difenoconazole.



Figure 1. Leaves treated with Sico (0.4 L/HÁ) + Calixin (0.5 L/HÁ) showing left side treated with fungicide vs right side untreated. The photograph was taken eight weeks following a single treatment application.

REFERENCES.

1. Amil, A.F. 2004. The dynamics of strobilurin (QoI) sensitivity in *Mycosphaerella fijiensis* in Costa Rica. 2. University of Reading, Ph.D. thesis.
2. FRAC working group, Banana, 2003.

¹ Tropical Plant Technologies, Ciudad Colon, Costa Rica, AP 44-6100

² Tropical Plant Technologies, Guapiles, Costa Rica, tropplanttech@yahoo.com

CONTROL DE SIGATOKA NEGRA (*Mycosphaerella fijiensis*) EN BANANO CON EL FUNGICIDA TRIFLOXISTROBIN

BLACK SIGATOKA CONTROL (*Mycosphaerella fijiensis*) IN BANANO WITH THE FUNGICIDE TRIFLOXISTROBIN

Mario Orozco-Santos¹; José Orozco-Romero¹; Elias Tapia-Ramos² & Abel Toledo-Martínez²

SUMMARY: Black sigatoka is the most important disease affecting banana crops in Mexico. The evaluation of new molecules is a priority objective to have more alternatives to its control. The effect of the fungicide Trifloxistrobin on disease control was evaluated in Banana Grand Naine in Colima, Mexico. Foliar application of Trifloxistrobin at dosages of 75.0 and 87.5 g a.i./ha had a good disease control. Also, Propiconazole (125 g a.i./ha) showed a significantly reduction of black sigatoka severity.

INTRODUCCIÓN

La sigatoka negra es la enfermedad más importante que afecta al cultivo del banano (4). En México, se encuentra presente en todas las regiones bananeras del país (6). Su manejo requiere prácticas de cultivo para reducir fuentes de inóculo y condiciones favorables para el desarrollo de la enfermedad, así como el uso frecuente de fungicidas (4,6). Su control químico está basado en la aplicación continua de fungicidas sistémicos y protectantes y. Sin embargo, la aplicación frecuente de fungicidas de acción sistémica ocasiona pérdida de sensibilidad del hongo a ciertos grupos químicos: benzimidazoles, triazoles y estrobilurinas (2,3,4). A escala comercial, los fungicidas del grupo de las estrobilurinas forman parte del programa de aplicaciones contra sigatoka negra en muchas regiones bananeras (4,6). El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el efecto del fungicida Trifloxistrobin sobre el control de la sigatoka negra en la región del trópico seco de México.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se realizó de Septiembre a Noviembre del 2005 en banano Gran Enano (subgrupo Cavendish, *Musa* AAA) en Colima, México. Se evaluó el efecto del fungicida Tega 500 SC (Trifloxistrobin: 62.5, 75.0 y 87.5 g de i.a./ha) en comparación con Tilt 250 CE (Propiconazol, 125 g i.a./ha) y un testigo sin control. Los tratamientos se aplicaron en mezcla con aceite agrícola (5 l/ha) más un emulsificante. Las aplicaciones se realizaron con una bomba de mochila motorizada. Se realizaron cinco aplicaciones con un intervalo de 10 días a partir del 2/Sep/05. Cada 10 días se evaluó la severidad de la enfermedad basada en la escala de Stover modificada por Gahul.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El efecto de la aplicación del fungicida Trifloxistrobin sobre el

control de sigatoka negra en el follaje del banano fue notorio después de los 30 días de la primera aplicación (Cuadro 1). A partir de este tiempo, los valores del promedio ponderado de infección (PPI) de la enfermedad resultaron diferentes estadísticamente entre las parcelas tratadas con cualquiera de las dosis de Trifloxistrobin en comparación a las no tratadas. El PPI, en las plantas tratadas con Trifloxistrobin fue de 0.426 a 0.124, en cambio en las del testigo fue de 0.678 a 1.600. El tratamiento de Propiconazol (125 g i.a./ha) tuvo un control similar al fungicida Trifloxistrobin. Sin embargo, en el muestreo final (3/Nov/05), se registró una tendencia en mejor control de sigatoka negra con la dosis media y alta de Trifloxistrobin (75.0 y 82.5 g) con relación al Propiconazol. Por otra parte, las aplicaciones de Trifloxistrobin registraron beneficios en el control de la enfermedad en la posición de la hoja más joven con las dosis medias y porcentaje de hojas afectadas. Asimismo, las plantas tratadas con Trifloxistrobin presentaron un mayor número de hojas funcionales con relación a las plantas testigo (Datos no presentados).

Estos resultados demuestran la efectividad biológica del Trifloxistrobin sobre *M. fijiensis*, lo cual confirma el buen control ejercido de las estrobilurinas sobre la enfermedad (5). Las estrobilurinas (también llamados Qol's) actúan en el punto de oxidación del quinol de la enzima mitocondrial citocromo b. El ligamiento de las estrobilurinas al sitio de oxidación bloquea el transporte de electrones y por consecuencia inhiben la respiración (1). Los fungicidas de este grupo registrados para banano son: Azoxystrobin, Trifloxystrobin y Pyraclostrobin. Existe resistencia cruzada entre estos fungicidas. En los últimos años, la pérdida de sensibilidad de *M. fijiensis* a fungicidas de este grupo ha sido reportada en varios países productores de bananos en América: Costa Rica, Panamá, Guatemala y Colombia (2,3). Esto hace necesario adoptar las estrategias de manejo antiresistencia establecidas por FRAC. Asimismo, el uso de Trifloxistrobin en mezcla con fungicidas como tridemorph o pyrimetanil puede coadyuvar al manejo de resistencia (7).

CONCLUSIONES

El fungicida Trifloxistrobin aplicado en dosis de 75.0 y 82.5 g de i.a./ha registró un control satisfactorio de la sigatoka negra del banano en el trópico seco de México.

BIBLIOGRAFÍA

1. Bartlett, D.W. *et al.* 2000. Pest Manag. Sci. 58:649-662.
2. Chin *et al.* 2001. Plant Disease 85:1264-1270.
3. Guzmán, M. *et al.* 2004. XVI Reunión ACORBAT 2004. Oaxaca, México. Memoria. p. 251-255.
4. Marín, D.H. *et al.*, 2003. Plant Disease 87: 208-222.
5. Orozco-Santos, M. *et al.* 2002. XV Reunión ACORBAT. Cartagena de Indias, Colombia. p. 243-248.
6. Orozco-Santos, M. *et al.* 2004. XVI Reunión ACORBAT 2004. Oaxaca, México. Publicación especial. p. 70-78.
7. www.frac.info.

Cuadro 1. Efecto de la aplicación del fungicida Trifloxistrobin sobre el promedio ponderado de infección por sigatoka negra en banano Gran Enano en Colima, México.

Tratamiento (i.a./ha)	Promedio ponderado de infección ²					
	Fechas de muestreo					
	12/Sep/05 ^y	22/Sep/05	3/Oct/05	13/Oct/05	24/Oct/05	3/Nov/05
Trifloxistrobin (62.5)	0.537 a	0.676 a	0.426 a	0.225 b	0.203 c	0.272 b
Trifloxistrobin (75.0)	0.423 a	0.573 a	0.332 a	0.167 b	0.124 c	0.137 c
Trifloxistrobin (87.5)	0.482 a	0.469 a	0.317 a	0.206 b	0.156 c	0.180 bc
Propiconazol (125)	0.410 a	0.492 a	0.362 a	0.182 b	0.326 b	0.273 b
Testigo	0.676 a	0.425 a	0.678 b	0.896 a	1.275 a	1.600 a

² = Las medias separadas con la misma letra significa que no existe diferencia significativa entre tratamientos de acuerdo a la Prueba de Tukey al 95% de probabilidad.

¹ INIFAP, Campo Experimental Tecmán. Tecmán, Colima, México. E-mail: orozco.mario@inifap.gob.mx

² Bayer CropScience S.A. de C.V. México.

DEVELOPMENT OF PCR-BASED DETECTION AND QUANTIFICATION TOOLS FOR THE SIGATOKA DISEASE COMPLEX OF BANANA.

DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTAS BASEADAS EM PCR PARA A DETECÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DE SIGATOKA EM BANANA.

Mahdi Arzanlou¹; Edwin C. A.¹; Abeln, Gert H. J. Kema²; Cees Waalwijk²;
Jean Carlier³ & Pedro W. Crous¹

SUMMARY. The Sigatoka disease complex of bananas involves three related ascomycetous fungi, viz. *Mycosphaerella fijiensis*, *M. musicola* and *M. eumusae*. The disease is mainly controlled via fungicide applications, which have severe biological, ecological and environmental drawbacks. Disease diagnosis is based on the presence of host symptoms and fruiting structures, which hamper preventive control strategies. In the present study we developed rapid and robust molecular-based diagnostic tools to facilitate the detection and quantification of *M. fijiensis*, *M. musicola* and *M. eumusae*. A TaqMan real-time PCR assay was developed based on the β -tubulin gene that could detect up to 1 pg/ μ l DNA for each *Mycosphaerella* species, and was validated using artificially inoculated banana leaves. Reproducibility of the real-time assay was confirmed using naturally infected banana leaves. Furthermore, conventional species-specific PCR primers were developed based on the actin gene that could detect up to 100, 1 and 10 pg/ μ l DNA from *M. fijiensis*, *M. musicola* and *M. eumusae*, respectively. TaqMan real-time PCR quantitative data can now be implemented in developing a chemical management system for the Sigatoka complex in banana. Moreover, TaqMan chemistry enables ecological and epidemiological studies, screening for fungicide resistance and efficacy of biological control agents, and can be utilized to support banana resistance breeding programs.

INTRODUCTION

Edible bananas are natural hybrids of *Musa acuminata* and *M. balbisiana* (Musaceae), which originated in South-East Asia. Despite being the main fruit in international trade and the most popular fruit in the world, bananas also represent a very important staple food commodity in the tropics (Marin *et al.*, 2003). Bananas are susceptible to a variety of devastating diseases, including Fusarium wilt, caused by *F. oxysporum* f.sp. *cubense*, banana bunchy top virus, and the Sigatoka disease complex. The Sigatoka disease complex of bananas involves three related ascomycetous fungi; *Mycosphaerella fijiensis* (anamorph = *Pseudocercospora fijiensis*) causes black leaf streak disease, *M. musicola* (anamorph = *Pseudocercospora musae*) responsible for (yellow) Sigatoka disease and *M. eumusae* (anamorph = *Pseudocercospora eumusae*), causes eumusae leaf spot disease. The disease represents a serious threat of banana production worldwide; it reduces the photosynthetic capacity of plants by means of necrotic leaf lesions, which results in reduced crop yield and fruit quality (Jones, 2002). Disease control of the Sigatoka complex is mainly achieved via fungicide applications. Fungicide applications are cause for great concern because of the environmental and ecological consequences, and the high percentage it represents in production costs (up to 45% in commercial plantations due to 40+ yearly applications) (Ploetz, 2000). Traditionally, diagnosis of the constituent species in the Sigatoka complex have been based on disease symptoms, which have limited diagnostic value due to their similarity, and the time from infection to symptom expression. Species of *Mycosphaerella* are distinguished based on morphological characteristics including: ascospore morphology, germination patterns, and minute differences in the morphology of their anamorphs, each of which may or may not be visible in all cases (Crous *et al.*, 2004). Once fruiting structures form in a later stage of disease development, it is too late for preventative disease control, and thus early detection is the basis for disease management.

MATERIAL AND METHODS

TaqMan primer/probe sets were designed based on partial sequences of the β -tubulin gene. One probe and primer combination was designed for *M. fijiensis* and a general probe was designed for *M. musicola* and *M. eumusae* in combination with selective primers for these two species. Both probes were labeled with 6-carboxyfluorescein (FAM) at the 5'-end and drake deep quencher dye at the 3'-end. Artificially inoculated banana leaves with each of the target species, individually or all three mixed together, using a leaf fragment assay were used to validate the TaqMan real-time assay. Naturally infected banana leaves (preserved samples) were used to verify the TaqMan reproducibility. Conventional-PCR primers were designed based on sequence data obtained from the actin gene for each of the target and other closely related species. Specificity and sensitivity of conventional primers were verified using genomic DNA from pure cultures of each of the target species and naturally infected banana leaves with the respective target species.

RESULTS AND DISCUSSION

The species-specific real-time PCR primers that we designed produced unique amplicons of 134 bp from *M. fijiensis*, 142 bp from *M. musicola*, and 134 bp from *M. eumusae*. The amplification profile of each primer-probe combination for target and non-target species showed that the combinations were specific for each of the target species. The fluorescent signal measured for non-target species, and none of the template DNA control was at base line even after 40 cycles of amplification. In contrast, the fluorescent signal measured for target species was significant after 22 cycles of amplifications. TaqMan real-time PCR assay was sensitive enough to detect up to 1 pg of DNA from each of the target species. The standard curves for each of these *Mycosphaerella* species were generated by plotting Ct values obtained from software against the log of known amounts of serially diluted DNA. A linear relationship was observed with a r^2 value of 0.99. The reproducibility of the real-time assay was confirmed by considering the three sources of variation which could affect the outcome. Both intra-assay variation and inter-assay variability had minimal effects on the reproducibility. Inter-sample variation could affect reproducibility in real-time assays, which can be compensated, to some extent, by optimal sample selection. The species-specific conventional primer pairs amplified unique DNA fragments from each of the target species. No undesired cross-reaction was observed with DNA from non-target species. Each PCR reaction was performed with a species-specific primer set in combination with a β -tubulin primer set, as positive internal control, to differentiate PCR failure from non-target species. The primer sets for *M. fijiensis*, *M. musicola* and *M. eumusae* were also tested against the naturally infected banana leaves (preserved samples) with the target species showing bands of the expected size. The sensitivity level of the *M. fijiensis* primer set was 100 pg of genomic DNA, whereas sensitivity levels of *M. musicola* and *M. eumusae* were 1 and 10 pg of genomic DNA, respectively.

CONCLUSION

Accurate detection and quantification of plant pathogens is critical to ensure appropriate disease management and quarantine decisions. The quantitative and qualitative molecular diagnostics tools developed in this study could help for better understanding and management of the Sigatoka disease complex of bananas.

REFERENCES

1. Jones, R. D. 2002. The distribution and importance of the *Mycosphaerella* leaf spot diseases of banana. Pages 25-42 in: Proceedings of 2nd international workshop on *Mycosphaerella* leaf spot disease of bananas, Costa Rica.
2. Crous, P. W., Groenewald, J. Z., Pongpanich, K., Himaman, W., Arzanlou, M., and Wingfield, M. J. 2004. Cryptic speciation and host specificity among *Mycosphaerella* spp. occurring on Australian *Acacia* species grown as exotics in the tropics. *Stud. Mycol.* 50:457-469.
3. Marin, D. H., Romero, R. A., Guzman, M., and Sutton, T. B. 2003. Black Sigatoka an increasing threat to banana cultivation. *Plant Dis.* 87:208-222.
4. Ploetz, R. 2000. Black Sigatoka. *Pestic. Outl.* 11:19-23.

¹ Centraalbureau voor Schimmelfcultures, Fungal Biodiversity Centre, Uppsalalaan 8, 3584 CT Utrecht, The Netherlands

² Plant Research International BV, P.O. Box 16, 6700 AA Wageningen, The Netherlands

³ CIRAD, Montpellier, France

EFFECTO DE VIGOR CAL PHOS™ (VCP) SOBRE EL CRECIMIENTO DE LA PLANTA Y EL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA EN BANANO: CASO CARIBANA, S.A. EN COSTA RICA.

EFFECT OF VIGOR CAL PHOS™ (VCP) ON PLANT GROWTH AND MANAGEMENT OF BLACK SIGATOKA ON BANANAS: CARIBANA, S.A., COSTA RICA CASE.

Alvaro Fournier¹; Walter Garita² & Damián Gonzalez³

SUMMARY. Looking for alternatives to promote plant growth and to mitigate the impact of black Sigatoka on bananas VCP was considered as part of the disease control program. Plants treated with VCP, as inductor, showed superior plant growth and production. VCP showed a significant contribution for a more rational usage of fungicides.

INTRODUCCION

La Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) es la enfermedad mas destructiva en banano. Además de buenas prácticas culturales, para el control de la Sigatoka negra en banano se requiere el uso de gran cantidad de fungicidas y aceite. El fenómeno de inducción de resistencia contra enfermedades e insectos ha estado bajo estudio. De manera que la próxima generación de programas de manejo incluye el uso de nutrientes para promover mecanismos de resistencia en la planta de banano que contribuyan a contrarrestar el desarrollo de la infección de la Sigatoka negra. El Vigor Cal Phos™ (VCP) es un producto nutriente (sales de fósforo y calcio) que promueve el crecimiento de la planta e induce el desarrollo de resistencia a enfermedades y plantas mas sanas. Ensayos preliminares sobre resistencia nutricionalmente inducida han mostrado que el VCP™ puede contribuir al manejo de la Sigatoka negra con aumento en rendimiento. Por lo tanto, este estudio fue conducido bajo las condiciones en dos fincas de Caribana, S.A. en Costa Rica con los siguientes objetivos:

1. Determinar la efectividad de VCP en la prevención y manejo de Sigatoka negra.
2. Determinar la efectividad de VCP sobre el crecimiento y desarrollo de la planta de banano.
3. Determinar la efectividad de VCP como alternativa al manejo basado en el uso masivo de fungicidas.

MATERIALES Y METODOS

El VCP es una formulación soluble de fosfito de calcio diseñado para vigorizar la planta contra el estrés y para manejar el proceso de infección. La incorporación de VCP en un programa de control de Sigatoka negra es una estrategia de múltiple propósito: promover el desarrollo de la planta y la producción de fruta, así como la protección de la planta para contrarrestar el estrés y la presión de la enfermedad. El VCP fue evaluado en finca Esterlina (Cantón Pocosí) y finca Uvita (Cantón Matina), provincia de Limón, Costa Rica; usando aplicación aérea en bloques replicados (~60 hectáreas por tratamiento). Los bloques tratados recibieron una aplicación de VCP (4 L/Ha) con aceite mineral (7 L/Ha) seguido por una aplicación de fungicida sistémico. Los bloques testigo recibieron el programa de fungicida en uso en la zona. El desarrollo de la planta y el nivel de infección fueron evaluados semanalmente. Para ello se tomaron al azar 10 plantas recién paridas en cada uno de 4 cables alternos en cada una de las 4 repeticiones por tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION. Los resultados del ensayo de campo en Caribana mostraron diferencias significativas en

desarrollo de la planta de banano, configuración del follaje, numero de manos por racimo y en el retorno. También hubo diferencia significativa en reducción de arpillamiento. No hubo diferencia significativa en control de Sigatoka. En finca Esterlina el efecto de VCP sobre el crecimiento fue mayor en el cultivar Williams. El porcentaje de arpillamiento se redujo ~39% en cv. Gran Nain y ~67% en cv. Williams. Se observó ~0.5 y 1.0 mano más por racimo en plantas de cv. Gran Nain y cv. Williams, respectivamente, tratadas con VCP. Los hijos de plantas tratadas con VCP fueron ~34% mas altos y ~13% mas vigorosos que aquellos de plantas que recibieron la carga completa de fungicidas. En finca Esterlina no hubo diferencia significativa en Hoja más joven con estría ni en Hoja mas joven con mancha. Esto indica que con la aplicación de VCP se puede reducir el uso masivo de fungicidas en el manejo de la Sigatoka negra. Según el último reporte de FRAC existe un serio problema de reducción en sensibilidad a la mayoría de fungicidas sistémicos en Costa Rica. Por ello, con el uso de VCP, la reducción en la carga de fungicidas contribuirá a reducir la presión de selección sobre los fungicidas sistémicos en riesgo.

Los resultados del ensayo en finca Uvita mostraron un patrón de respuesta similar al observado en finca Esterlina. El porcentaje de arpillamiento se redujo ~54% en cv. Gran Nain. Se observó ~0.65 mano mas por racimo en plantas tratadas con VCP. Los hijos de plantas tratadas con VCP fueron ~8% mas altos y ~7% mas vigorosos que aquellos de plantas que recibieron la carga completa de fungicidas. En finca Uvita no hubo diferencia significativa en Hoja más joven con estría; sin embargo, en Hoja mas joven con mancha se observo una diferencia de ~0.7 hoja. En general, las plantas tratadas con VCP mostraron un crecimiento superior y una reducción significativa en arpillamiento. Esto indica que el VCP es una alternativa viable para promover el crecimiento de la planta y la producción de fruta sin afectar el manejo de la Sigatoka negra.

Se observó una reducción significativa en la población (357 vs 9647 individuos) de *Radopholus similis* en plantas tratadas con VCP. Las plantas tratadas con VCP mostraron ~15% mas de raíces funcionales. Esto indica que con la aplicación de VCP se puede también reducir significativamente el uso masivo de nematocidas en banano.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran una significativa contribución de VCP al desarrollo de la planta y al manejo de la Sigatoka negra, como beneficios de la resistencia nutricionalmente inducida. Esto conlleva a tener mejor calidad de fruta y además con mayor vida verde.

Los resultados muestran que el uso de VCP contribuye al manejo de la Sigatoka negra y conlleva a un uso más racional y reducido de fungicidas.

El VCP es una alternativa viable a incorporar al programa de manejo de la Sigatoka negra en musáceas. El uso de VCP sería de gran valor para minimizar la presión de selección sobre los fungicidas sistémicos; y con ello retrasar el desarrollo de resistencia a los fungicidas sistémicos en riesgo.

BIBLIOGRAFIA.

1. Christianson, D. Plant Nutrients Instead of Pesticidas.
2. FRAC Proceedings. 2006. USA.
3. Jácóme, L., et al., editors. 2003. *Mycosphaerella* leaf spot diseases of bananas. INIBAP. France.
4. Jácóme, L. et al. 2004. Acobat. México.
5. Kuc, J. 1982. Induced Immunity to Plant Disease. *BioScience* 32: 854-860.

¹ Caribana, Limón, Costa Rica.

² Ganam Enterprises, Costa Rica. e-mail: wgaritaz@yahoo.es

³ Servicios Técnicos, Panamá.

EFECTO DEL CALCIO SOLUBLE EN RENDIMIENTO E INCIDENCIA DE SIGATOKA NEGRA Y MANCHA DE MADUREZ EN BANANO

EFFECT OF SOLUBLE CALCIUM ON BLACK SIGATOKA, MATURITY BRONZING AND YIELD IN BANANA CROP

Jorge García¹ & Isolina Mora²

SUMMARY: Nutritional balance plays a key role in the incidence of black sigatoka (bs) and maturity bronzing (mb), limiting factors for acquisition and maintenance of high yields in banana. A research in Urabá (Colombia) using growing calcium doses to quantify the response of banana was carried out. A tendency to reduce bs and mb was observed although there were no significance differences.

INTRODUCCIÓN

El calcio (Ca) es un nutriente con múltiples funciones dentro de la planta de banano, entre estas su participación como elemento estructural y promotor en la activación de algunas enzimas, protein-kinasas que participan en la defensa contra patógenos, dentro de las cuales la más conocida es la calmodulina, una kinasas dependiente de Ca que actúa como amplificador de señales de defensa contra patógenos, incrementando la velocidad de respuesta frente a un ataque (Marschner, 1986; Sanders *et al.*, 2002). En la región bananera de Urabá se presentan problemas en la asimilación de este nutriente por antagonismo y presencia de pH ácidos que limitan su absorción. Esto genera desbalances nutricionales que se manifiestan en patologías como la sigatoka negra y la mancha de madurez de los frutos que reducen la obtención y mantenimiento de altos rendimientos. Con el propósito de encontrar la respuesta del cultivo a estos problemas sanitarios y productivos a la aplicación de Ca se realizó una investigación en la región bananera de Urabá usando Nitrato de calcio (Nitrabor®) en tres dosis.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para observar y cuantificar la respuesta del banano a la aplicación de Ca hidrosoluble sobre el peso del racimo, incidencia de sigatoka negra y mancha de madurez se realizó un experimento entre octubre de 2003 y marzo de 2005 con plantas del cultivar Williams en la finca bananera representativa Toscana, ubicada en el municipio de Carepa-Urabá (Colombia) sobre un suelo Far, precipitación promedio de 3.000 mm año⁻¹, siguiendo un diseño BCA de tres repeticiones y cuatro tratamientos: 0, 117, 234 y 351 Kg ha⁻¹ año⁻¹ como CaO en un área de 0.33 ha por bloque. La dosis de Ca se fraccionó en nueve aplicaciones, un cuidadoso plan de fertilización formulado con base en el resultado del análisis de suelos; las unidades de los demás nutrientes se mantuvieron constantes entre tratamientos variando únicamente las cantidades de Ca soluble. Se evaluaron los porcentajes de incidencia y severidad de sigatoka negra y mancha de madurez, las variables de crecimiento y desarrollo del cultivo número de hojas por planta, altura del puyón, número de manos por racimo, calibración máxima y mínima, largo de la última mano y peso del vástago.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La aplicación de diferentes dosis de calcio no mostró diferencias estadísticas entre los tratamientos para las variables de cultivo evaluados, aunque el análisis de correlación mostró una tendencia de estos a mejorar con la mayor aplicación de calcio ($R^2=0,949$) esto indica que se podría esperar una mayor

respuesta al incrementar en un nivel la dosis de Ca aplicada. La incidencia de sigatoka negra y mancha de madurez se comportaron igual que las variables de crecimiento y desarrollo y los resultados indican que no existe una diferencia estadística pero sí una tendencia notable ha disminuir la incidencia de mancha de madurez pasando de 36,9 % en los tratamientos de 0 y 117 Kg ha⁻¹ a 31,4 % con los de 234 y 351 Kg ha⁻¹. (Figura 1). Menor grado de severidad (2,8) respecto al testigo (4,7) lo presentó el tratamiento con 351 Kg ha⁻¹ de CaO (tres bultos de Nitrabor®, mes) lo que pudo activar o incrementar una respuesta de defensa en la planta fue activada o incrementada al aumentar el nivel de Ca disponible. Con relación al peso del racimo se encontró que, aun cuando no se presentaron diferencias significativas, sí se encontró una importante tendencia a incrementarlo con las aplicaciones de 234 y 351 Kg ha⁻¹ de calcio soluble (figura 2). La diferencia de 2 Kg entre los pesos del racimo de los tratamientos representa aproximadamente 4.000 Kg anuales para una producción de 2.000 racimos por hectárea. Diferencia económica muy significativa.

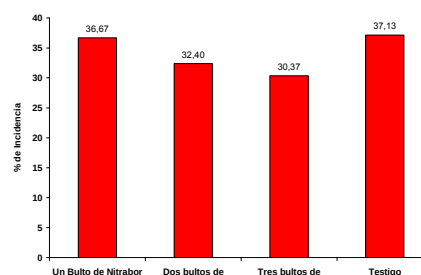


Figura 1. Porcentaje promedio de racimos con incidencia de mancha de madurez en cuatro tratamientos.

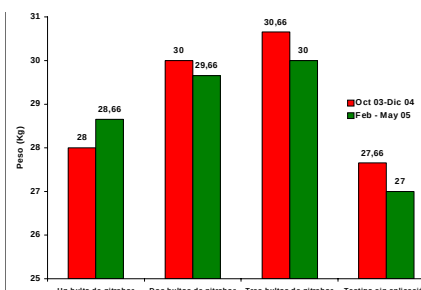


Figura 2. Peso promedio del peso de racimo (Kg) en los dos periodos de cosecha.

CONCLUSIONES

Este experimento de campo debe considerarse como una aproximación preliminar a estudios posteriores de la dinámica del calcio en el cultivo de banano.

Se podría obtener mayor producción y productividad del banano con aplicaciones balanceadas de fertilizantes.

Las aplicaciones de Ca hidrosoluble reducen los problemas sanitarios debido a que es un elemento que estimula los diferentes mecanismos de protección y reacción de las plantas contra el ataque de plagas y enfermedades.

BIBLIOGRAFÍA

1. Marschner, H. 1986. Academic Press Inc Ltda., London. 7- 73, 285-299 p.
2. Sanders, D., Pelloux, J., Brownlee, C. & Harper, J.F. 2002. The Plant Cell, S401-S417

¹ Agrólogo, IA, MSc. Gerente técnico YARA COLOMBIA LTDA. Calle 23 #16-86 Montería-Colombia. Jorge.Garcia@yara.com

² IA, Representante técnico comercial YARA COLOMBIA LTDA. Conjunto residencial Villa del Río etapa IV, casa 29. Apartadó-Colombia. Isolina.mora@yara.com

EFICIÊNCIA DE DOMARK 100 EC® E METILTIOFAN® NO CONTROLE DA SIGATOKA AMARELA EM BANANA

DOMARK 100 EC® AND METILTIOFAN® EFFICIENCY TO CONTROL OF YELLOW-SIGATOKA DISEASE IN BANANA

Marssal Guella Tamagnone¹ & Jorge Luiz Malburg²

SUMMARY: The work aims to evaluate the DOMARK 100 EC® (tetraconazol 100 g/L) and METILTIOFAN® (tiofanato-metílico 700 g/Kg) efficiency in the control of yellow-sigatoka in Garuva, SC, Brazil. The use of DOMARK 100 EC® (0.5 L/ha) and METILTIOFAN® (1.0 kg/ha) had similar effect to standard product (Tilt – 0.4L/ha) in the control of yellow-sigatoka. The use of a sequence intercalating METILTIOFAN® between two applications of DOMARK 100 EC® (D-D-M-D-D-M), provided a reduction in the number of sprays applications from 5 to 4, and can therefore be considered as an efficient and economic alternative for the control of yellow-sigatoka, as well as a fungus resistance handling strategy.

INTRODUÇÃO

Apesar da presença da sigatoka-negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) em Santa Catarina, o monitoramento da incidência da sigatoka-amarela (*Mycosphaerella musicola* Leach) e a emissão de avisos fitossanitários para seu controle constitui-se referência no combate às doenças de folhas nos bananais. O combate à sigatoka-amarela (ainda bastante evidente nos bananais) e sigatoka-negra deve ser realizado de forma integrada, através do monitoramento das doenças, da emissão de avisos para as pulverizações e da adoção de diversas práticas culturais. Considerando-se a importância da bananicultura catarinense no cenário nacional, onde o Estado é o terceiro maior produtor brasileiro (655 mil toneladas anuais e responsável por 63% das exportações brasileiras em 2004), realizou-se esse trabalho com o objetivo de avaliar a eficiência dos fungicidas DOMARK 100 EC® (tetraconazol 100 g/L) e METILTIOFAN® (tiofanato-metílico 700 g/Kg) no controle da sigatoka-amarela em Garuva, SC. Os fungicidas possuem registro junto ao Ministério da Agricultura para utilização no combate da sigatoka e constam da grade de agroquímicos das normas técnicas para a Produção Integrada de Banana (Hinz et alii, 2005).

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no período de setembro de 2005 a abril de 2006 em bananal com a cultivar Grande Naine, na comunidade de Caovi, em Garuva, SC. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento experimental de blocos casualizados com 6 tratamentos e 4 repetições. As parcelas foram constituídas de 66 plantas distribuídas em 3 linhas duplas perfazendo área de 544,5m² cada. A distribuição espacial das plantas nas parcelas foi de 4,0 m de distância entre as linhas duplas, 1,5 m dentro da linha dupla e 3,0 m entre plantas em cada linha. Na linha dupla central de cada parcela foi marcada uma planta indicadora nas quais eram feitas as avaliações semanais do monitoramento da sigatoka-amarela de acordo com o método desenvolvido por Ganry & Meyer (1972) e estudado e simplificado por Fouré (1988) e Marín & Romero (1992). Considerou-se como referência para o “start” das pulverizações o valor da soma bruta equivalente a 320 pontos/tratamento. A partir da pulverização zero, cada tratamento sofreu intervenções, individualizadas ou conjuntas, quando atingiram a pontuação de referência (320 pontos). As pulverizações foram realizadas com atomizador costal motorizado utilizando-se 20 L de calda por hectare; em todos os tratamentos foi utilizado a proporção de 5 L/ha de óleo mineral.

Foram avaliados os seguintes tratamentos: 1– DOMARK 100 EC® 1,0 L/ha (D) e METILTIOFAN® 1,0 kg/ha (M) na sequência D-D-M-D-D-M; 2– DOMARK 100 EC® 0,5 L/ha (D) e METILTIOFAN® 1,0 kg/ha (M) na sequência D-D-M-D-D-M; 3– DOMARK 100 EC® 1,0 L/ha (D) e METILTIOFAN® 1,0 kg/ha (M) na sequência D-M-D-M; 4– DOMARK 100 EC® 0,5 L/ha (D) e METILTIOFAN® 1,0 kg/ha (M) na sequência D-M-D-M; 5– DOMARK 100 EC® 0,75 L/ha (D) e METILTIOFAN® 1,0 kg/ha (M) na sequência D-D-M-D-D-M e 6 – Tilt 0,4 L/ha (padrão).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores médios de soma bruta dos tratamentos ao longo do período das avaliações, foram os seguintes: 4 – 235 pontos, com 5 pulverizações; 6 – 246,7 pontos, com 5 pulverizações; 1 – 255 pontos, com 4 pulverizações; 5 – 258,4 pontos, com 4 pulverizações; 3 – 273,4 pontos, com 5 pulverizações e 2 – 291,7 pontos, com 4 pulverizações. Os intervalos entre as pulverizações (FIG. 1), no período avaliado (setembro de 2005 a abril de 2006) foram os seguintes: Tratamento 1 – 18, 26 e 61 dias (4 pulverizações); Tratamentos 2 e 5 – 18, 54 e 40 dias (4 pulverizações); Tratamento 3 – 18, 26, 28 e 33 dias (5 pulverizações); Tratamentos 4 e 6 – 18, 26, 40 e 56 dias (5 pulverizações).

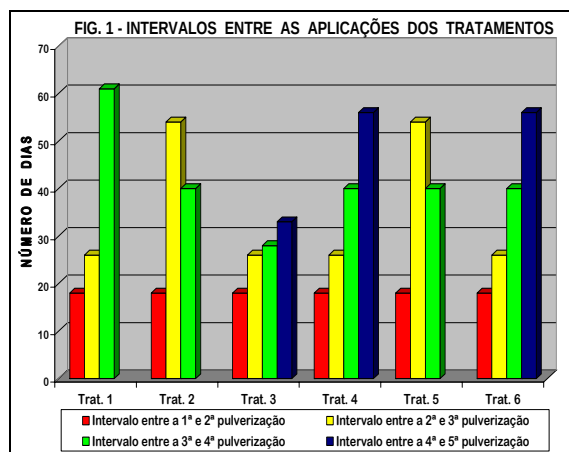


FIGURA 1 – Intervalo entre as aplicações dos tratamentos.

CONCLUSÕES

A utilização de DOMARK 100 EC® (0,5 L/ha) e METILTIOFAN® (1,0 kg/ha), tratamento 4, manifestou eficiência similar ao padrão (tratamento 6) no combate à sigatoka-amarela. A utilização da sequência intercalando o METILTIOFAN® entre duas aplicações de DOMARK 100 EC® (D-D-M-D-D-M), tratamentos 1, 2 e 5, proporcionou a redução do número de pulverizações de 5 para 4, podendo ser considerada uma alternativa eficiente e econômica para o combate à sigatoka-amarela, assim como uma estratégia de manejo à resistência do fungo (rotação de princípios ativos e modo de ação dos fungicidas).

BIBLIOGRAFIA

- FOURÉ, E. Stratégies de lutte contre la cercosporiose noire des bananiers et des plantains provoquée par *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. L'avertissement biologique au Cameroun. Evaluation des possibilités d'amélioration. Fruits, Paris, v. 43, n. 5, p. 269-274, mai, 1988.
- GANRY, J.; MEYER, J.P. La lutte contrôlée contre le cercospora aux Antilles. Bases climatiques de l'avertissement. Technique d'observation et numération de la maladie. Fruits, Paris, v. 27, n. 11, p. 767-774, nov. 1972.
- MARÍN VARGAS, D.; ROMERO CALDERÓN, R. El combate de la sigatoka negra. San José: CORBANA. Departamento de investigaciones, 1992. 21 p. (Boletín, 4)
- HINZ, R.H.; LICHTENBERG, L.A.; MALBURG, J.L.; SCHMITT, A.T.; DESCHAMPS, F.C. Normas técnicas e Documentos de Acompanhamento da Produção Integrada de Banana. Florianópolis, Epagri: 2005. p. (Epagri. N° 222).

¹ Engenheiro Agrônomo, Coordenador de Pesquisa e Desenvolvimento, Sipcam Agro S/A – marssal.tamagnone@sipcam.com.br

² Engenheiro Agrônomo, M.Sc., Pesquisador da Epagri, Estação Experimental de Itajaí, SC – malburg@epagri.rct-sc.br

HISTOLOGIA DE LA INTERACCION *Mycosphaerella fijiensis*- *Musa* AAA

HISTOLOGY OF *Mycosphaerella fijiensis*-*Musa* AAA INTERACTION.

Lilliana Hoyos-Carvajal¹; Eduardo Salazar²; José A. Arroyave³; Cristian Olaya⁴ & John Jairo Mira⁵.

SUMMARY: In order determinate histopathological aspects between *M. fijiensis* and *Musa* AAA was observed tissues of c.v. Gran Enano (susceptible), Hartón Hartón (AAB) (susceptible), Yangambi km 5 (AAA) (tolerant/resistant) and *M. balbisiana* BBB (resistente) in each stage described by Fouré, 1982, by means of scanning electronic microscopy and transmission electronic microscopy which allow describe different events at tissue and cell level.

INTRODUCCION

El estudio presentado a continuación tiene como objeto hacer observaciones de la infección de *M. fijiensis* sobre *Musa* sp. mediante microscopía electrónica de barrido (MEB) y de transmisión (MET) en los diferentes estadios de la escala de síntomas de Fouré (1982), permitiendo correlacionar con síntomas visibles el avance del hongo en los tejidos del hospedero.

MATERIALES Y METODOS

Para tal fin se emplearon tejidos plantas adultas de *Musa* AAA c.v. Gran Enano (altamente susceptible), Hartón Hartón (AAB) (susceptible), Yangambi km 5 (AAA) (tolerante/resistente) y *M. balbisiana* BBB (resistente), todas estas bajo condiciones naturales de inoculación. De estas se seccionaron porciones de tejido con presencia de cada uno de los estadios descritos por Fouré para Sigatoka negra (Fouré, 1982), o en variedades tolerantes o resistentes hasta donde se notara el avance de la enfermedad, tomando 10 repeticiones por cada uno de los tipos de síntomas.

Los tejidos fueron fijados en buffer fosfato 0.1 M pH 7.4 + glutaraldehído al 2.5%, se posijaron en tetraóxido de osmio al 1% buffer fosfato 0.1 M pH y se siguieron los protocolos descritos por Escovar y Vasseur, 1996 para realizar observaciones histológicas mediante MET y MEB

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Microscopía electrónica de barrido (MEB):

A continuación se presentan descritos en detalle los resultados para la variedad Gran Enano.

Estadio 1: Los primeros síntomas causados por la enfermedad consisten en pequeñas decoloraciones menores de 1 mm de longitud de color blanco-amarillento, solo visibles en el envés. Mediante MEB puede observarse que una vez ha llegado el patógeno ocurre una respuesta de la planta manifestada como degradación de las células subsidiarias del estoma. El periodo comprendido desde la llegada del patógeno hasta la aparición del estadio 1, entendido la manifestación inicial de síntomas se denomina *Periodo de incubación*.

Estadio 2: hay presencia de estrias de 2 a 3 mm de longitud de color café rojizo, visibles en haz y envés. Observaciones en el MEB indican que hay emisión de conidias (propágulos asexuales) y la aparición de micelio equinulado el cual puede explicar la adherencia del hongo a superficies cerosas como las hojas de *Musa*. La nueva generación de hongo con emisión de nuevo inóculo, apto para procesos de reinfección dentro y entre plantas es llamado *periodo de latencia para inóculo asexual*.

Estadio 3: La estria ha aumentado su grosor y longitud, se mantiene de color café rojizo. A nivel de superficies puede observarse que las estructuras del hongo hacen avance sobre tejidos ya degradados, posiblemente por respuestas tempranas de la planta, pero también por acción de toxinas del hongo. No se observan estructuras ya

germinadas y desarrolladas en contacto con tejidos sanos, lo cual confirma el hábito necrótrofo de este organismo.

Estadio 4: en este se observan son manchas ovales de color café en el envés y color negro en el haz, en el cual se evidencia la presencia de conidias. En la variedad Yangambi Km 5 solamente hay desarrollo hasta este estadio pero sin presencia de conidas del hongo.

Estadio 5: en el haz se presentan manchas negras rodeadas de un halo amarillento y centro semihundido. Ya se empiezan a producir ascoporas liberadas por el hongo a través de los estomas. Este estadio es llamado *periodo de latencia para inóculo sexual*.

Estadio 6: Las manchas tienen un centro hundido de color blanco grisáceo, donde pueden observarse pequeños puntos negros, cada uno de estos es un estoma infectado con abundante descarga de ascoporas y conidias, no peritecios como se suponía anteriormente; para el caso alrededor de un 98% de los estomas se halla liberando inóculo, por lo tanto hacer conteo de tales puntos negros no es un indicativo de infección, puesto que la cantidad de estomas es inherente a la variedad de la planta, lo que si puede ser es la cantidad de inóculo (conidias y ascoporas).

Microscopía electrónica de transmisión (MET):

Estadio 1: se observa una fuerte degradación de las células de los espacios aeríferos de la planta, los cuales tiene función estructural y se hallan formados por células parenquimatosas con abundantes cloroplastos. Esta lisis no necesariamente requiere presencia de estructuras del patógeno para que ocurra, lo cual puede ser un indicativo de toxinas producidas de forma muy temprana por el hongo.

Estadio 2: macroscópicamente hay presencia estrias visibles en haz y envés, mediante MET esto se explica porque hay muerte aleatoria de células en el perfil del tejido, principalmente células parenquimatosas que rodean el tejido aerífero, también hay lisis y desorganización de organelas en células del tejido de empalizada y degradación de células subepidermales de la cara adaxial. También se ha iniciado el colapso de las células de empacquetamiento del xilema, principalmente células de floema.

Estadio 3: en este estadio los espacios aeríferos han colapsado perdiendo totalmente su forma y los disturbios celulares han alcanzado cámaras subestomáticas de la cara adaxial. Observaciones ultraestructurales demuestran una degradación sistemática de las paredes celulares y desorganización de la estructura granas y tilacoides en los cloroplastos. Hay liberación de lisados observados como una sustancia electrodensa en espacios intercelulares, donde se observa abundante presencia de estructuras del hongo.

Estadio 4: Todas las capas del tejido han colapsado y se observa deterioro total de la epidermis abaxial, así mismo emergencia de estructuras asexuales por estomas. Las cámaras subestomáticas se ensanchan y se ha degradado totalmente las células subsidiarias de los estomas.

Estadio 5: En su gran mayoría los estomas ambas caras se han transformado en espermogonios (fase presexual), en estos hay emergencia de espermacios y subsecuentemente de ascoporas, las cuales se producen en estructuras o ascostromas que ocupan gran parte de lo que era tejido de la hoja principalmente células de empalizada de la cara adaxial.

Estadio 6: este tejido se halla totalmente desecado y formado de vestigios de células vegetales y estructuras del hongo; se presenta ascoporas dispersas en todo el perfil, las cuales son liberadas por los estomas tanto de haz como de envés.

M. fijiensis es un hongo necrótrofo de avance rápido en tejidos de *Musa* que de acuerdo a las reacciones histológicas de su hospedante produce toxinas desde estados iniciales de infección y cuya generación de estructuras infectivas asexuales se presenta de forma muy temprana, evidenciando su importancia como inóculo para reinfecciones en hojas o en unidades productivas.

BIBLIOGRAFIA

1. Escovar, G., Vasseur, O. 1996. Fondo Ed. Cooperativo, p.
2. Fouré E. 1982. Fruits 37:749-771.

¹ Docente Universidad del Magdalena, Investigadora Asociada AUGURA-CENIBANANO. lilliana.hoyos@unimagdalena.edu.co

² Auxiliar Proyecto Sigatoka, AUGURA-CENIBANANO.

³ Bacteriólogo, Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT.

⁴ Ing. Agrónomo, Centro Internacional de Agricultura Tropical-CIAT.

⁵ Director Proyecto Sigatoka, AUGURA-CENIBANANO.

IMPACT OF *Mycosphaerella fijiensis* TOXINS ON BANANA ANTIOXIDANT SYSTEMS

EFEITO DE TOXINAS DE *Mycosphaerella fijiensis* SOBRE OS SISTEMAS ANTIOXIDANTES EM BANANEIRAS

Jean-Pierre Busogoro¹; Oliver T.²; Leiva M. & Jijakli M. H.³

SUMMARY. *Mycosphaerella fijiensis* toxins were injected into banana leaves of varieties Grande Naine (susceptible) and Fougamou (partially resistant) and the super oxide dismutase (SOD) pattern kinetics was followed. Differences between SOD patterns of both varieties could give explanation of resistance mechanisms against Black Sigatoka disease.

RESUME. Des toxines de *Mycosphaerella fijiensis* ont été injectées dans des feuilles des variétés Grande naine (sensible) et Fougamou (partiellement résistante) et la cinétique de l'expression des super oxyde dismutases (SOD) a été suivie. Les différences dans les profils de SOD relevées entre les 2 variétés pourraient expliquer les mécanismes de résistance à la cercosporiose noire du bananier.

INTRODUCTION

The Black Leaf Streak (BLS) disease is able to develop necrotic lesions surrounded by chlorosis suggesting a possible involvement of pathogen phytotoxic compounds (Molina *et al.*, 1989, Upadhyay *et al.*, 1990). In the area of this hypothesis, different bioassays have confirmed the release of toxins in extracts of *M. fijiensis* culture filtrates. Purification of the crude extracts allowed identifying a set of phytotoxic metabolites in the pathogen culture filtrates (Stierle *et al.*, 1991). That work aimed at filling the understanding of the different factors dealing with the role of toxins in the BLS disease development and with the mechanisms of action of these metabolites. Different bioassays were developed to analyse the toxicity of *M. fijiensis* toxic compounds. In this respect, injection of *M. fijiensis* toxins gave rise to results correlated to the behaviour of banana varieties against the pathogen itself. Based on different observations performed, oxidative events related to the *M. fijiensis* toxins were suspected to induce physiological damages on banana tissues. The present experiment was undertaken to evaluate the possible interactions between *M. fijiensis* toxins and the banana antioxidant system.

MATERIALS AND METHODS

Toxin injection within banana leaves.

In each injected point, a volume of 20 µl of the toxin solution (5000 ppm) was infiltrated. Four plants of both Grande Naine and Fougamou cultivar were treated for this assay. The leaves were harvested 2, 4, 6, 8 and 48 h after injection and stored immediately at -80° C until protein extraction. For control, leaves of untreated plants of both cultivars (Fougamou and Grande Naine) were also harvested and stored at -80°C before the total proteins extraction.

Total proteins extraction.

Proteins were extracted from the leaf tissues infiltrated with toxins and stored at -80°C at different moments following the injection. The leaves were frozen in liquid nitrogen and ground to a fine powder in precooled mortars. The powder was then introduced in Eppendorf tubes (0.5g of powder per tube) and mixed with 0.5 ml of the extraction buffer. Tubes were centrifuged during 20 min at 10,000 g in cold conditions (4°C) and supernatants were then transferred to other precooled tubes and stored at -80°C. Protein quantification was performed

according to Bradford Kits (BIO-RAD) with bovine serum albumin (BSA) as standard.

Electrophoresis and SOD revelation.

A volume of 65 µl containing 120 µg of total proteins was mixed with 6.5 µl of a loading buffer and submitted to migration during 45 min at 4°C (cold room) with a current voltage of 175 V. After the electrophoresis, SOD pattern was revealed according to the modified method of Beauchamp and Fridovich (Martinez *et al.*, 2001). Spots corresponding to SOD isoforms in the gels were visualised as achromatic bands.

RESULTS AND DISCUSSION

Proteins extracted from Grande Naine leaves revealed a SOD band present in the control as well as in the extracts obtained from treated leaves harvested 2 hours after toxin injection. However, this band disappeared for the treated leaf samples harvested after 4, 6, 8 and 48h. This SOD isoform seemed then inhibited after 2 hours by toxins in Grande Naine tissues. This would suggest that impact of toxins in this susceptible genotype consists in a possible decrease of the ability to detoxify reactive oxygen species. For the Fougamou cultivar, SOD band absent in the control lane appeared since 2h following the injection. This band was also revealed for all the other treated leaf extracts (4, 6, 8 and 48h). It could be considered that injection of toxins induces a direct stimulating effect on the Fougamou SOD system.

CONCLUSION

The SOD patterns revealed differences between both cultivars after the injection of toxins. Activation of one SOD isoform after toxin treatment in the cultivar Fougamou could explain, at least in part, the partial resistance of this cultivar. On the other hand, the susceptible cultivar Grande Naine lost some SOD activity only 2 h after the treatment. This repressive effect could be considered as a possible cause of inefficacy to detoxify superoxide anion generated in the cultivar Grande Naine. These results tend to confirm an implication of *M. fijiensis* toxins as causal agents of oxidative stresses.

BIBLIOGRAPHY

1. Molina G.C. and Krausz J.P. 1989. A phytotoxic activity in extracts of broth cultures of *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis* and its use to evaluate host resistance to Black Sigatoka. Plant Disease 73: 142-144.
2. Upadhyay R.K., Strobel G.A., Coval S.J. and Clardy J. 1990. Fijinsin, the first phytotoxin from *Mycosphaerella fijiensis*, the causative agent of Black Sigatoka disease of bananas and plantains. Experientia 46: 982-984.
3. Stierle A.A., Upadhyay R., Hershenhorn J., Strobel G.A. and Molina G. 1991. The phytotoxins of *Mycosphaerella fijiensis*, the causative agent of Black Sigatoka disease of bananas and Plantains. Experientia 47: 853-859.
4. Molina G.C. and Krausz J.P. 1989. A phytotoxic activity in extracts of broth cultures of *Mycosphaerella fijiensis* var. *difformis* and its use to evaluate host resistance to Black Sigatoka. Plant Disease 73: 142-144.
5. Martinez A.C., Loureiro M.E., Oliva M.A. and Maestri M., 2001. Differential responses of superoxide dismutase in freezing resistant *Solanum curtilobum* and freezing sensitive *Solanum tuberosum* subjected to oxidative and water stress. Plant Science, 160: 505-515.

¹ Professor assistant, Plant Pathology Unit, Gembloux Agricultural University

² Assistant, Plant Pathology Unit, Gembloux Agricultural University

³ Professor, Director of the Plant Pathology Unit, Gembloux Agricultural University

PERFIL FITOPATOLOGICO DE LAS MUSACEAS EN VENEZUELA: Breve analisis, año 2006.

PHYTOPATHOLOGICAL PROFILE OF MUSACEAS IN VENEZUELA: Brief analisis, 2006.

Gustavo Martínez Solorzano¹; Dorian Rodríguez²; Renato Crozoli³; Rafael Pargas & Edwuar Manzanilla

SUMMARY: The principal axes of the production of musáceas in Venezuela are banana and plantain, being considered to be the topocho (Bluggoe) with little importance. The aim of this work was to give to know the principal problems fitopatológicos of interest, which these cultures affect, in Venezuela.

INTRODUCCION

En Venezuela, la principal producción de musáceas esta representada por banano y plátano, mientras que el topocho (Bluggoe) solo tiene importancia en la región de los llanos. Estos cultivos están sujetos al ataque de plagas y enfermedades, por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue dar a conocer los clones de importancia en Venezuela, y los principales problemas fitopatológicos de interés en el territorio nacional.

MATERIALES Y METODOS

Se compilo información en los laboratorios de fitopatología y plagas de varias instituciones, y se realizo visita y recorrido en diferentes regiones del país. Se analizaron datos climatológicos de los últimos 10 años.

RESULTADOS Y DUSCUSION

Los clones de importancia en Venezuela están representados por: Plátano Hartón Gigante (*Musa* AAB), Banano subgrupo Cavendish (*Musa* AAA) con sus variantes Williams, Pineo Gigante y Brasilero, entre otros; cambur Manzano o Silk (*Musa* AAB), topocho Criollo (*Musa* ABB). En altitudes superiores a 800 msnm, se observan otros clones como plátano dominico (*Musa* AAB), banano Criollo y Lacatan (*Musa* AAA), utilizados como sombra del cultivo café, y producidos como sustento familiar. A continuación se describen los problemas fitopatológicos en el país, en orden de importancia.

1.- Sigatoka Negra: Necrosis foliar severa en plantas de plátano y banano, con acentuada reducción de actividad fotosintética y disminución de la producción y calidad del producto final. Causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis*, y catalogada como una de las más destructivas en el mundo. Se reporta por primera vez en Venezuela en 1991, representando actualmente el principal problema fitosanitario. Su control origino incremento en los costos de producción de 40%. (4). Actualmente presente en todo el territorio nacional, y su agresividad, guarda estrecha relación con las condiciones climáticas existente en cada zona. Se observa mayor severidad en zonas plataneras y bananeras por excelencia donde la precipitación es mayor de 1500 mm/año, humedad relativa de 80 a 82%, y temperatura promedio 28 °C. (4).

2.- Mal de Panamá: Causada por el hongo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Es considerada gran amenaza para la industria bananera a nivel mundial, al igual que la anterior. La raza 1 de este patógeno, fue la responsable de originar crisis en el mercado internacional del banano, dominado por el clon Gros Michel hasta finales de la década del 50, al diezmar totalmente su producción. En Venezuela, se ha notado alta incidencia de esta enfermedad, en sistema de producción de cambur Manzano (Silk), a finales de la década de los 90 en la zona sur del lago de Maracaibo. Recientes estudios indican su distribución en la zona baja del estado Trujillo, en los llanos occidentales, Aragua y estados Orientales, representando su diseminación, un peligro potencial, así como su incidencia en otros clones, tal como se ha evidenciado la raza 2 en el cultivo de topocho (Rodríguez) (3,7).

3.- Picudo o Gorgojo negro (*Cosmopolita sordidus*): Coleóptero, de amplia distribución en todo el territorio nacional. Ataca el cultivo de plátano y banano. La población estará en función de la edad del cultivo, condiciones del suelo, entre otras. Su control en Venezuela esta basada en el uso en gran medida de Furadan, considerado de alta residualidad y extremadamente toxico. El control cultural, es el

único medio disponible para pequeños productores, y puede ir acompañado del uso de controladores biológicos, sin embargo, no se ha valorado totalmente su uso entre los productores.

4.- Sigatoka amarilla: Causada por el hongo *Mycosphaerella musicola*. Al igual que sigatoka negra, origina necrosis foliar en plantas de banano y rara vez, pero no descartable en plantas de plátano. Su incidencia y severidad se observa marcadamente en el estado Aragua, donde existe precipitación cercana a 1000 mm/año, humedad relativa cercana a 74%, y altas temperaturas, lo cual favorece la existencia de alta presión de inoculo, que logra dominar la población de sigatoka negra. Puede estar presentes en la zona sur del lago, pero con poblaciones inferiores a sigatoka negra, quien domina todo el estrato en la actualidad.

4.- Hereque o Moko: Reporta en el país desde 1923, y es causada por la bacteria *Ralstonia solanacearum* raza 2. Observada en clones de topocho criollo, cambur manzano y poco frecuente en plátano. Su incidencia no es notable en escala, a diferencia de las anteriores, pudiéndose encontrar en cualquier parte del país, sobre todo en sitios con problemas de drenaje. Aun cuando es catalogada como una enfermedad grave en muchos países tropicales y subtropicales, afortunadamente en Venezuela, no representa tal amenaza, sin que ello implique ignorar su peligro potencial (5).

5.- Pudrición del pseudotallo: Causada por la bacteria *Erwinia caratovora*. Se reportan severos ataques en plantaciones comerciales de plátano y banano, en la zona sur del lago de Maracaibo (5) y recientemente en Barinas. Su incidencia y agresividad esta condicionada a factores de temperatura, humedad relativa, precipitación, y a la alternancia de periodos alargados de sequía y de lluvias. De igual manera, se ha observado en plantas de Topocho.

6.- Nematodos: Se observa que los nematodos *Radopholus similis*, *Helicotylenchus multicinctus*, *Meloidogyne* spp., y *Pratylenchus* spp. *H. multicinctus* constituye una limitante del cultivo del banano (*Musa* AAA) en el estado Aragua, junto a *Meloidogyne incognita*. Quizás *H. multicinctus* sea la especie más difundida en este cultivo en Venezuela. *Pratylenchus* spp. es muy común en los estados Centro occidentales y, con relación a *R. similis*, a diferencia de otros países productores, las poblaciones detectadas son generalmente bajas tanto en banano como en plátano, con excepción de muestras provenientes de plátano del estado Barinas. Estudios recientes confirman asociación *Meloidogyne* sp. y *Fusarium* en cambur manzano (1).

7.- Virus: Se indica presencia Clorosis infecciosa o mosaico del pepino (CMV), sus reportes son esporádicos y nunca es señalado como epidemia de gran importancia en Venezuela. En menor cuantía (casos aislados), se ha observado presencia del banana Streak Virus (BSV), en banano Cavendish. Fue reportado por primera vez en el país en 1995 (2), y hasta la fecha no se reporta con incidencia económica en los cultivos.

8.- Otros: Pudrición del corno causada por *Erwinia* sp, con pocos reportes (casos aislados). Mancha cordana (*Cordana musae*), sin daños con trascendencia económica. Otras plagas áfidos, cortadores (gusanos), mosca Blanca, arañas rojas,

Investigación generada: Los tópicos de investigación en Venezuela están orientados hacia biología, epidemiología, evaluación germoplasma, control químico, preaviso biológico, resistencia fungicidas, eficiencia prácticas culturales, arreglos espaciales. Instituciones involucradas: INIA, CIPLAT (Centro Internacional Platano), UCLA, UCV, UNET (Univ. Experiment Tachira), entre otras.

BIBLIOGRAFIA

1. Crozzoli, R. 2002. Interciencia 27:354-364.
2. Jones D.1995.INFOMUSA 4:13-14
3. Guedez, C. Rodríguez, D. 2004.. Fitopatol. Venez. 17:26-28
4. Martínez G, Hernández J, Aponte A.2000. FONAIAP. Serie C. 48. 50 pgs.
5. Ordosgoitti A. 1999. FONAIAP.Serie B. 71 pgs.
7. Rodríguez, D. 2000.. Fitopatolo. Venez. 13:22-24.

¹ Instituto Nacional Investigación Agrícola (INIA-CENIAP)

² Universidad Centro-Occidental Lisandro Alvarado (UCLA)

³ Universidad Central De Venezuela (UCV)

PRELIMINARY RESULTS OF SENSITIVITY MONITORING FOLLOWING MULTIPLE APPLICATIONS OF TWO NEW FUNGICIDES

RESULTADOS PRELIMINARES DO MONITORAMENTO DA SENSIBILIDADE APÓS MÚLTIPLAS APLICAÇÕES DE DOIS NOVOS FUNGICIDAS

Pete Davies¹; Roberto Gonzalez² & MONRERI S.A.³

RESUMEN: Se evaluó la sensibilidad de la spiroxamina y el pyrimetanil en un ensayo iniciado en el 2004 donde se evaluaron tres tratamientos: 1) 12 aplicaciones Impulse. 2) 6 aplicaciones de Impulse y 6 Siganex. 3) 12 aplicaciones de Siganex. Los tres tratamientos se incluyeron en un programa comercial. Las aplicaciones se realizaron utilizando una bomba de motor calibrada para aplicar 23 l/ha (7l/ha de Spraytex mas emulsificante). Los monitoreos de sensibilidad a spiroxamina y pyrimetanil se realizaron cada 3 meses. La variación en sensibilidad obtenida en los monitoreos para el Impulse y Siganex estuvo dentro del rango establecido en el estudio de baseline.

INTRODUCTION

Mycosphaerella fijiensis (Black Sigatoka) is the most important foliar disease of bananas. It has a high reproduction rate and dispersal capacity with both conidia and ascospores (Fullerton, R., 1994). Sigatoka control is based mainly on fungicide use; however the pathogen has been able to develop resistance to many of the commonly used fungicides. Recently some new molecules in chemical classes¹ novel to Sigatoka control have been introduced onto the market. Impulse (spiroxamine), a spiroketal-amine and Siganex (pyrimethanil), a member of the anilino-pyrimidine chemical class. These molecules are new tools for management of Black Sigatoka.

In order to evaluate the practical resistance risk of its new molecules and to support field recommendations, in 2004 Bayer CropScience began a field experiment with Impulse and Siganex with multiple applications.

MATERIALS AND METHODS

A field trial was established in November 2003 at the facilities of *Monreri* in La Rita Guapiles in Costa Rica, three experimental plots were established.

Each plot was 20m by 20m, banana plants variety Cavendish Grand Naine were used. Border rows between treatments were planted with *Musa textilis* a banana species tolerant to black Sigatoka.

Each plot was applied with the experimental programme detailed below alternated with normal commercial applications of established fungicides from different chemical classes and different modes of action. (Detailed application schedule for each plot will be given as appendix in final presentation):

Plot 1: 12 applications of Impulse

Plot 2: 6 applications of Impulse and 6 applications of Siganex

Plot 3: 12 applications of Siganex.

Applications were made using mist blower sprayers, the total mix volume per application was 23 l/ha. All treatments were applied in tank mix with Spraytex oil (7L/ha) and NP-7 emulsifier (1%).

Baseline studies to establish the sensitivity of the experimental active ingredients were made prior to this experiment. The establishment of baselines and subsequent sensitivity monitoring was conducted by Monreri S.A.

Sensitivity to the experimental chemicals was tested using the ascospore germ tube elongation method; four or five

concentrations of pyrimethanil were used in the preliminary trials ranging from 0.005 to 100 ppm. Sixty ascospores were measured for the untreated check and for 10 and 30 ppm concentrations of pyrimethanil and thirty ascospores were measured for the rest of the concentrations.

Test concentrations for spiroxamine ranged from 0.03 to 1.0 ppm. Sixty ascospores were measured for the check and the 0.1 ppm concentration and thirty ascospores for the rest of the concentrations

RESULTS

Variation to the inhibition of germ tube elongation occurred throughout the experimental programme for the various actives used. LD 50 values for spiroxamine and pyrimethanil (table 1 and 2) were always within the normal range exhibited in baseline studies.

Table 1. LD₅₀ values for **pyrimethanil** throughout the programme

TREATMENT	OCT-04	JAN-05	APR-05	JULY-05	OCT-05
12 Impulse	19.0	16.0	17.0	6.0	25.0
6 Imp.- 6 Siganex	17.0	18.0	20.0	5.0	7.5
12 Siganex	16.0	15.0	18.0	10.0	6.0

Table 2. LD₅₀ values for spiroxamine throughout the programme

TREATMENT	OCT-04	JAN-05	APR-05	JULY-05	OCT-05
12 Impulse	0.34	0.73	0.12	0.45	0.23
6 Imp.- 6 Siganex	0.10	0.80	0.27	0.60	0.13
12 Siganex	0.15	0.82	0.22	0.55	0.15

CONCLUSIONS

Variation in sensitivity to Impulse and Siganex were always within the range demonstrated previously in baseline studies. So far there has been no shift towards a less sensitive population.

Other molecules included in the programme also showed values of sensitivity in line with those expected from data previously seen in Costa Rica in former years, without a shift in sensitivity.

BIBLIOGRAPHY

1. FULLERTON, R. 1994. Sigatoka leaf Diseases. Pages 12-14 In: Compendium of Tropical Fruit diseases.

¹Bayer CropScience. Agronomic development-product development manager Fungicides.

²Bayer CropScience, FFB, Technical Manager

³Monreri S.A. Investigaciones agrícolas

SITUAÇÃO DA SIGATOKA NEGRA EM BANANEIRAS NO ESTADO DO PARANÁ

SITUATION OF BLACK SIGATOKA ON *Musa* spp. IN THE PARANÁ STATE, BRAZIL

Adriano Munhoz Pereira¹; Roberto Tomaz²; Nelso Eijtsi Kanda¹; Paulo Gatti Paiva¹ & César Augusto Pian¹

SUMMARY: Black Sigatoka, caused by *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, is the most important disease of bananas (*Musa* spp.). In Brazil, was first discovered in 1998 in the North Region. In July of 2004, was detected in banana orchards of São Paulo State and Paraná State. In the same year, the Paraná Secretary of Agriculture (Seab/PR) started a survey to know about the situation of Black Sigatoka in the State. Two hundred and forty four samples of banana leaves, from different regions of the State, were taken to phytosanitary diagnosis. Fungus characteristics were observed on optical microscope. *M. fijiensis* was present on 237 samples, from 117 cities.

INTRODUÇÃO

A bananeira está entre as principais plantas frutíferas cultivadas no Estado do Paraná (PR). Ocupa 9,3 mil hectares, concentrados principalmente em municípios da região litorânea, onde ocorre em duas situações distintas: no litoral norte, em sistemas de produção pouco desenvolvidos e, no litoral sul, em sistemas mais intensivos. Nas regiões Norte e Oeste do Estado, tradicionais no cultivo de grãos, o cultivo da bananeira está em crescimento, como uma opção de diversificação da produção agrícola. As principais cultivares plantadas são pertencentes ao subgrupo Cavendish (Nanica, Nanicao e Grand Naine), porém são cultivadas também bananeiras do subgrupo Prata, banana Ouro, entre outras. A produção paranaense, em 2004, foi de 188,4 mil toneladas. Dentre os fatores que afetam negativamente a produção está a doença foliar conhecida como sigatoka negra, causada pelo fungo *M. fijiensis* que, nas cultivares suscetíveis como as acima citadas, pode causar perdas de até 100%, se medidas fitossanitárias não foram adotadas. No Brasil, a doença foi detectada pela primeira vez em 1998, no Estado do Amazonas, disseminando-se posteriormente para outras regiões. Em julho de 2004, foi detectada no Paraná. A Secretaria da Agricultura do Paraná – SEAB, através da Divisão de Defesa Sanitária Vegetal – DDSV, realizou levantamento com o objetivo de verificar a situação da doença no PR.

MATERIAL E MÉTODOS

De julho a novembro de 2004, 244 amostras de folhas de bananeiras, das cultivares Nanica, Nanicao, Grand Naine, Maçã e Prata, foram coletadas por Engenheiros Agrônomos do Departamento de Fiscalização e Defesa Agropecuária (Defis), da Seab/PR. Nas regiões produtoras, as coletas foram feitas em pomares comerciais de banana, enquanto que nas demais regiões em plantas de pomares domésticos. As amostras, armazenadas em sacos plásticos e devidamente identificadas, foram encaminhadas ao Centro de Diagnóstico Marcos Enrietti (CDME-SEAB), para diagnóstico fitossanitário. Em laboratório no exame de sintomatologia macroscópico, as amostras de folhas mostraram manchas com pequenas pontuações claras, algumas progredindo para estrias marrons, atingindo de 2 a 3 mm de comprimento e outras manchas com necrose em forma de estrias deprimidas marrom escura a negra, geralmente, com halo amarelo. O exame microscópico de sintomatologia em microscópio estereomicroscópio, com preparo de laminas, foi suficiente para identificar o agente causal. Na identificação, todo material foi levado ao microscópio ótico (50X), utilizando o corante lactofenol, que revelou a presença de conídios do fungo *Paracercospora fijiensis* (Morelet) (Deighton), forma anamórfica de *Mycosphaerella fijiensis* Morelet. Foram observadas características típicas, como a cicatriz na base dos conídios (hilo basal), conídios afilados a partir da base, eretos ou ligeiramente curvos, com septos variando de 1 a 8, e conidióforos isolados ou em pequenos grupos que surgem na face abaxial da folha. O isolamento foi realizado através de câmara úmida, onde os cortes de folhas foram lavados em hipoclorito de sódio, por 2

minutos e acondicionados em gerbox, com três folhas de papel filtro umedecido. Foi usada estufa BDO, com fotoperíodo de 12 horas de luz por 12 horas de escuro, a 27°C. Os corpos de frutificação de *Paracercospora fijiensis*, na forma de conidióforos e conídios, se evidenciaram após 80 a 100 horas de incubação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Das 244 amostras analisadas, constatou-se a presença de *M. fijiensis* em 237 (97%). Inicialmente, dos 118 municípios envolvidos no levantamento, apenas nas amostras de Guaratuba não foi constatada a doença, talvez por tratar-se de região onde os bananeais são frequentemente tratados com fungicidas para sigatoka amarela. Entretanto, em período posterior ao levantamento, *M. fijiensis* foi constatada em amostras oriundas do município. Os municípios onde *M. fijiensis* foi detectada são: Alto Paraná, Altônia, Alvorada do Sul, Amaporã, Andirá, Antonina, Apucarana, Arapongas, Assis Chateaubriand, Barbosa Ferraz, Barra do Jacaré, Bela Vista do Paraíso, Cafeara, Cambará, Cambé, Campina da Lagoa, Campina Grande do Sul, Campo Mourão, Cândói, Capanema, Carlópolis, Cascavel, Centenário do Sul, Cerro Azul, Chopinzinho, Cornélio Procopio, Cruzeiro do Iguaçu, Cruzeiro do Sul, Diamante do Norte, Entre Rios do Oeste, Florestópolis, Formosa do Oeste, Foz do Iguaçu, Foz do Jordão, Francisco Beltrão, Guaira, Guairacá, Guaraci, Guaraqueçaba, Guaratuba, Ibioporã, Inajá, Iracem do Oeste, Iretama, Itaipulândia, Itambaracá, Itauna do Sul, Jacarezinho, Jaguapitã, Japira, Jardim Olinda, Jejuíta, Joaquim Tavora, Loanda, Londrina, Lupionópolis, Mal Cândido Rondon, Maria Helena, Marilena, Maripá, Medianeira, Mercedes, Miraselva, Missal, Nova Aurora, Nova Londrina, Nova Santa Rosa, Ouro Verde do Oeste, Palotina, Paranaipoema, Paranaíba, Pato Bragado, Pato Branco, Peabiru, Pitangueira, Planaltina do Paraná, Planalto, Pontal do Paraná, Porecatu, Porto Rico, Prado Ferreira, Primeiro de Maio, Quarto Centenário, Quatiguá, Quatro Pontes, Realeza, Ribeirão Claro, Rio Branco do Sul, Rolândia, Santa Cruz do Monte Castelo, Santa Helena, Santa Izabel do Ivaí, Santa Mariana, Santana do Itararé, Santo Antonio da Platina, Santo Antonio do Caiuá, São João do Caiuá, São Jorge do Oeste, São José do Patrocínio, São José da Boa Vista, São José das Palmeiras, São José dos Pinhais, São Miguel do Iguaçu, São Pedro do Iguaçu, São Pedro do Ivaí, Saudade do Iguaçu, Sertaneja, Sertãozinho, Sulina, Tamarana, Terra Rica, Terra Roxa, Toledo, Tomazina, Tupãssi, Umuarama, Wenceslau Braz. Constatou-se, também, que *M. fijiensis* ocorre associada à *M. muscicola*, a qual ainda é predominante nos bananeais do Estado. A ampla disseminação da doença no Estado reflete a quantidade e facilidade de disseminação de esporos de *M. fijiensis*, associada à longevidade destes, quando aderidos aos diferentes materiais usados nas caixas de embalagem, veículos, roupas de pessoas envolvidas na produção, e às folhas e cascas da fruta, o que dificultou, conseqüentemente, o estabelecimento e a adoção de barreiras fitossanitárias efetivas à introdução da doença em áreas ainda indenidas.

CONCLUSÃO

A sigatoka negra está disseminada nos municípios do Paraná e está associada à sigatoka amarela. O monitoramento da doença está sendo feito nas principais regiões produtoras, envolvendo técnicos da pesquisa, defesa sanitária vegetal, assistência técnica e produtores.

REFERÊNCIAS.

1. CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P.; FILHO, P. E. M. 2004. In: Borges, A. L. & Souza, L. S. (eds.), *O cultivo da Bananeira*. Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura, p. 146-182.
2. Ferrari, J.T.; Nogueira, E.M.C.; Gasparotto, L.; Hanada R.E.; Loureiro, I. M. 2005. Arq. Inst. Biol., São Paulo, V.72, N.1, P.133-13.
3. Ferrari, J.T.; Tomaz, R.; Harakawa, R.; & Nogueira, E. M. de C. 31(102). 2005. (Resumo).
4. Hanada, R. E.; Gasparotto, L.; Pereira, J.C.R. 2002. Fitopatologia Brasileira, 27 (4).
5. Miranda, M.; Andrade, P.; Christoforo, P.R.; Costa, J.C.; Dietrichfield, D.; Gusi, L.D.; Ikeda, P.; Maccari, Jr., A.; Miranda, G. M.; Rampazzo, E. F. 1997. In: Seminário Nacional Sobre Prospecção Tecnológica, Brasília, DF, 1997. Anais...Brasília, EMBRAPA/CNPQ, p.74-75.

^{1,2} Departamento de Fiscalização e Defesa Agropecuária - DEFIS

¹Centro de Diagnóstico Marcos Enrietti - CDME/DEFIS/Seab

²Divisão de Defesa Sanitária Vegetal - DDSV/DEFIS/Seab

E-mail: amunhozp@seab.pr.gov.br

EFFECTO DE VIGOR CAL PHOS™ (VCP) SOBRE EL CRECIMIENTO DE LA PLANTA Y EL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA EN BANANO: CASO SAN ANTONIO EN COSTA RICA.

EFFECT OF VIGOR CAL PHOS™ (VCP) ON PLANT GROWTH AND BLACK SIGATOKA MANAGEMENT: SAN ANTONIO, COSTA RICA CASE.

Luis Araya¹; Luis Sánchez²; Walter Garita³ & Damián González⁴

SUMMARY. Induction of resistance to activate banana plant's resistance mechanism can lead to reduced pathogenicity and less pesticide use against Black Sigatoka. Plants treated with VCP, as inductor, showed superior plant growth and production. VCP showed a significant contribution for better management of Sigatoka disease and more rational usage of fungicides.

INTRODUCCION

La Sigatoka Negra es la enfermedad más destructiva y costosa en banano. El manejo y control de la Sigatoka Negra requiere el uso masivo de fungicidas. Sin embargo, el último reporte de FRAC indica una alta reducción de sensibilidad a la mayoría de los fungicidas sistémicos en Costa Rica. La inducción de resistencia en plantas como banano para activar su mecanismo de resistencia conlleva a menor patogenicidad y menos uso de pesticidas. El Vigor Cal Phos™ (VCP) es un producto nutriente (sales de fósforo y calcio) que promueve el crecimiento de la planta e induce el desarrollo de resistencia a enfermedades. Ensayos preliminares sobre resistencia nutricionalmente inducida han mostrado que el VCP™ puede contribuir al manejo de la Sigatoka negra con aumento en rendimiento. Además, las plantas tratadas con VCP muestran menos efecto de "stress" ("arrepollamiento") así como diferencias significativas en varios indicadores de crecimiento y producción. Por lo tanto, este estudio de campo fue conducido bajo las condiciones en finca San Antonio en Costa Rica para evaluar el potencial de Vigor Cal Phos (VCP) como inductor de acuerdo a los siguientes objetivos:

- Determinar la efectividad de VCP en la prevención y manejo de Sigatoka negra.
- Determinar la efectividad de VCP sobre el crecimiento y desarrollo de la planta de banano.
- Determinar la efectividad de VCP como alternativa al manejo basado en el uso masivo de fungicidas.

MATERIALES Y METODOS

Ca y P son nutrientes esenciales para que la planta tenga la habilidad de resistir el establecimiento de una enfermedad. El VCP es una formulación soluble de fosfito de calcio diseñado para vigorizar la planta contra el estrés y para manejar el proceso de infección. La incorporación de VCP en un programa de control de Sigatoka negra es una estrategia de múltiple propósito: promover el desarrollo de la planta y la producción de fruta, así como la protección de la planta para contrarrestar el estrés y la presión de la enfermedad. El VCP fue evaluado bajo las condiciones en finca San Antonio (Cantón Sarapiquí), provincia de Heredia, Costa Rica; con una precipitación de ~4500 mm y temperatura media de ~26 C. El VCP fue aplicado mensualmente en forma aérea sobre bloques replicados. Los bloques tratados recibieron una aplicación mensual de VCP (4 L/Ha) con aceite mineral (7 L/Ha) en sustitución de una aplicación de fungicida protectante dentro del programa de control basado en fungicidas. Los bloques testigo recibieron el

programa de fungicida en uso en la zona. El desarrollo de la planta y el nivel de infección fueron evaluados semanalmente. Para ello se tomaron al azar 15-20 plantas recién paridas en cada uno de 4 cables alternos en cada una de las 4 repeticiones por tratamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del ensayo de campo en finca San Antonio mostraron diferencias significativas en los diferentes indicadores de crecimiento de la planta de banano, número de manos por racimo, peso del racimo y en el retorno. La aplicación foliar de VCP suple calcio y fósforo donde realmente se necesita, con un consecuente efecto generacional o acumulativo sobre el crecimiento de la planta, la producción de fruta y el manejo de la enfermedad. Se observó diferencia significativa en reducción de arrepollamiento. Se observó ~0.7 hoja funcional más en plantas tratadas con VCP; cuyas hojas eran más verdes. El porcentaje de arrepollamiento se redujo ~59-63% en plantas tratadas con VCP. Se observó ~1.0 mano mas por racimo en plantas tratadas con VCP. Se observó ~1.7-2.5 kg más de fruta y con mejor ratio de cajas por racimo en plantas tratadas con VCP. Los hijos de plantas tratadas con VCP fueron más altos y más vigorosos que aquellos de plantas que recibieron la carga completa de fungicidas. Los resultados del ensayo en finca San Antonio mostraron menor infección en el caso de VCP, como lo indican los valores más altos (~1 y 1.3 hoja mas) de YLS (hoja más joven con mancha) y YLI (Hoja mas joven con infección), respectivamente. Esto indica que el VCP es una alternativa viable para promover el crecimiento de la planta y la producción de fruta sin afectar el manejo de la Sigatoka negra. Ello conlleva a reducir el uso masivo de fungicidas en el manejo de la Sigatoka negra.

CONCLUSIONES

Los resultados muestran que el VCP provee una excelente oportunidad para mejorar la capacidad fotosintética de la planta. Esto conlleva a tener mejor calidad de fruta y además con mayor vida verde.

Los resultados muestran que el uso de VCP contribuye al manejo de la Sigatoka negra y conlleva a un uso más racional y reducido de fungicidas en la industria bananera. De manera que la próxima generación de programas de manejo incluye el uso de nutrientes (VCP) para promover mecanismos de resistencia en la planta de banano que contribuyan a contrarrestar el desarrollo de la infección de la Sigatoka negra. El VCP es una alternativa viable a incorporar al programa de manejo de la Sigatoka negra en musáceas. El uso de VCP sería de gran valor para minimizar la presión de selección sobre los fungicidas sistémicos; y con ello retrasar el desarrollo de resistencia a los fungicidas sistémicos en riesgo.

BIBLIOGRAFIA.

1. Biggs, A.R. et al. 1997. Plant Digest. 81: 399-403.
2. Christianson, D. Plant Nutrients Instead of Pesticides. FRAC Proceedings. 2006. USA.
3. Jácome, L., et al., editors. 2003. *Mycosphaerella* leaf spot diseases of bananas. INIBAP. France.
4. Jácome, L. et al. 2004. Acorbat. México.
5. Kuc, J. 1982. Induced Immunity to Plant Disease. BioScience 32: 854-860.
6. Stover, R.H. and Simmonds, N.W. 1987. Bananas. Tropical Agriculture Series.

¹ El Colono, Costa Rica.

² Finca San Antonio, Costa Rica

³ Ganam Enterprises, Costa Rica. e-mail: wgaritaz@yahoo.es

⁴ Servicios Técnicos, Panamá.

EFFECT OF VIGOR CAL PHOS™ (VCP) ON MITIGATION OF BLACK SIGATOKA DISEASE ON BANANAS: PHILIPPINES CASE.

EFEITO DE VIGOR CAL PHOS™ (VCP) NA MITIGAÇÃO DA SIGATOKA NEGRA EM BANANEIRAS: O CASO DAS FILIPINAS.

Juanito Sangalang¹, Norma Yamuyam² & Mike Utley³.

RESUMEN. El manejo y control de la Sigatoka Negra en banano requiere el uso masivo de fungicidas. La inducción de resistencia a enfermedades en la planta de banano conllevaría a menor uso de pesticidas. El uso de VCP permitió la reducción de 50 % en fungicidas, sin afectar el control de la Sigatoka.

INTRODUCTION

Nowadays, Black Sigatoka disease (*Mycosphaerella fijiensis*) is the most destructive threat for bananas in the tropics. Fungicides and oil, in addition to good cultural practices, are required to control the Black Sigatoka disease. However, resistance build up by the fungus to the systemic fungicides currently used is growing at an alarming rate. On the other hand, induction of resistance against diseases and insects has been researched for some time. The next generation program is to nutritionally increase the banana plant's resistance mechanism to withstand Black Sigatoka infection. VCP is a nutrient product (phosphorus salts of Calcium) conducive to plant growth and inducing plant resistance; thus healthier plants. Adding VCP into the Sigatoka control program affords a multiple purpose strategy: enhance plant development and production as well as plant protection to overcome stress and disease pressure. Preliminary trials on Nutritionally Induced Resistance have shown that VCP™ can assist in Black Sigatoka management with increased yields elsewhere. Thus, this semi-commercial field trial was conducted under the conditions of The Philippines, where rainfall is very high, to test the following objectives:

To determine VCP effectiveness on preventing or managing Black Sigatoka under Philippines conditions.

To determine VCP effectiveness on enhancing banana plant growth.

To determine VCP effectiveness to reduce the systemic fungicide currently used by fifty percent.

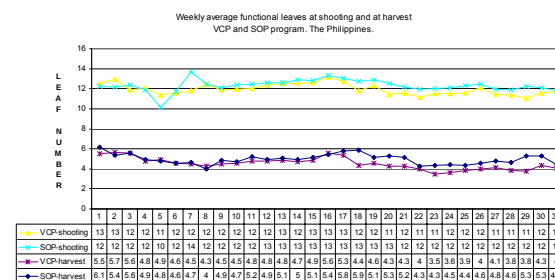
MATERIALS AND METHODS

Ca and P are critical for the plant natural ability to resist establishment of disease. VCP is a soluble calcium phosphite designed to invigorate the plant to counter stress and manage infection. VCP was tested in The Philippines in replicated blocks using aerial application, for about eight months (July 2005 - February 2006). Treated blocks received VCP (4 L/Ha) every other application in rotation with systemic and protectant fungicides; allowing for a 50 % reduction of fungicide usage. Control blocks received the standard fungicide regime used in the area. Plant growth and disease rating were conducted weekly during the season. Fifteen to twenty recently shot plants and plants with 10 week-old fruit, VCP-treated and -untreated, were randomly selected in each replication per treatment.

RESULTS AND DISCUSSION

Results from the field trial The Philippines showed significant differences on plant growth and ratooning. In general, there was not significant difference on total number of leaves at flowering. However, VCP-treated plats showed a gain of ~0.9 of a leaf on functional leaves at flowering and ~0.4 of a leaf in plants with 10

week-old fruit. VCP-treated plants showed a significant reduction in choking of ~73 %. So far, VCP-treated plants showed ~1.6 kg more on bunch weight. It means a superior box/stem ratio and increased fruit production. It indicates that using VCP is a viable strategy for enhancing plant growth and production as well as for improving disease management.



Results from the field trial in The Philippines showed no significant difference on YLS (Youngest Leaf Spotted) at flowering and on functional leaves in plants with 70-days old fruit. However, the leaf loss rate was slower in plants from the VCP-treated area, mainly due to lower disease severity. It indicates that using VCP can successfully reduce fungicide usage by 50 % without decreasing the fungicide program ability to effectively control Black Sigatoka. Thus, VCP usage will also allow for an extended interval between systemic fungicide applications and a reduction of selection pressure over the fungus. Therefore, VCP will contribute to minimize and slow fungus resistance build up to fungicides. It represents a good opportunity for a better and more rational fungicide management on bananas.

CONCLUSIONS

Results showed a significant contribution of VCP to plant development and Black Sigatoka disease management, as benefits of nutritionally induced resistance.

Results show that the use of VCP can enhance disease management when sprayed in rotation with fungicides. Thus, the amount of fungicide used can be reduced and more rationally managed.

VCP is a viable alternative in a Sigatoka control program. It could be of great value to minimize the selection pressure over the systemic fungicides, thus delaying the development of resistance to them.

BIBLIOGRAPHY.

1. Christianson, D. Plant Nutrients Instead of Pesticides. FRAC Proceedings. 2006. USA.
2. Jácome, L. and Cubero, H. 2004. Acorbat. Mexico.
3. Jácome, L., et al., editors. 2003. *Mycosphaerella* leaf spot diseases of bananas. INIBAP. France.
4. Jácome, L. et al. 2004. Acorbat. Mexico.
5. Kuc, J. 1982. Induced Immunity to Plant Disease. BioScience 32: 854-860.

¹ Marsmam D. A. Group, Philippines. e-mail: jbs@marsmandrysdale.com

² Marsmam D. A. Group, Philippines.

³ Marsmam D. A. Group, Philippines.

EFFECT OF VIGOR CAL PHOS™ (VCP) ON PLANT GROWTH AND MITIGATION OF BLACK SIGATOKA ON BANANAS: COLOMBIA CASE.

EFEECTO DE VIGOR CAL PHOS™ (VCP) SOBRE EL DESARROLLO DE LA PLANTA Y EL MANEJO DE LA SIGATOKA NEGRA EN BANANO: CASO COLOMBIA.

Luis H. Jácome¹; Rafael Soffia²; Ignacio Jiménez³ & Damián González⁴

RESUMEN. El manejo de la Sigatoka Negra requiere el uso masivo de fungicidas. La inducción de mecanismos de resistencia en la planta de banano conllevaría a menor patogenicidad y menor uso de pesticidas. Plantas tratadas con VCP, como inductor, mostraron diferencias significativas en crecimiento, producción y manejo de Sigatoka Negra.

INTRODUCTION

Black Sigatoka (*Mycosphaerella fijiensis*) is the most destructive disease on bananas, pathologically and economically – reducing yields by up to 75%. In addition to good cultural practices, current Black Sigatoka disease control on bananas requires a large usage of fungicides, most of them with high risk for fungal insensitivity. Last report by FRAC indicates that in Colombia the Sigatoka fungus shows reduced sensitivity to some systemic fungicides (Triazoles, Benzimidazoles y Strobilurines). Induction of resistance against diseases and insects has been researched for some time. The next generation program is to nutritionally increase the banana plant's resistance mechanism to withstand Black Sigatoka infection. Vigor Cal Phos™ (VCP) is a nutrient product (phosphorus salts of Calcium) conducive to plant growth and inducing plant resistance; thus healthier plants. Preliminary trials on Nutritionally Induced Resistance have shown that VCP™ can assist in Black Sigatoka management with increased yields. Thus, this field trial was conducted under Colombian conditions to fulfill the following objectives:

1. To determine VCP effectiveness on enhancing banana plant growth and fruit production.
2. To determine VCP effectiveness on preventing or managing Black Sigatoka.
3. To determine VCP effectiveness as an alternative to fungicide management.

MATERIALS AND METHODS

VCP is a soluble calcium phosphite designed to invigorate the plant to counter stress and manage infection. Several approaches for using VCP, in rotation and/or combination with fungicides, have shown a great potential for managing Black Sigatoka disease. In this study, VCP was tested using aerial application in a replicated block trial under the field conditions of three distinct zones in Urabá, Colombia. Sigatoka in Cativos farm (northern area), Jacaranda farm (central area), and Romeral farm (southern area) is characterized by a lower, intermediate and higher level of disease aggressiveness, respectively. Treated blocks received VCP (4 L/Ha) followed by 2-3 applications of systemic fungicides during the rainy season and full rotation during the dry season. Control blocks received the standard fungicide regime used in the area. Standard farm practices were implemented in both areas. Fifteen to twenty recently shot plants, VCP treated and untreated, were randomly selected from each of three separated, alternated cables per replication per treatment. Bi-weekly disease assessment and bi-monthly plant growth measurements were conducted. Foliar and fruit production analyses were also conducted. Data was analyzed using Minitab Statistical Software.

RESULTS AND DISCUSSION

Nowadays, *Mycosphaerella* leaf spot is still one of the most important disease complexes limiting banana and plantain production. Alternative approaches, like Nutritionally Induced Resistance, are a must to minimize the devastating effects of the disease and the yield suppressing effects from continuous fungicide usage. Results from this study indicated that VCP-treated plants showed significantly less choking and superior plant growth and foliar tissue quality leading to an improved ratooning rate and increased fruit production. In general, significant differences on leaf structure (thicker, wider and larger), plant growth (faster leaf emission, less choking, less wind shearing, higher ratooning), and production (more hands, better quality, higher bunch weight) were observed on the VCP-treated blocks. The phenology of the banana plant has a great contribution on the development of the Sigatoka epidemics. VCP-treated plants showed no significant difference in YLI (Youngest Leaf with Infection), YLS (Youngest Leaf Spotted), disease severity and functional leaves at flowering and in plants with 49- and 70-days old fruit, respectively, when compared to the fungicide-treated ones. Therefore, using VCP can successfully reduce fungicide usage without decreasing the fungicide program ability to effectively control Black Sigatoka. It indicates that using VCP is a viable strategy for enhancing plant growth and production as well as for improving disease management.

Such categorical response to VCP usage will also allow for an extended interval between systemic fungicide applications and a reduction of selection pressure over the fungus. Thus, VCP will contribute to minimize and slow fungus resistance build up to fungicides. It represents a good opportunity for a better and more rational fungicide management on bananas.

CONCLUSIONS

Adding VCP into the Sigatoka control program complies with a multiple purpose strategy: enhance plant development and production as well as plant protection to overcome stress and disease pressure.

Results showed a significant contribution of VCP to plant development and Black Sigatoka disease management, as benefits of nutritionally induced resistance; which could lead to improved fruit production and quality.

Results show that the use of VCP can enhance disease management when sprayed in rotation with fungicides. Thus, the amount of fungicide used can be reduced and more rationally managed.

VCP is a viable alternative in a Sigatoka control program. It could be of a paramount importance as part of an anti-resistance strategy for delaying the development of resistance to at risk systemic fungicides.

BIBLIOGRAPHY.

1. Biggs, A.R. et al. 1997. Plant Digest. 81: 399-403.
2. Christianson, D. Plant Nutrients Instead of Pesticides.
3. FRAC Proceedings. 2006. USA.
4. Heldt, H. W. 1997. Plant Biochemistry and molecular biology. Oxford University Press. 225 p.
5. Jácome, L., et al., editors. 2003. *Mycosphaerella* leaf spot diseases of bananas. INIBAP. France.
6. Jácome, L. et al. 2004. Acorbat. Mexico.
7. Kuc, J. 1982. BioScience 32: 854-860.
8. Marschner, H. 1988. In "Mineral Nutrition in Higher Plants". pp 369-390. Academic Press Inc.
9. Palta, J. P. 1996. HortScience 31(1): 51-57.
10. Stover, R.H. and Simmonds, N.W. 1987. Bananas. Tropical Agriculture Series.

¹ Pathotec, S.A. La Lima, Honduras. e-mail: lhjcome@infovia.hn.

² Proban, S.A. Urabá, Colombia.

³ Sanvel, S.A. Urabá, Colombia.

⁴ Servicios Técnicos, Panamá.

RISK ASSESSMENT OF SPREADING BANANA STREAK VIRUS (BSV) THROUGH *IN VITRO* CULTURE

EVALUATION DU RISQUE DE DIFFUSION DU VIRUS DE LA MOSAÏQUE EN TIRES DU BANANIER (BSV) PAR LA CULTURE *IN VITRO*

Michel Folliot¹; Serge Galzi^{1,2}; Nathalie Laboureau^{1,2}; Marie-Line Iskra-Caruaana²; Pierre-Yves Teycheney³ & François Côte¹

RÉSUMÉ: La culture *in vitro* constitue un des principaux stress activateurs des séquences endogènes infectieuses du virus de la mosaïque en tirets du bananier (BSV) présentes dans le génome *Musa balbisiana*. L'expression de ces séquences conduit à la présence de particules virales infectieuses de BSV. Des recherches ont donc été conduites afin d'évaluer le risque de diffusion du BSV lié à la multiplication de masse par culture *in vitro* de germplasm *Musa* contenant le génome *M. balbisiana*.

INTRODUCTION

Banana streak virus (BSV) infections cause characteristic chlorotic and necrotic leaf streak symptoms, with highly susceptible banana cultivars developing more severe symptoms, such as pseudostem splitting, eventually leading to the death of infected plants [1]. Although originally not considered an economically important virus, BSV has raised strong concern over the past 15 years due to an increasing record of infections among new banana and plantain breeding lines and micropropagated hybrids. Interspecific *Musa acuminata* x *Musa balbisiana* genotypes, including a number of newly created hybrids, showed a tendency to produce BSV-infected propagules from virus-free source plants propagated by tissue culture. Following the discovery of BSV endogenous pararetrovirus (EPRV) sequences integrated into the *Musa balbisiana* genome [2, 3], *in vitro* multiplication was shown to be one of the main abiotic stresses triggering the production of episomal infectious particles of BSV in inter-specific banana hybrids, through the activation of infectious BSV EPRVs [4]. Nevertheless, mass production of vitroplantlets remains the most widely used method for diffusing wild *Musa* cultivars or new improved hybrid species. Therefore, there is a need to evaluate the effects of *in vitro* culture on the activation of BSV EPRVs and to assess the risk of spreading BSV through the diffusion of micropropagated banana plants. It is of particular relevance to check (i) whether BSV EPRV activation occurs through *in vitro* culture in inter-specific hybrid species and wild edible cultivars alike and (ii) whether a correlation exists between the duration of *in vitro* subculture steps and the percentage of plantlets exhibiting BSV episomal particles.

MATERIAL & METHODS

Virus-free suckers from two natural triploid plantains (AAB) - Kelong Mekintu (KM) and Black Penkelon (PK)- and the tetraploid hybrid (AAAB) - CRBP 39 were mass propagated using standard *in vitro* budding methods. During the successive multiplication subcultures, at least 40 shoots were randomly picked and screened by immunocapture PCR (IC-PCR) for the presence of episomal BSV particles, using a polyclonal antiserum [5] and BSV species specific primers [6, 7].

RESULTS & DISCUSSION

BSV episomal particles were detected during *in vitro* culture in both natural plantains and CRBP39 hybrid, with BSOEV being

the predominantly detected BSV species. Both natural plantains and CRBP39 displayed similar patterns of activation. Percentages of plantlets indexed positive for BSOEV rapidly increased after the first subculture cycles. Depending on cultivars, maximum percentages of BSOEV positive plantlets ranged between 10 % and 20 % and were reached for TPS (total produced shoots) values comprised between 800 and 2000. Following this increase step, a steady state phase was observed. Then the percentage of BSOEV positive plantlets decreased for the three cultivars studied when increasing the number of subcultures. This was especially striking for CRBP 39 hybrid, for which values of zero (i.e below the sensitivity threshold of detection tests) were reached from TPS values of 4000 onwards. This phenomenon could result from the additional effects of (i) BSV-EPRV activation by *in vitro* culture, (ii) replication of BSV arising from BSV EPRV activation and (iii) a well known dilution effect resulting from cellular multiplication being faster than viral replication during *in vitro* culture.

Further work showed that plantlets in which no episomal BSV could be detected did not lose their ability to produce infectious BSV particles when subjected to abiotic stress, though.

CONCLUSIONS

Our work shows that created inter-specific hybrid species and wild edible cultivars are equally prone to BSV EPRV activation by *in vitro* culture. Therefore, mass propagation of interspecific hybrids harboring the *M. balbisiana* genome has the potential to promote the diffusion of BSV. This work also demonstrates that a correlation exists between the duration of *in vitro* subculture steps and the percentage of plantlets exhibiting BSV episomal particles.

REFERENCES

1. Lockhart, B.E.L. & Jones, D.R. 2000. *Banana streak virus*. In Diseases of banana, abaca and enset, D.R. Jones ed., CABI publishing. 2005.
2. Harper, G., Osuji, J. O., Heslop-Harrison, J. S., Hull, R., 1999a. Integration of *Banana streak badnavirus* into the *Musa* genome: molecular and cytogenetic evidence. *Virology* 255, 207-213.
3. Ndwora, T.C., Dahal, G., Lafleur, D., Harper, G., Hull, R., Olszewski, N.E., Lockhart, B.E.L., 1999. Evidence that badnavirus infection in *Musa* can originate from integrated pararetroviral sequences. *Virology* 255, 214-220.
4. Dallot, S., Acuna, P., Rivera, C., Ramirez, P., Côte, F., Lockhart, B.E.L., Caruana, M.L., 2001. Evidence that the proliferation stage of micropropagation procedure is determinant in the expression of *Banana streak virus* integrated into the genome of FHIA 21 hybrid (*Musa* AAAB). *Arch. Virol.* 146, 2179-2190.
5. Ndwora, T., Lockhart, B.E.L., 2000. Development of a serological assay detecting serologically diverse *Banana streak virus* isolates. *Acta Horticult.* 540, 377-388.
6. Geering, A.D.W., McMichael, L.A., Dietzgen, R.G., and Thomas, J.E., 2000. Genetic diversity among *Banana streak virus* isolates from Australia. *Phytopathology* 90, 921-927.
7. Le Provost, G., Acina, I., Iskra-Caruana, M.-L. And Teycheney, P.-Y. (2006). Improved detection of episomal *Banana streak viruses* by multiplex immunocapture. *J. Virol. Meth.* (in press).

¹ CIRAD UPR26, TA50/PS4, Boulevard de la Lironde, F-34398 Montpellier cedex 5, France - francois.cote@cirad.fr -

² CIRAD/UMR BGPI, TA 41/K, Campus International de Baillarguet, F-34398 Montpellier cedex 5, France -

³ CIRAD-UPR75, Station de Neufchâteau, Sainte- Marie, F-97130 Capesterre Belle Eau, Guadeloupe -

EVALUACIÓN DE LA ENFERMEDAD DE MOKO SEGÚN UN ÍNDICE DE RIESGO EN DIEZ FINCAS DE BANANO, EN URABÁ COLOMBIA

MOKO DISEASE EVALUATION USING RISK INDEX IN TEN BANANAS FARMS, IN URABA COLOMBIA

Oscar Munar Vivas¹ & Dario Castañeda Sánchez²

SUMMARY: We evaluate an index risk to monitoring the moko disease (*Ralstonia solanacearum*, race 2) in three periods (Sept-Nov and Dec-Feb; march – may) in ten bananas farms. Spatial distribution of disease was too evaluated, associating roads bands which it's used to transport banana fruits from plantation to processing site and drainage channels whit sites disease. The index was sensible to detect the change showed. Increasing values it's very possible by deficient methods of management and active dispersion agents. The principal distributor agents was the man, based on high relation whit roads bands showed.

INTRODUCCIÓN

El Moko tiene como agente causal la bacteria *Ralstonia solanacearum* raza 2, la cual es una constante amenaza tanto para los cultivos de Musáceas de exportación de la zona del Caribe Colombiano, como para los de consumo interno de la zona cafetera central (Merchán 1998). Aunque la enfermedad de Moko se ha monitoreado según el número de focos afectados, esta forma no es recomendable porque no refleja el estado real ni el riesgo que representa según la distribución. En área, el promedio de destrucción histórico estimado por año en la zona bananera de Urabá es de 16.5ha para un total de 611ha en 33 años, evidencia de la capacidad destructiva y del impacto económico que tiene la enfermedad. Un índice más preciso para la evaluación del riesgo que puede presentar la enfermedad de moko para una finca bananera en un momento determinado, es estimado con base en el producto de las relaciones entre el área infectada / área total y entre los lotes infectados / lotes totales (Castañeda y Espinosa 2005). La evaluación de este índice en 10 fincas de banano fue el objetivo central del presente trabajo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se efectuó en la zona bananera de la región de Urabá Colombia, la cual comprende parte de los municipios de Apartadó, Carepa, Chigorodó y Turbo, ubicados al noroccidente del departamento de Antioquia. El trabajo consistió en la selección de 10 fincas con la presencia de la enfermedad de Moko. Con la ayuda de un GPS, se efectuó el levantamiento planimétrico tanto del perímetro de la finca como de los focos, canales primarios y secundarios de drenajes y cable vías por donde se transporta la fruta de banano. El índice de riesgo se obtuvo aplicando la siguiente expresión:

$$IR = \frac{Ae}{At} \times \frac{Li}{Lt}, \text{ donde:}$$

Donde, IR: índice de riesgo; Ae: área enferma; At: área total de la finca; Li: lotes infectados; y Lt: lotes totales de la finca.

Se efectuaron evaluaciones cada 15 días durante 9 meses (Septiembre de 2005 a Mayo de 2006), en cada una estas se identificó y levantó las áreas nuevas afectadas por la enfermedad. La distribución espacial se estudio con la ayuda de un SIG comercial (Arview 3.1), el comportamiento temporal se efectuó por intervalos de tres meses, agrupando las áreas aparecidas durante cada uno de estos periodos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la región de Urabá el índice promedio estimado para el año 2004 fue de 0.006, aunque este no se estimó para el 2005, todo indica que esta en aumento, dado los nuevos casos encontrados en las fincas evaluadas. Durante el primer intervalo, en tres fincas el valor del IR supera el promedio de la zona, dos tienen un valor equivalente y las cinco fincas restantes están por debajo. En el segundo intervalo de evaluación, el IR aumento en siete fincas como resultado del incremento tanto en área como de lotes nuevos que antes no tenían la presencia de la enfermedad (ver tabla 1). Durante el tercer intervalo en las fincas más afectadas se recuperaron áreas

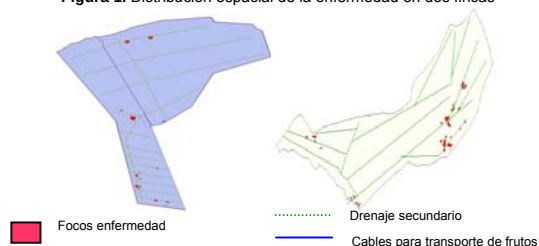
de hasta 2,1ha para ser nuevamente sembradas; por consiguiente el IR aunque alto disminuyó comparativamente a los periodos anteriores, contrastando con aquellas p.ej. la finca Girasoles en donde el índice creció aceleradamente iniciando en 0,0015 en el intervalo uno hasta llegar a 0,0110 en el intervalo tres. En este tercer intervalo de evaluación en cinco fincas se elevó el IR, en tres este disminuyó y en dos se mantuvo constante. Así mismo el promedio del IR en la zona se mantuvo por encima del promedio de la zona. El IR esta mostrando ser bastante sensible para monitorear el avance de la enfermedad dentro de las plantaciones bananeras. Aumentos dentro de un mismo lote probablemente esta indicando que el agente dispersor de la enfermedad esta controlado o no está actuando, indicando muy posiblemente fallas en las medidas de manejo. En las fincas donde se encontraron lotes nuevos afectados los valores de IR aumentan a una tasa mayor, indicando posiblemente que el agente dispersor de la enfermedad esta activo y no ha sido controlado. En algunas fincas se encontró aumento de área enferma tanto dentro de lotes previamente afectados como en lotes nuevos.

Tabla 1. Índice de riesgo para la enfermedad de moko durante tres trimestres (I1: Sep-Nov, I2: Dic- Feb, I3 Mar - May), en diez fincas.

Finca	Localización	Área fincas (Hectáreas)	i1	i2	i3
Samarkanda	N 8°00'259" W 76°42'752"	89.5798	0.0013	0.0010	0.0012
Las Dunas	N 7°56'373 W 76°39'819"	53.6740	0.0007	0.0009	0.0022
Ukrania	N 7°56'749" W 76°40'897"	94.0000	0.0056	0.0056	0.0056
Al Este del Edén	N 7°50'102" W 76°40'026"	87.1560	0.0526	0.0577	0.0496
Marruecos	N 7°49'109" W 76°42'820"	46.4900	0.0132	0.0166	0.0059
Araguatos I	N 7°47'099" W 76°43'867"	49.3310	0.0010	0.0026	0.0033
El Rincón	N 7°46'587" W 76°42'539"	228.5809	0.0010	0.0014	0.0021
La Apartada	N 7°42'539" W 76°42'442"	60.0000	0.0046	0.0046	0.0046
Manauere	N 7°41'990" W 76°44'630"	48.6650	0.0023	0.0027	0.0039
Girasoles	N 7°39'910" W 76°44'154"	38.1310	0.0015	0.0020	0.0110
Promedio por periodo			0.0084	0.0095	0.0090
Promedio zona				0.0060	

Respecto a la distribución espacial de la enfermedad se encontró alta asociación de los focos con los cable vías usados para el transporte de fruta y no con los canales de drenaje. Los cable vías son el medio de comunicación de los lotes con la empacadora a través, de los cuales se movilizan insumos y personal con las herramientas para la ejecución de todas las labores en los diferentes lotes. Para las 10 fincas evaluadas, se encontró que el principal agente dispersor de la enfermedad son los operarios (ver figura 1). Adicionalmente, se puede también concluir que factores como insectos, animales y el agua, tienen en este caso, baja incidencia en la dispersión.

Figura 1. Distribución espacial de la enfermedad en dos fincas



Se concluye que la enfermedad de Moko está incrementándose en las fincas estudiadas, siendo la principal causa las deficiencias en las medidas de manejo y cuyo principal agente dispersor es el hombre.

BIBLIOGRAFÍA

- Merchán, V. M. 1998. Memorias Seminario internacional sobre producción de plátano. Armenia, Quindío, Colombia. P. 177- 191.
- Castañeda D. y A. Espinosa. 2005. C. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*. Medellín, Colombia. 58 (1): 2587-2599.

¹ Universidad Nacional de Colombia, Sede Bogotá. omunary@gmail.com

² Cenibanano. Carepa, Antioquia, Colombia. dacastanedas@gmail.com

COMPORTAMIENTO DE *Colaspis submetallica* Y ESTRATEGIAS DE MANEJO EN BANANO, EN URABÁ COLOMBIA

Colaspis submetallica BEHAVIOR AND MANAGEMENT STRATEGIES IN BANANAS IN URABÁ COLOMBIA

Juan David Carmona¹; Paola Andrea Rodríguez-Gaviria¹ & Rodrigo Vergara Ruiz.

SUMMARY: *Colaspis submetallica*, causes a cosmetic damage in banana. Conventional control measure is the protection of the bunch with a Chlorpyrifos impregnated bag. Other alternatives of biological control with entomopathogens fungi and garlic-pepper extract were tested obtaining reduction in the damage compared with conventional control.

INTRODUCCIÓN

El daño causado por *Colaspis submetallica* (Coleoptera: Chrysomelidae) sobre el fruto de banano durante sus tres primeras semanas de emisión, es causa de su rechazo para la exportación (1). Existe un área en la zona norte de la región de Urabá, donde se presentan grandes pérdidas de fruta debido al daño causado por este insecto, sin que las medidas tradicionales de control sean efectivas (bolsa de polietileno impregnada con el insecticida clorpirifos). El uso de este insecticida es cuestionado por la posible disminución de su capacidad de repelencia hacia la plaga y por sus efectos nocivos sobre la salud de humanos y en el ambiente. La implementación de un manejo integrado de la plaga con hongos entomopatógenos y extractos naturales es una útil y económica herramienta para reducir las pérdidas de fruta ocasionadas por el insecto. El presente trabajo evaluó el efecto del control biológico con hongos entomopatógenos y el extracto ajo - ají sobre *Colaspis submetallica*, cuantificando el daño en el racimo en fincas con alta incidencia de la plaga.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló entre los meses de septiembre de 2004 y julio de 2005, en cuatro fincas comerciales de la zona norte de Urabá con reportes de altas pérdidas de fruta por daño del insecto. Para la cuantificación inicial del daño se realizó la medición de los focos afectados en cada una de las fincas, sitios en los cuales realizó un muestreo semanal de la población para identificar su comportamiento en el tiempo. Para la aplicación de los tratamientos se ubicaron 24 parcelas de 1250m², en cada finca, sobre las cuales se distribuyeron al azar 4 tratamientos los cuales consistieron en la aplicación de formulaciones comerciales de *Beauveria bassiana*, *Metharhizium anisopliae* a una dosis de 300gr pc.Ha⁻¹ y de extracto ajo-ají a una dosis de 5cc pc.L⁻¹, dirigidas a la hoja bandera y a las hojas 1 y 2. Se realizaron dos aplicaciones, la primera en el mes de febrero y la segunda a finales del mes de abril, época en la que se presenta el máximo pico poblacional de la plaga, para ser comparados estos tratamientos con el testigo convencional correspondiente a plantas con embolsado prematuro de racimo (bolsas impregnadas con clorpirifos). La efectividad de las medidas de control se midió mediante el seguimiento de la población en el campo en plantas próximas a floración y mediante la evaluación de peso del racimo, número de manos afectadas, peso del rechazo total y peso del rechazo por daños de *Colaspis*.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La identificación, cuantificación y medición de los focos en cada finca evaluada indica un alto potencial de daño de *Colaspis submetallica*, estos focos corresponden en promedio a un 27% del área total de la finca. El periodo seco de inicios del año

parece estimular el incremento de la población en el campo, la cual alcanza su pico máximo dos a tres meses después y que para la zona corresponde a épocas de alta precipitación. Figura 1.

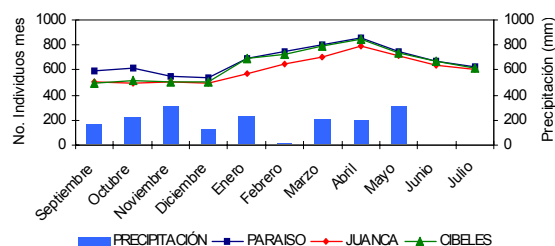


Figura 1. Fluctuación poblacional del insecto en el tiempo de evaluación

La población del insecto se redujo hasta en un 40% con la aplicación de los hongos entomopatógenos y en un 50% con el extracto ajo-ají, ambos con respecto al tratamiento convencional, el cual parece haber disminuido su capacidad de repeler el insecto. El extracto ajo - ají, tres semanas después de su aplicación tuvo un comportamiento similar al testigo convencional en cuanto a cantidad de fruta afectada por la plaga, este resultado puede explicarse por el modo de acción del producto que funciona como un repelente del insecto, su alta volatilidad no favorece su permanencia para la protección de la fruta por tiempo prolongado. El efecto de los entomopatógenos se observó hasta cinco semanas después de la aplicación, lo que indica que son necesarias aplicaciones periódicas para garantizar su permanencia en el tiempo. Todos los tratamientos presentaron diferencia estadística significativa respecto al testigo para las variables de número de manos afectadas y rechazo de fruta por *Colaspis*, siendo el extracto ajo ají y *M. anisopliae* los tratamientos más efectivos en la reducción del daño por el insecto en las dos aplicaciones realizadas. Figura 2 y tabla 1.

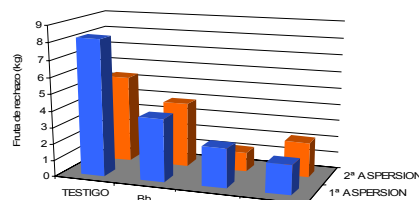


Figura 2. Fruta de rechazo (kg) obtenida después de la aplicación de los tratamientos

Tabla 1. Variables de cosecha evaluadas en la primera merma

Tto	Peso Fruta	No. Manos	No. Manos dañadas Colaspis	rechazo Total (kg)	rechazo Colaspis (kg)	Rechazo Total (%)	Daño Colaspis (%)
T	36.41a	8.56a	1.81 a	11.52 a	9.78 a	31.6314a	26.8524a
Bb	35.39a	8.85a	0.61 b	7.80 b	4.74 b	22.0885b	13.4273b
Ma	35.13a	8.71a	0.21 c	5.47 c	1.64 d	15.6816c	4.7516c
AA	36.47a	8.89a	0.45 c	6.29 c	3.37 c	17.4303c	9.4549b

CONCLUSION

La temporada seca de principio de año estimula el incremento en la población de *Colaspis submetallica*. Las aplicaciones de productos biológicos redujeron el daño de *Colaspis submetallica* y este manejo es significativamente superior en reducción del daño en la fruta comparado con el manejo convencional. Con este estudio se detectó una sensible disminución de la capacidad repelente del insecticida clorpirifos, comúnmente usado con este fin.

BIBLIOGRAFÍA

1. GAVIRIA, R.; RODRIGUEZ-GAVIRIA, P.y PATIÑO, L. 2004. Memorias XVI reunión internacional de Acorbat 2004: 303-306.

¹ Centro de Investigaciones del Banano, Cenibanano. Augura Km 4 vía Carepa – Apartadó, Colombia. prodriquez@augura.com.co

EVALUACIÓN DE DAÑOS DE TRIPES DE LA FLOR EN BANANOS

EVALUATION OF THE FLOWER THRIPS DAMAGE IN BANANA

Luiz Alberto Lichtemberg¹ & Henri Stuker²

RESUMEN: Este trabajo presenta un método de evaluación de los daños de trips de la flor en bananos, que es utilizado en ensayos y en la clasificación de bananos, en Brasil. En el método se cuentan las lesiones provocadas por el trips *Frankliniella* sp en una área de 2,85 cm² del fruto central de la línea externa de la mano. Fue evaluada la correlación entre el número de lesiones de la muestra con el número medio de lesiones de los frutos de la mano. Si obtuve una alta correlación entre los dos factores y niveles inferiores a 0.0002 de probabilidad de error, lo que define su validez.

Palabras Claves: Metodología, monitoreo, *Musa* sp., clasificación, *Frankliniella*, nivel de daños.

SUMMARY: A method of sampling of the *Frankliniella* damage on banana peel was studied. The correlation between the number of lesions in a 2.85 cm² area from the central finger of the hand and the lesion average number of the fingers of the same hand offers evidence that this is a valid method.

INTRODUCCIÓN

El desarrollo de técnicas que permitan estimar los daños de plagas es útil cuando se necesita evaluar experimentos, definir niveles de control, monitorear la evolución de poblaciones o fijar padrones de calidad de productos agrícolas. En Brasil, los ensayos de control de plagas por embolsado de racimos empezaron en 1996 (1). Una dificultad para los análisis de los resultados era la falta de métodos de evaluación que cuantificasen los daños de cada plaga. Así, si pasó a evaluar los daños de los trips de la flor por una técnica, publicada en 1998 (2). La técnica consiste en contar el número de lesiones, llamadas en Brasil de erupciones, en una área de 2,85 cm², delimitada por un círculo de 3/4 de pulgada, en la área de más grande concentración de lesiones, en la cáscara del dedo central de la línea externa de frutos de la mano. De acuerdo con el objetivo de la evaluación, se puede contar las lesiones en todas las manos (experimentos), en la segunda y en la penúltima mano (monitoreos) o en manos al azar (clasificación). En experimentos es usada una herramienta hecha con caño metálico (Figura 1), para delimitar la superficie de la cáscara de la banana donde se va a contar el número de lesiones. Como este es un método destructivo, láminas metálicas o plásticas perforadas pueden ser usadas (Figura 2). La técnica también es utilizada en la clasificación de bananos en Brasil (3). El objetivo del trabajo fue determinar la validez de esta técnica.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la evaluación de la técnica fueron tomadas 30 manos de cada tercio de racimos de banana 'Gran Enano' y quince manos de cada tercio de racimos de banana 'Enxerto'. En cada mano fue contado el número total de lesiones de cada dedo. Con la herramienta se marcó los frutos centrales de la línea externa de cada mano del racimo y se contó el número de lesiones dentro de la área demarcada (Figura 3). Después, con la suma del número de lesiones de los dedos, se obtuvo el número total de lesiones de cada mano, que dividido por el número de dedos de la mano proporcionó el número medio de lesiones por dedo. Este número fue correlacionado con el número de lesiones da área de 2,85 cm² de la muestra del dedo medio de la misma mano. Los racimos fueron divididos en tercios, debido a diferencia de tamaño de los dedos de las primeras para las últimas manos del racimo. Para verificar si había diferencia en el número de lesiones en los dedos de la línea externa y de la línea interna de la mano fue utilizado el teste de t.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la 'Gran Enano' la correlación fue de 0,64, 0,67 y 0,80 en las manos del primero, segundo y tercero tercios del racimo, respectivamente, todas con valores inferiores a 0,0002 de

probabilidad de error (Tabla 1). Para 'Enxerto' la correlación fue de 0,93, 0,95 y 0,95 en las manos del primero, segundo y tercero tercios del racimo, respectivamente, todas con valores inferiores a 0,0001 de probabilidad de error (Tabla 2). La técnica, por lo tanto, es altamente confiable para evaluar el nivel de daños de los trips de la flor, en estas dos cultivares. El teste de t comprobó que el número medio de lesiones en los frutos da línea externa de la mano, con 62% y 70% del total, en la 'Gran Enano' y 'Enxerto', respectivamente, es significativamente superior al de los frutos de la línea interna de la mano (Tabla 3). En este experimento, el número medio de lesiones por dedo fue 58 en la 'Gran Enano' y 26 en la 'Enxerto', en cuanto que el número de lesiones en la área de la muestra fue de doce y siete, respectivamente.

Tabla 1. Correlación del número de lesiones en la muestra con el número medio de lesiones por dedo, en banana Gran Enano.

Tercio del racimo	Número de lesiones		Correlación muestra X media	Probabilidad de error
	Muestreo	Por dedo		
1°	10	57	0.6409	0.0002
2°	12	57	0.6747	0.0000
3°	14	61	0.7946	0.0000

Tabla 2. Correlación del número de lesiones en la muestra con el número medio de lesiones por dedo, en banana Enxerto.

Tercio del racimo	Número de lesiones		Correlación muestra X media	Probabilidad de error
	Muestreo	Por dedo		
1°	5.4	25.8	0.9279	0.0000
2°	6.3	21.8	0.9463	0.0000
3°	8.9	36.5	0.9503	0.0000

Tabla 3. Porcentaje del número total de lesiones en las líneas externa e interna de las manos de bananos 'Gran Enano' y 'Enxerto'

Tercio del racimo	Gran Enano		Enxerto	
	Dedos externos	Dedos internos	Dedos externos	Dedos internos
1°	59%	41%	64%	36%
2°	64%	36%	73%	27%
3°	62%	38%	73%	27%

CONCLUSIONES

La técnica de muestreo estudiada es eficiente y factible.

El número de lesiones de *Frankliniella* en los dedos externos de la mano de banana es superior al de los dedos internos.

BIBLIOGRAFIA

- Lichtemberg, L. A. 1996. Ensacamento do cacho de banana no campo. Informativo SBF, v. 15, n. 3, p. 8-11.
- Lichtemberg, L. A. et al. 1998. Effect of bunch covers and chemical sprays on mechanical, climatic and pest damage in Cavendish bananas. In: REUNIÃO ACORBAT, 13. Memórias... Guayaquil, Ecuador: Conaban/Acorbat, p. 255-265.
- PBMH & PIF. 2006. Normas de classificação de banana. São Paulo: CEAGESP, 2006. (Documentos, 29).



Figura 1. Herramienta metálica

Figura 2. Aparato Plástico



Figura 3. Área de evaluación

¹ Engº Agrônomo, MSc, pesquisador da Epagri/EEI, Caixa Postal 277, Itajaí – SC, 88301-970, Telefone +55 47 3341-5212, lichti@epagri.rct-sc.br

² Engº Agrônomo, Dr., pesquisador da Epagri/EEI, Caixa Postal 277, Itajaí – SC, 88301-970, Telefone +55 47 3341-5248, stucker@epagri.rct-sc.br

NEW SCREENING METHOD FOR *Musa* GERMLASM EVALUATION AGAINST BANANA CORM WEEVIL USING BANANA LEAF SHEATH.

NOVO MÉTODO PARA AVALIAÇÃO DE GERMOPLASMA DE *Musa* PARA A BROCA-DA-BANANEIRA UTILIZANDO A LÂMINA FOLIAR.

B. Padmanaban¹

SUMMARY: Germplasm screening method for banana weevil is mostly available on field studies as well as using pot culture experiments and studies using small corm pieces and quantification of feeding is not available. In the present investigation an attempt was made to utilize banana leaf sheath as a test material for screening against banana corm weevil, *Cosmopolites sordidus*. Results indicates that this method can be used for screening germplasm against corm weevil.

INTRODUCTION

Banana weevils (Corm weevil, *Cosmopolites sordidus* - a cosmopolitan pest and Stem weevil, *Odoiporus longicollis* - a pest in South and South East Asia) are the key pests causing significant loss. Plant resistance is the long-term solution for the identification of resistance sources for these important pests. Screening technique for banana corm weevil under laboratory conditions is lacking and most of the studies are pertaining to field evaluation only by adapting different methodologies (Cuille, 1950; Fogain and Price 1994; Gold *et al.* 1994; Kiggundu *et al.* 1999; 2003; Padmanaban *et al.* 2001; 2004) Due to scarcity of sufficient genetic material for screening studies to be provided by the germplasm managers, a new method was attempted using banana leaf sheath as a test material for evaluating against banana corm weevil, *C. sordidus* under laboratory conditions adapting the rapid screening procedure. A 30 cm long leaf sheaths were provided for weevil feeding and the feeding damage was assessed for 10 days. The leaf sheaths were examined for damage and observations were recorded.

MATERIAL AND METHODS

The percent area damage (PSAD) = $(I_d / I_t) \times 100$, where I_d - leaf sheath area damage, total leaf sheath area. Based on the feeding damage caused by corm weevil the PSAD values ranged from 1 to 53 and the damage score has been recognized into 5 categories, which are as follows:

- 0- Highly resistant
- 1-5 Resistant
- 6-10 Moderately resistant
- 11-15 Susceptible
- >15 Highly susceptible

RESULTS AND DISCUSSIONS

The percent sheath area damage was calculated and the results indicated (Table.No.1&2, Fig. 1) that this new screening method is suitable for preliminary screening against corm weevil. The results are compared with corm damage.

The leaf sheath of commercial cultivars belonging to AB, AAB and ABB genomic group was evaluated against corm weevil, the accessions falls under the category moderately resistant, moderately susceptible and susceptible category (Table No.1). Where as among the exotic accessions belong to different genomic group indicated that the accessions falls under the category susceptible., moderately susceptible and highly susceptible categories (Table No.2).

CONCLUSION

The weevils are more attracted to pseudostem than to corm material, but oviposition was greater on the later. This indicates that the Olfactory cues were most important in host location while chemoreception place an important role in host acceptance (Cuille, 1950). Therefore, the leaf sheath can be used as a test material for germplasm screening and further the short listed accessions can be tested using corm material for the resistant sources.

ACKNOWLEDGEMENT

Thanks are due to Director, Head (Crop Protection) for constant guidance and Field man for technical assistance.

REFERENCES

- Cuille, J 1950 Recherches sur le charancon du bananier. Institut de Fruits et Agrumes Coloniaux. Serie Technique No. 4. Paris. 225pp.
- Fogain, R, Price NS (1994). Varietal screening of some *Musa* cultivars for susceptibility to the banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Coleoptera : Curculionidae). *Fruits* 49:247-251.
- Gold, C.S. , Speiger, P.R., Karumara, E.B and Rukazabuga, N.D (1994) Assessment of banana weevils in East African highland banana system and strategies for control. In : Valmayor, R.V. , R.G. Davide, J.M. Stanton, N.L. Treverrow and V.N. Rao (eds.) *Proc. of Banana nematode/Borer weevil conference, Kuala Lumpur, 18-22 April 1994*, pp 170-190 Los Banos, Philippines.
- Kiggundu, A. Gold CS, Labuschagne M, Vuylsteke D, Louw SVDM (2003) Level of host plant resistance to banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar) (Coleoptera:Curculionidae) in African *Musa* germplasm. *Euphytica* 133:267-277.
- Kiggundu, A, Vuylsteke D, Gold CS (1999) Recent advances in host plants resistance to banana weevil, *Cosmopolites sordidus* (Germar) In: Frison, E.A., Gold C.S., Karumara, E.B., Sikora, R.A., (Eds.), *Mobilizing IPM for sustainable banana production in Africa Proceedings of a workshop on banana IPM held in Nelspruit, South Africa. 23-28th November 1998*. INIBAP, Montpellier, France, pp. 87-96.
- Padmanaban, B. Uma, S. and S.Sathiamoorthy 2004 Susceptibility of *Musa* germplasm to the banana stem weevil, *Odoiporus longicollis* *Proceedings of International congress on musa: harnessing research to improve livelihoods* 6-9 July 2004
- Padmanaban, B. Sundararaju, P. Velayudhan, K.C and Sathiamoorthy, S. (2001) Evaluation of *Musa* germplasm against banana weevil borers *Infomusa* 10:26-28

Table. 1 Relative Susceptibility of Commercial banana cultivars to corm weevil, *Cosmopolites sordidus*

Acc.No	Genome	Name	PSAD	Remarks
0335	ABB	Peyan	25.43 ^a (18.95)	HS
0165	AAB	Nendran	19.95 ^a (17.76)	S
0623	AB	Ney Poovan	18.30 ^a (16.07)	S
0291	ABB	Karpuravalli	17.34 ^a (9.59)	S
0295	AAB	Robusta	11.71 ^a (4.16)	MS
0293	ABB	Monthan	10.23 ^a (5.29)	MS
0294	AAB	Poovan	9.050 ^a (2.94)	MR
0297	AAB	Rasthali	7.400 ^a (1.66)	MR
0292	AAB	Pacha nadan	6.940 ^a (1.46)	MR

C.D = 3.09^{**} CV = 18.0

* Figures in parentheses are arc √ Sin transformed values.

HS -Highly Susceptible, MR - Moderately resistant, MS -Moderately susceptible, S -Susceptible

Table. 2 Relative Susceptibility of Exotic *Musa* accessions to corm weevil, *Cosmopolites sordidus*

Acc.No	Name	PSAD	Remarks
0195	Pisang lilin	25.46 ^a (18.85)	HS
0628	FHIA - 23	22.40 ^a (14.82)	HS
0626	FHIA - 1	20.17 ^a (13.64)	HS
0637	Pisang Nangka	15.37 ^a (7.11)	S
0636	Saba	15.09 ^a (6.85)	S
0635	Pisang mas	15.05 ^a (7.88)	S
0333	Bluggoe	13.63 ^a (4.50)	MS
0633	GC - TCV - 215	12.25 ^a (4.50)	MS
0630	PV - 03 - 44	11.87 ^a (4.32)	MS
0631	PV - 03 - 22	11.43 ^a (4.30)	MS

C.D = 4.93^{**} CV = 24.98
Figures in parentheses are arc √ Sin transformed values.

MS - Moderately Susceptible, HS - Highly susceptible, S -Susceptible,

¹ National Research Centre for Banana

Thayannur (Post), Tiruchirappalli -620 102 India; Email: bpadmanaban@rediffmail.com

DINÁMICA DE LA ACTIVIDAD FITOTÓXICA Y PROTEÍNAS EXTRACELULARES EN FILTRADOS DE CULTIVOS DE DIFERENTES RAZAS DE *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

DYNAMICS OF THE PHYTOTOXIC ACTIVITY AND EXTRACELLULAR PROTEINS IN CULTURE FILTRATES OF DIFFERENT RACES OF *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

Companiononi B¹; N. Portal²; C. Achade²; M. Arzola¹; M. Acosta³; B. Roque³; Y. Alvarado³; M. C. Pérez⁴; R. Santos¹ & J. C. Lorenzo¹.

SUMMARY: The increase of commercial bananas is under threat in most of the productive countries by the disease better known as *Fusarium* wilt. The use of biotechnology constitutes as a valued utility for the programs of genetic improvement of crops. In previous investigations a method was developed for the differentiation at the leaf level of the resistance of banana cultivars to *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. The present work includes the determination of the dynamics of the phytotoxic activity differential and proteins extracells liberated for *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* race 1 and 2 during growth in the liquid medium. The accumulation of metabolites phytotoxics in filtrates of the crop of the race 1 and 2 of the fungus coincide with the increased in the phytotoxic differential activity. The liberation of proteins was detected by the fungus before the maximum production of phytotoxic metabolites in both studied races. In this context an important aspect resulted considering the evidence for the role of the extracell proteins in the selective response of the plant tissues, that the microorganism synthesize and liberate to the medium the highest levels of these biomolecules just before the production of phytotoxic metabolites, taking into account that a similar process can occur in the interaction *in vitro*.

INTRODUCCIÓN

El crecimiento del comercio bananero, está amenazado en la mayoría de los países productores por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* agente causal del marchitamiento, enfermedad mejor conocida como Mal de Panamá (3). El empleo de la biotecnología constituye un valioso utilitario para los programas de mejoramiento genético en el cultivo. En trabajos previos se desarrolló un procedimiento para la diferenciación de la resistencia del banano mediante filtrados del cultivo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 1 (1). El presente trabajo se realizó con el objetivo de determinar la dinámica de la actividad fitotóxica diferencial y proteínas extracelulares liberadas por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 1 y 2 durante su crecimiento en medio líquido, y demostrar la validez del uso de filtrados del cultivo del hongo para la diferenciación de la resistencia para diferentes razas del hongo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron las razas 1 y 2 de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* de los GCV 01210 y 0124 respectivamente. Para el cultivo de las razas 1 y 2 del hongo se tomaron discos de micelio de 8 mm de diámetro próximos a la periferia de la colonia, y se añadió 100 mL de medio de cultivo Caldo Czapek según (2). Los tiempos de evaluación fueron cada 24 horas hasta los 30 días después de la inoculación del hongo en el medio de cultivo. En cada uno de los tiempos se realizaron las

siguientes determinaciones: masa fresca del cultivo del hongo, absorbancia del filtrado del cultivo del hongo, contenido de proteínas totales, y el área de la lesión según (1).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La acumulación de metabolitos fitotóxicos en los filtrados del cultivo de la raza 1 y 2 del microorganismo coincide con el incremento en la actividad fitotóxica diferencial. Se demostró la validez del uso de filtrados del cultivo del hongo para la diferenciación de la resistencia para diferentes razas del patógeno. Se detectó la liberación de proteínas por las células microbianas previo a la máxima producción de metabolitos fitotóxicos en ambas razas estudiadas. En este contexto resulta un aspecto importante considerar una evidencia para el papel de las proteínas extracelulares en la respuesta selectiva de los tejidos de las plantas, que el microorganismo sintetice y libere al medio los mayores niveles de estas biomoléculas justamente antes de la producción de metabolitos fitotóxicos, teniendo en cuenta que un proceso similar pudiera ocurrir en la interacción *in vivo*.

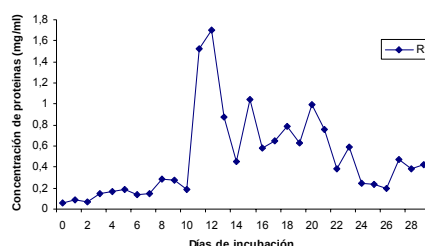


Figura 1. Determinación del contenido de proteínas totales en el filtrado del cultivo de *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* raza 1.

CONCLUSIONES

Se detectó la liberación de proteínas por las células microbianas previo a la máxima producción de metabolitos fitotóxicos en las razas estudiadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. COMPANIONI, B.; ARZOLA, M.; RODRÍGUEZ, Y.; MOSQUEDA, M.; PÉREZ, M.C.; BORRÁS, O.; LORENZO, J.C.; SANTOS, R. 2003. *Euphytica*, 130: 341-347.
2. COMPANIONI, B.; MORA, N.; ARZOLA, M.; VENTURA, J.; PÉREZ, M.C.; SANTOS, R.; LORENZO, J.C. 2004. *Biotechnology Letters*, 26: 213 – 216.
3. SELVERN-ELLIS, A. A.; DANEEL, M.; JAGER, K.; DE WAELE, D. 2003. *Infomusa*, 12 (1): 22-24.

¹Laboratorio de Mejoramiento Genético, Centro de Bioplasmas, Universidad de Ciego de Ávila, Cuba.

E-mail: bcompaniononi@bioplasmas.cu

²Facultad de Agronomía, Universidad de Ciego de Ávila, Cuba

³Instituto de Biotecnología de las Plantas, Santa Clara, Villa Clara, Cuba

⁴GEPROP, Centro de Gerencia de Programas y Proyectos Priorizados, Ciudad de La Habana, Cuba.

EFEITO DE RE-INOCULAÇÕES DE FUNGOS ENDOFÍTICOS SOBRE O CONTROLE DO NEMATÓIDE CAVERNÍCOLA DA BANANEIRA (*Radopholus similis*)

EFFECT OF ENDOPHYTIC FUNGI REINOCULATION TOWARD THE BURROWING NEMATODE OF BANANA (*Radopholus similis*)

Stolf, E. C.¹; Pocasangre, L.E.² & Guerra, M.P.¹.

SUMMARY: The objective of this study was to evaluate the effect of re-inoculations of two elite endophytic fungi: *Trichoderma atroviride* and a non-pathogenic strain of *Fusarium oxysporum* on the biocontrol of *Radopholus similis* and the promotion of growth of micropropagated banana plants, cv. 'Williams'. Six-week-old plants were inoculated with either *Trichoderma* or *Fusarium* spores. Inoculation was done by dipping roots of plants in a spore suspension of 1.5×10^6 cfu/l, for 5 minutes, and planting plants in 1 liter pots. Fifteen days after planting, plants were inoculated with 500 *R. similis* per plant. Evaluated treatments were: absolute control (no endophytic fungi, nor nematodes); relative control (no endophytic fungi, with nematodes); plants inoculated only at planting, and 3 sets of plants re-inoculated once, twice or three times after initial inoculation, at two week intervals. The experiment was evaluated 6 weeks after nematode inoculation. Results showed that *Trichoderma* spp. was more effective than *Fusarium* spp. For both *Trichoderma* spp. and *Fusarium* spp. the best biocontrol results were obtained with 3 re-inoculations, corresponding to 69% and 80% biocontrol, respectively. None of the fungus affected plant growth.

INTRODUÇÃO

Os nematóides constituem-se num dos principais problemas da cultura da banana, principalmente para as cultivares do subgrupo Cavendish. O controle geralmente é realizado com a utilização de nematicidas carbamatos e organofosforados. Este método tem apresentado pouca eficácia devido a problemas de biodegradação, seleção de nematóides resistentes aos produtos aplicados, entre outros. Recentes pesquisas relatam que o controle biológico de nematóides com a utilização de fungos endofíticos têm apresentado ótimos resultados para o controle de nematóides (Pocasangre et al., 2000). Assim, neste trabalho avaliou-se o efeito de re-inoculações de fungos endofíticos (*Fusarium* spp. e *Trichoderma* spp.) da bananeira sobre o biocontrole do nematóide *Radopholus similis*. A utilização dos fungos endofíticos pode se constituir em valiosas ferramentas para garantir a proteção de mudas micropropagadas ao ataque do nematóide *R. similis* e, consequentemente, um melhor e mais rápido desenvolvimento das mudas no campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Mudas micropropagadas de banana cv. Williams com seis semanas foram inoculadas separadamente com *Trichoderma* spp. e *Fusarium* spp., respectivamente. A inoculação foi realizada imergindo as raízes numa suspensão de esporos de 1.5×10^6 ufc.mL⁻¹, por cinco minutos. Essas mudas foram posteriormente transplantadas para potes de 1 litro de capacidade. Depois de 15 dias do transplante as plantas foram inoculadas com 500 nematóides por planta. Foram avaliados seis tratamentos para cada fungo endofítico utilizado: TA = testemunha absoluta, sem inoculação de nematóides e sem inoculação de fungos endofíticos; TR = Testemunha relativa = com inoculação de nematóides e sem fungos endofíticos; T1 = procedimento normal; T2 = procedimento normal mais uma re-inoculação dos fungos endofíticos; T3 = procedimento normal mais duas re-inoculações de fungos endofíticos; T4 = procedimento normal mais três re-inoculações de fungos endofíticos. As re-inoculações foram realizadas a cada 15 dias, durante 8 semanas de cultivo das mudas. Ao final do experimento foram avaliados o biocontrole e promoção de

crescimento das mudas. Os dados foram submetidos à análise da variância e as médias comparadas pelo teste Duncan a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O melhor biocontrole do nematóide em plantas inoculadas com *Fusarium* spp. foi obtido com três re-inoculações (T4) do fungo endofítico, diferindo significativamente de todos os demais tratamentos, onde foi verificado menor população de nematóides, o que equivale a 69% de controle de *R. similis* (Tabela 1). Não houve diferenças significativas para as variáveis de promoção de crescimento. Uma única inoculação normal de *Trichoderma* spp. foi suficiente para reduzir a população final de nematóides ao mesmo nível que foi observado nas mudas que receberam três re-inoculações a mais de *Fusarium* spp., o que equivale a uma redução de 79,5% com relação ao tratamento testemunha, (Tabela 2). Entretanto, duas e três re-inoculações adicionais de *Trichoderma* spp. apresentaram as maiores reduções da população final de nematóides. As mudas re-inoculadas com *Trichoderma* spp. (T2, T3 e T4) apresentaram médias significativamente menores de peso total, peso radicular e peso foliar com relação ao tratamento testemunha relativo. O efeito biocontrolador dos fungos endofíticos sobre *R. similis* pode ser causado de forma mecânica, pela produção de compostos pela planta (HARMAN et al., 2004) ou pela produção de compostos ativos nematicidas ou nematostáticos, pelos fungos endofíticos (Benitez et al., 2004).

Tabela 1. Efeito do fungo endofítico *Fusarium* spp. sobre o peso radicular e a população de *Radopholus similis* em raízes de mudas micropropagadas de bananeira cv. Williams.

Tratamento	Peso radicular (g)	Total de Nematóides/planta	Redução de nematóides (%)
TR	12,14 ns	1076 a	---
T1	13,69 ns	926 ab	14
T2	12,73 ns	1001 ab	7
T3	14,63 ns	694 b	36
T4	14,15 ns	338 c	69

Tabela 2. Efeito do fungo endofítico *Trichoderma* spp. sobre o peso radicular e a população de *Radopholus similis* em raízes de mudas micropropagadas de bananeira cv. Williams.

Tratamento	Peso radicular (g)	Total de Nematóides/planta	Redução de nematóides (%)
TR	15,01 a	1584 a	---
T1	14,52 a	483 b	69,5
T2	11,84 a	375 b	76,3
T3	11,81 b	328 b	79,3
T4	12,14 b	325 b	80

CONCLUSÕES

As cepas não patogênicas de *Fusarium* spp. são mais eficientes para o biocontrole de *Radopholus similis* quando são realizadas três re-inoculações adicionais à inoculação normal das plantas e não afetam o desenvolvimento das plantas. Uma inoculação normal das plantas com cepa de *Trichoderma* spp. é suficiente para reduzir significativamente a população de *Radopholus similis* no sistema radicular das mudas micropropagadas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. POCASANGRE, L.; SIKORA, R.A.; VILICH, V. SCHUSTER, R.P. 2000. *Infomusa*, v.9, n.1, p. 3-5.
2. HARMAN, G.E.; HOWELL, C.R.; VITERBO, A.; CHET, I.; LORITO, M. 2004. *Nature reviews*, V.2, p. 43-56.
3. BENITEZ, T.; RINCON, A.M.; LIMON, M.C.; CODON, A.C. 2004. *International Microbiology*, V.7, p.249-260.

¹ Plant Developmental Physiology and Genetic Laboratory, Department of Plant Science Federal University of Santa Catarina, CEP 88010-970 Florianópolis, Brazil.

² INIBAP, Regional Office for Latin America and the Caribbean, 60-7170 - CATIE, Turrialba, Costa Rica.

EVALUACION DEL YODO Y PEROXIDO DE HIDROGENO EN FITONEMATODOS DEL BANANO BAJO CONDICIONES CONTROLADAS

EVALUATION OF IODINE AND HYDROGEN PEROXIDE ON BANANA PARASITIC NEMATODES UNDER CONTROLLED CONDITIONS

Rafael Navarro Alzate¹ & Bertha Miryam Gaviria Gutiérrez

SUMMARY: The effect of Iodine and hydrogen peroxide (HP) were evaluated on the activity of *Helicotylenchus* sp. and *Meloidogyne* sp. Under controlled conditions in The Plant Health Laboratory at Universidad Católica de Oriente. Soil and root samples of banana varieties, *Williams* and *Giant cavendish*, were collected and a random experimental design was used to determinate the mortality and mobility effect. Iodine at 0.01% and 0.02% showed an instant mortality effect and a dose of 0.005% showed a sublethal and mobility effect after 24h. However the HP at 0.2% and 0.1% showed a mobility effect after 3h.

Keywords: Nematodes, mortality, mobility, *In Vitro*, *Meloidogyne*, *Helicotylenchus*

INTRODUCCION

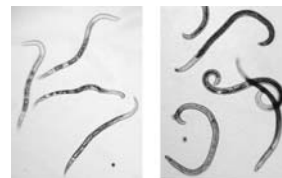
En la agroindustria de bananos y plátanos de las zonas tropicales y subtropicales, entre ellas Colombia, los estudios sobre fitonemátodos reportados a nivel mundial, están relacionados al conocimiento de especies y evaluación de poblaciones en las áreas de producción (belalcazar *et al.*, 1991; castrillón *et al.*, 2002). Uno de los medios de diseminación de nemátodos fitoparásitos es el material de siembra, principalmente la convencional que se extrae de plantaciones con varios ciclos de cosechas sin ningún tratamiento para prevenir o controlar estos organismos. Aunque el *radopholus similis* es considerado el más patógeno en esta agroindustria en todo el mundo, es necesario resaltar la importancia de la incidencia de *meloidogyne*, *helicotylenchus*, entre otros (marin, *et al.*, 1998). Si bien su manejo se limita al uso de productos a base de síntesis química; también para mantener la competitividad con las exigencias y restricciones para con el producto en los principales mercados, se han realizado evaluaciones y aplicaciones de diversas "tácticas", en reducir las aplicaciones de los ciclos de nematicidas, entre otras, la utilización de controles culturales, botánicos, biológicos y de resistencia de plantas hospederas, como estrategias a largo plazo (castrillón *et al.*, 2002). El yodo (I_2) y el peróxido de hidrógeno (hp), han sido poco o no estudiados como letales para nemátodos, aunque son productos que pueden utilizarse para el manejo de organismos patógenos (gottardi, 1991; seymour, 1991). En este sentido esta investigación se desarrolla con el objeto de evaluar bajo condiciones de laboratorio el efecto de mortalidad o inmovilización del I_2 y el H_2O_2 sobre estadios infectivos de *meloidogyne* sp y *helicotylenchus* sp., para propender por una nueva alternativa o complementaria en el manejo de poblaciones de fitoparásitos en los sustratos iniciales para la semilla convencional o *in vitro*, amigable con el ambiente y económicamente sustentable en la producción de banano y plátano.

MATERIALES Y METODOS

Esta investigación se realiza en el Laboratorio de Sanidad Vegetal de la Universidad Católica, de Oriente, Rionegro – Antioquia, Colombia. Para la obtención de los especímenes infectivos de *Meloidogyne* y *Helicotylenchus* se recolectaron muestras de suelo y raíces en la unidad de producción de los clones *Williams* y *G. cavendish* de plantaciones de la región de Urabá y procesadas de acuerdo al protocolo de extracción de nemátodos del Laboratorio por el método de Baermann modificado con bandejas (Navarro y Gaviria, 1998). En un diseño completamente al azar con cuatro repeticiones, y una unidad experimental representada en un vidrio de reloj de cinco (5) cm de diámetro, cinco (5) gotas de I_2 o H_2O_2 y 10 estadios activos infectivos de *Meloidogyne* sp. (J_2) o *Helicotylenchus* sp. (Figura 1); se evaluaron tres (3) dosis de los productos y un testigo. Con el fin de medir el efecto de mortalidad o

inmovilización se realizaron observaciones a las cero (0), tres (3) minutos, três (3) y 24 horas después de la aplicación de los tratamientos.

Figura 1. Estadios activos infectivos de *Meloidogyne* y *Helicotylenchus*



RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la figura 2 se observa el efecto de mortalidad inmediato del yodo en dosis de 0.01% y 0.02%, para los especímenes *Meloidogyne* y *Helicotylenchus*, caracterizados por una posición recta en el caso de *Meloidogyne* y helicoidal para *Helicotylenchus*. La dosis de 0.005% presentó después de 24 horas un efecto subletal y de inmovilización para algunos especímenes.



Figura 2. Efecto nematocida

El HP en las dosis de 0.2% y 0.1% mostraron un efecto de inmovilización a las tres (3) horas después del tratamiento. Este estado se caracteriza por la recuperación de la movilidad al colocar los especímenes en agua.

Figura 3. Efecto nematostático de peróxido de hidrógeno (HP)



El conocimiento obtenido en este estudio permite proveer una nueva alternativa o complementaria para el manejo de nemátodos fitoparásitos, en la producción sustentable del cultivo de banano. De igual manera, se podría dar inicio a estudios para probar si el efecto de mortalidad o inmovilización observado *In Vitro* se mantiene en los sustratos utilizados bajo condiciones de producción de semilla convencional o de cultivo *In vitro*.

CONCLUSIONES

El yodo tiene un efecto de mortalidad (letal) o inmovilización según la dosis utilizada.

El efecto del peróxido de hidrógeno es letargo en las dosis empleadas en este ensayo.

BIBLIOGRAFIA

1. BELALCAZAR C., S. 1991. ICA, Armenia, Colombia Manual técnico N° 50, p 83-97.
2. BRISGE, J. 1991. International. Institute. of Tropical. Agriculture. p. 85 - 191.
3. CASTRILLÓN, C., *et al.*, 2002. XV Reunión ACORBAT 2002. Cartagena de Indias, Colombia. p. 266-271.
4. GOTTARDI, W. 1991. Disinfection, Sterilization, and Preservation. Lea & Febiger 4° Edition. p 152 - 166
5. SEYMOUR S., B. 1991. Disinfection, Sterilization, and Preservation. Lea & Febiger 4° Edition. p 167 - 181
6. NAVARRO A., R. y GAVIRIA G., B. 1998. Serie de Investigación ASOCOLFLORES – UCO. Rionegro, Antioquia, Colombia. p 12
7. MARIN O.H., *et al.*, 1998. Plant Dis 82, 964-974

¹ Unidad de Sanidad Vegetal. Universidad Católica de Oriente. Rionegro, Antioquia, Colombia. mnavarro@uco.edu.co y bgaviria@uco.edu.co

ROOT-KNOT NEMATODES ATTACKING BANANA IN GUJARAT, WESTERN INDIA.

NEMATÓIDES ATACANDO BANANA EM GUJARAT, WESTERN INDIA.

A. D. Patel¹, B. A. Patel and D. J. Patel

Banana (*Musa paradisiaca* L.) is widely cultivated in India and Gujarat state has about 28 thousand ha area under banana with about 1,120 thousand t. fruit production ranking 7th in area, 4th in production and 1st in productivity. Banana is severely infected by *Meloidogyne incognita* (Mi), *Meloidogyne javanica* pathotype1 (Mj pt. 1) and *Radopholus similis* (Rs). If the nematode infection occurs early in the crop stage, banana fruit yield is reduced by 21.0 % due to root-knot nematodes only in Gujarat. Nematodes attacked plants are stunted with pale yellow narrow leaves exhibiting bushy appearance. Plant leaf margin is dried leading to splitting of dried leaf lamina. On uprooting such nematode infected plants, profuse root galling with eggsacs is seen. Such plants are late in fruiting with reduced number of crowns/hands having small size fruits.

Various studies conducted on effect of Mi and Mj pt. 1 in banana revealed an inoculum of 10,000 J₂/plant of Mi and 50,000 J₂/plant of Mj pt. 1 detrimental to the growth and development of banana cv. Basrai. Nematode infection also hindered significantly uptake of nutrients such as N, P, K, Ca, Mg and S by banana roots at the level of 10,000 J₂ of Mi and 50,000 J₂ of Mj pt. 1/ plant respectively. Bio chemicals, peroxidase and polyphenol oxidase activities and total phenol content were recorded on increase side due to nematode infection. Physiological parameters such as leaf temperature and transpiration rate increased, while diffusion resistance decreased in nematode infected plants.

Leaf extracts of Argemone (*Argemone maxicana*, L), Lantana (*Lantana camara* L.) and Neem seed kernal suspension (*Azadirachta indica*) completely inhibited nematode egg hatching at 48, 96 and 144 hrs. indicating ovicidal effect and even there was no nematode larval penetration from previously treated egg masses of nematodes. Of various deoiled cakes tried, mustard cake was most effective in reducing egg hatching and larval penetration of both the species of *Meloidogyne* over castor and neem cakes.

¹ Department of Nematology B. A. College of Agriculture
Anand Agricultural University Anand 388 110, India
E mail: patelad2003@yahoo.co.in

THE BIOLOGICAL NEMATICIDE BIOACT AND ITS USE AGAINST BURROWING NEMATODES IN BANANA PRODUCTION

EL NEMATICIDE BIOLÓGICO BIOACT Y SU USO CONTRA EL NEMATÓDO BARRENADOR EN LA PRODUCCIÓN DEL PLÁTANO

Peter Lüth¹ & Graeme Philip²

SUMMARY: Trials carried out in 4 Demonstration Farms in the Philippines revealed a high effectiveness of the biological nematocide BioAct containing the spores of the fungus *Paecilomyces lilacinus*, strain 251. Applying an amount of product representing a number of 10^{10} spores of the fungus per plant twice a year led to a statistically significant increase of the weight of fresh functional roots in all farms. The weight of boxed bananas per bunch consequently also were increased in all Farms. The best result could be reached in the Compostela farm showing a statistically significant yield increase of more than 30 %.

INTRODUCTION

Attempts have been made to use *P. lilacinus* in the formulation of commercial products over the last twenty years. However, the break-through has come through application of Prophya's proprietary technology to the manufacture of BioAct to produce a user-friendly product of great purity containing abundant spores with high viability (Lüth *et al.*, 2006).

Bioact has been found to be effective against a wide range of plant parasitic nematodes, especially root knot nematodes, but before the product could find acceptance in the banana industry its effectiveness against the burrowing nematode *Radopholus similis* needs to be demonstrated. Therefore, four Demonstration Farms were established in different Cavendish banana plantations in the Davao region of the Philippines. The location of the farms was chosen to reflect possible different product responses between lowland, midland and highland bananas as well as investigating whether there is any difference in response between plants treated initially in the nursery and those first treated as mature plants.

MATERIAL AND METHODS

The Farms discussed are:

Compostela	Lowland	Established	1 st Treatm.: April 04
Magatos	Lowland	Established	1 st Treatm.: June 04
Dacudao	Midland	Newly Planted	1 st Treatm.: Oct. 04
Tamayong	Highland	Newly Planted	1 st Treatm.: Oct. 04

Each Demonstration Farm consists of 500 banana mats with a contiguous stand of the same size constituting the untreated control. All plants were subject to the same inputs except the treated plants had BioAct containing 10^{10} spores of *P. lilacinus* drenched into the soil around the daughter sucker on the dates given above and then every six months thereafter.

The timing of the root sampling was carried out in relation to the shooting of the banana plant. A standard shovel of soil was taken 10 cm outside a daughter sucker for usually ten plants in each treatment. The sample of soil and roots was then weighed after which the fresh roots were washed out of the sample and also weighed. In the laboratory, roots were classified according to their health and weighed. Roots and soil nematodes were also extracted, classified and measured. Laboratory practice in regard to classification of roots varies widely. In this study six categories were used (A - very healthy; ...F - dead). For the purposes of our analysis, categories A, B, C, D have been taken as the functional roots.

In regard to production, bunches were tagged, harvested and evaluated according to the Standard Operating Procedures of each Plantation.

RESULTS AND DISCUSSION

Figure 1 shows the results of the October 2005 to February 2006 production data from the Demonstration Farms. With Magatos and Compostela, there is a statistically significant increase in the weight of bananas that were boxed from each bunch. Note that bananas are mostly rejected in the packing house because they are too small or too large. So this index is the ultimate measure of cost effectiveness of any input.

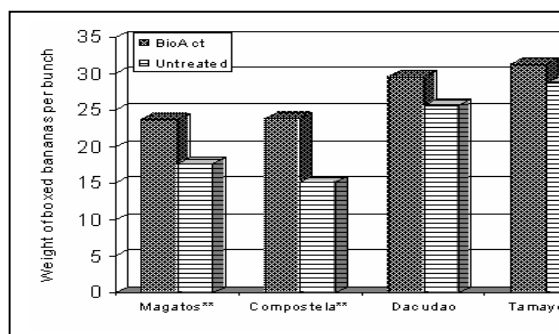


Figure 1: Effect of regular treatment of BioAct on banana yield (kg) in four Demonstration Farms in Mindanao, the Philippines.

***) $P < 0.01$

The results of the January to April 2006 root sampling for the four Demonstration Farms is summarized in Figure 2. All Farms show a significant increase in the weight of fresh functional roots collected from the BioAct treated plants.

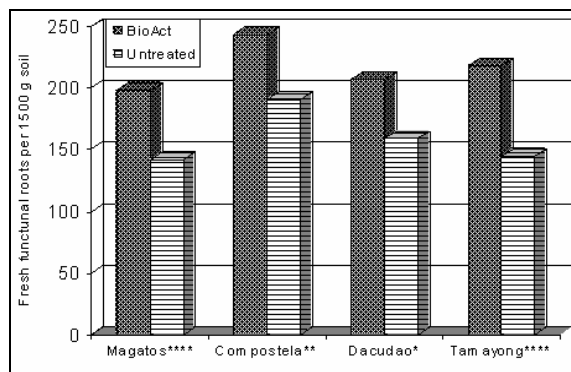


Figure 2: Effect of regular BioAct treatment on the weight (gram) of fresh functional roots in four Demonstration Farms in Mindanao, the Philippines. *) $P < 0.05$, **) $P < 0.01$, ***) $P < 0.001$, ****) $P < 0.0001$

CONCLUSIONS

Demonstration Farms in banana plantations in the Philippines in which BioAct has been applied every six months over the last two years have shown a significant improvement in the development of functional roots and so a significant increase in banana production.

ACKNOWLEDGEMENTS

The authors gratefully acknowledge the assistance of the management and technical staffs of the AJMR Holding Corporation and the AMS Group of Companies that made this study possible.

REFERENCES

- LÜTH, PETER, GRAEME PHILIP and Massimo Benucci, 2006. *Scientific Conference for a Sound Environment*, Abstracts, Uppsala, Sweden, June 29-30, 2006.

¹ Prophya Biologischer Pflanzenschutz GmbH, Inselstrasse 12, 23999 Malchow, Germany. peterlueth@prophya.com, Tel.: 0049 38425 230, Fax: 0049 38425 2323

² Biotech Resources for Agriculture & Industry, Inc., Damosa Gateway, J.P. Laurel Ave., Lanang, Davao City, Philippines.

AVALIAÇÃO DO ÓLEO DE NIM NA SEVERIDADE DO MAL-DO-PANAMÁ

EVALUATION OF OIL NIM ON PANAMA DISEASE SEVERITY

Lucivânia Sanguinette Silva¹; Adelica Aparecida Xavier²; Regina Cássia Ferreira Ribeiro²; Layhre Izaete Silveira Gomes¹; Sílvia Niesche²; Edson Hyidu Mizobutsi²; Telma Miranda dos Santos¹ & Elisângela Kele Celestina Pereira Silveira¹

SUMMARY: The Panama disease is a limiting factor to banana crop. This assay aimed to evaluate the oil of nim potential at the micelial growth, sporulation and severity in the greenhouse. Colony discs the *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* were transferred to the Petri dishes contained PDA with concentrations 1,25; 2,5; 5,0 and 10% of the product. The dishes were incubated at 25°C and continuous darkness. After seven days the colony diameter was measured and spores number was determined. In the concentration of 10%, there was reduction of 61,78% and 77,80% for micelial growth and sporulation respectively. It was observed decreasing of 50% to evaluated variables to the others concentrations. In the greenhouse, were tested five concentrations of nim oil (2,51%; 1,88%; 1,25%; 0,63% e 0%). The product was applied on the irrigation at intervals of seven days. The Panama disease severity decrease with increase of the dose tested to nim oil.

INTRODUÇÃO

Entre os fatores que afetam o rendimento na cultura da bananeira a incidência de doenças tem sido um dos fatores determinantes para a redução da produtividade. O Mal-do-Panamá, Sigatoka amarela e Sigatoka Negra constituem-se nos principais problemas fitopatológicos desta cultura (Cordeiro e Kimati, 1997). No Norte de Minas Gerais a combinação de características de solos condutivos e cultivares suscetíveis ao Mal-do-Panamá, causado por *Fusarium oxysporum* f. s. *cubense* (Smith) Snyder & Hansen (FOC), têm levado a erradicação e substituição da bananicultura por outras culturas. As principais medidas de controle preconizadas para esta doença baseiam-se em medidas de convivência com a doença na área. Desta forma, a viabilização de técnicas que reduzam a quantidade inóculo no sítio de infecção pode constituir-se numa estratégia importante para o controle de focos da doença dentro da área. O uso de produtos extraídos de substratos vegetais vem sendo investigado para compor o manejo de doenças. O extrato de nim é relatado na literatura atuando no controle de fungos, bactérias, nematóides e insetos (Mello *et al.*, 2005, Ahmed e Grainge, 1986). A planta de nim (*Azadirachta indica* A. Juss.) contém em suas folhas, frutos, sementes e casca uma mistura de constituintes biologicamente ativos, incluindo os triterpenóides azadiractina, salanina e meliantol que estão envolvidos no controle de mais de 100 espécies de ácaros e nematóides (Ahmed e Grainge, 1986). Entretanto, estudos desta planta como biofungicida são ainda escassos na literatura. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e reprodução de *F. oxysporum* f. s. *cubense* e a severidade da doença na variedade Maçã na presença do óleo de nim como uma medida adicional de manejo do Mal-do-Panamá nos banais do Norte de Minas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Estudou-se o efeito do óleo de nim contendo 5% de extrato de Neen no crescimento vegetativo e a esporulação de *F. oxysporum* f.sp. *cubense* (FOC). As diluições foram preparadas e adicionadas ao meio Komada ainda líquido ($\pm$ 40°C) de forma a obter uma concentração final de 10; 5; 2,5 e 1.25% do produto. Placas de Petri contendo meio nas diferentes concentrações receberam discos de 5 mm de diâmetro de colônias de FOC e foram incubadas sob temperatura de 25°C e escuro contínuo. O diâmetro da colônia fúngica foi avaliado sete dias após a incubação em direções perpendiculares. Para estimar a produção de esporos, adicionaram-se 20 mL da solução de água + Tween 20 a 1% às colônias e com auxílio de um pincel os conídios foram desagregados das colônias. A suspensão de esporos foi filtrada,

agitada e em seguida realizada a contagem em hemacitômetro. O delineamento foi inteiramente casualizado e cada concentração constituiu um tratamento com cinco repetições. Cada placa constituiu uma repetição. O ensaio foi repetido duas vezes e, os dados obtidos foram submetidos análise de regressão para determinação da concentração efetiva de controle. Para os testes em casa-de-vegetação foram ajustadas quatro concentrações: 2,51%; 1,88%; 1,25%; 0,63% e 0% do óleo contendo 5% de extrato de nim. Mudanças de banana maçã, obtidas do laboratório de micropropagação da Unimontes, foram plantadas em substrato composto por solo arenoso + esterco de curral (3:1 v/v), previamente brometizado. As mudas receberam 50 mL da suspensão de FOC contendo 2×10^5 esporos/mL distribuídos a 2,5 cm do pseudocaule e 7,5 cm de profundidade. Após 15 dias da inoculação, o óleo de Nim nas diferentes concentrações foi aplicado via água de irrigação, em intervalos de sete dias até aos 75 dias da implantação do experimento. A avaliação foi realizada seccionando-se o rizoma das plantas e avaliando-se a severidade da doença de acordo com a chave de avaliação do INIBAP (ORJEDA, 2002). O delineamento foi em blocos ao acaso, com sete tratamentos constituídos de cinco doses e as testemunhas constituídas de plantas sem inoculação e irrigadas com água pura e com óleo de nim na maior concentração testada. Cada tratamento foi composto por 10 repetições representados por uma planta. Os dados foram submetidos à ANAVA e regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observaram-se diferenças significativas a 1% de probabilidade entre as concentrações do óleo de nim sobre o crescimento micelial e esporulação de *F. oxysporum* f.sp. *cubense*. Pela análise de regressão linear observou-se que os valores de crescimento micelial e esporulação sofreram reduções proporcionais ao aumento de concentração do produto ao meio. Reduções maiores que 58% para crescimento micelial foram observadas no primeiro e segundo experimento, na menor concentração de óleo de nim avaliada. A esporulação de *Fusarium oxysporum* f. s. *cubense* apresentou redução de 56,91% no número de conídios produzidos na menor concentração avaliada, sendo que o índice de inibição chegou a 77,8% na maior concentração. No ensaio em casa-de-vegetação observou-se diferença estatística entre as médias de severidade ao nível de significância de 1%. A curva de regressão foi ajustada com $r^2 = 87,78\%$ mostrando que a severidade do Mal-do-Panamá reduziu com o aumento da dose de óleo de nim. Nas doses de 1,88 e 2,51% observaram-se valores de 50% e 100% na redução da severidade, respectivamente, quando comparado à testemunha. Baseado nos valores de doença obtidos, os dados sugerem que o produto possa atuar na redução da taxa de desenvolvimento da doença. Entretanto, uma avaliação com maior tempo de exposição da planta infectada tratadas com o óleo de nim será importante para definição deste efeito.

CONCLUSÃO

Com base nos dados conclui-se que óleo de nim reduz o crescimento micelial e a esporulação do fungo. Sugerem ainda que o óleo pode atuar na redução da taxa de desenvolvimento da doença.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ORJEDA, G. Evaluation of musa germplasm for resistance to sigatoka disease and Fusarium. Inibap Technical Guidelines. PROMUSA, 2002. CD-Rom.
- CORDEIRO, Z. J. M. A Cultura da banana: Aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília-DF: Embrapa -SPI/ Cruz das Almas: Embrapa- CNPMF, p. 367- 372. 1997.
- AHMED, S. & GRAINGE, M. Potential of the neem tree (*Azadirachta indica*) for pest control and rural development. Economic Botany, v. 40, n. 2, p. 201-209. 1986.
- MELLO, A. F. S.; LOURENÇO, S. A. & AMORIM, L. Alternative products in the "in vitro" inhibition of *Sclerotinia sclerotiorum*. Scientia Agricola, v.62, n.2, mar./abr., 2005. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo>. Acesso em 21/02/2006.

¹ Graduando/ curso de Agronomia; Depto Ciências Agrárias-Unimontes,

² Professor - Depto Ciências Agrárias-Unimontes, Janaúba-MG, Cx Postal 91
adelica@unimontes.br

EFEITOS DO MILHO, FEIJÃO E CAUPI NA AGREGAÇÃO DE VALOR AO CULTIVO DA BANANEIRA 'TERRA'

EFFECTS OF CORN, BEANS AND COWPEA IN VALUE ADDING OF PLANTAINS

Marcelo Bezerra Lima¹; Élio José Alves²; Ana Lúcia Borges³; Adriana Rodrigues Passos⁴ e Lindnéia Rios Ribeiro⁵

SUMMARY: The objective of the present work was to evaluate the performance of corn, beans and cowpea crops in the value adding of plantains. Plant spacings in double rows 4.0 x 2.0 x 3.0 m, 4.0 x 2.0 x 2.6 m and 4.0 x 2.0 x 2.8 m. Rentability index – RI (total income ÷ costs) for the best treatments, (T₉, T₆, T₈ and T₄), reached significant values of 3.36 (T₄) up to 6.68 (T₉) resulting in positive effects due to technology and fertilizers applied, which allow greater value adding to the banana crop and, consequently, increase the producers' income. A RI of 3.36 and 6.68 means that for each Real (R\$) invested there was a return of R\$ 3.36 and R\$ 6.68, respectively. RIs lower than 1.0 indicate that the effect of intercrops on the value adding of banana was negative, resulting in decrease of net income, which occurred in treatments T₂ that presented RI 0.91.

INTRODUÇÃO

O consórcio de fruteiras com culturas alimentícias anuais (milho, feijão e caupi) tem aumentado bastante em várias regiões do mundo, devido principalmente à grande procura por alimentos, em face do crescimento populacional, da elevação dos preços destes produtos e da necessidade de produzir mais alimentos a custos mais baixos. O uso do consórcio permite que sejam obtidas outras fontes de alimento tanto para consumo pelo produtor como para venda, possibilitando, ainda, uma exploração mais intensiva da propriedade, a complementação da dieta alimentar da família, além de agregar valor à cultura principal – a bananeira.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado na Fazenda Alto da Prata, em maio de 2002, em Teolândia, Litoral Sul da Bahia, constando de nove tratamentos: T₁ – Bananeira sem consórcio. T₂ – Bananeira, mudas tipo chifrinho e milho. T₃ – Bananeira, mudas tipo chifre e caupi. T₄ – Bananeira, mudas tipo chifre e feijão. T₅ – Bananeira, mudas tipo chifre e milho. T₆ – Bananeira, mudas tipo chifre e caupi. T₇ – Bananeira, mudas tipo chifre e feijão-de-porco. T₈ – Bananeira, mudas tipo chifre e feijão. T₉ – Bananeira, mudas micropropagadas e milho. Os espaçamentos utilizados foram 0,40 x 2,0 x 3,0 m, 4,0 x 2,0 x 2,6 m e 4,0 x 2,0 x 2,8 m em fileira dupla. O milho, o feijão ou o caupi ocupou apenas as ruas entre as fileiras duplas de bananeiras. Colhidas as culturas intercalares estas foram novamente estabelecidas em agosto de 2002. Os coeficientes técnicos previstos para cada produto, para efeito de análise, levando em consideração os seguintes itens de despesa, foram: insumos, plantio, práticas culturais, tratamentos fitossanitários e colheita. No segundo cultivo sucessivo, eliminou-se uma fileira de caupi e duas de feijão, mantendo-se as duas fileiras de milho. Foram realizados, apenas, análise econômica dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos com as culturas intercalares – milho, feijão e caupi são apresentados na Tabela 1, onde se observa produtividades relativamente baixas para alguns tratamentos, principalmente por terem sido originárias de dois cultivos

sucessivos. A produtividade do feijão (1.500 – 2.000 kg/ha) foi considerada significativa para as condições de sequeiro, tendo sido bem superior à média nacional (600 kg/ha). Os custos operacionais foram mais elevados para o feijão, atingindo a média de R\$ 614,95/ha, seguido do caupi com R\$ 506,35/ha e do milho com R\$ 495,80. No que concerne à receita líquida, os melhores resultados foram devidos ao milho comercializado sob a forma de centos de espiga de milho verde e ao caupi sob a forma de litros de feijão verde, respectivamente, seguidos do feijão cariquinho seco, em quilograma, os quais vão agregar um significativo valor à cultura da bananeira, quando da composição da sua receita líquida.

Para os índices de rentabilidade observa-se que apenas o tratamento T₂ apresentou efeito negativo, com índice de rentabilidade (IR) de 0,91, não agregando valor à cultura principal – a bananeira –, mas disponibilizando outra fonte de alimento – o milho. No entanto, o tratamento T₅, também com milho, já apresentou efeito positivo, com índice de rentabilidade de 1,36 o que vale dizer que para cada real investido em insumos de produção, houve um retorno de R\$ 1,36. Já no tratamento T₉ o milho apresentou produtividade, receita total, receita líquida e índice de rentabilidade expressivos, ou seja, 352 centos de espigas de milho verde/ha, com receita total de R\$ 3.520,00, receita líquida de R\$ 2.993,80 e índice de rentabilidade de 6,68, o que vai permitir a agregação de um elevado valor à cultura da bananeira. No tratamento T₃ o índice de rentabilidade foi de 1,35, ou seja, um retorno de R\$ 1,35 por real investido, apresentando produtividade média e baixas receitas total e líquida, agregando pouco valor à bananeira. Para o T₆ o caupi gerou efeitos bem mais positivos sobre a produtividade, representada por 3.030 litros de feijão caupi verde/ha, receita total de R\$ 3.030,00, receita líquida de R\$ 2.473,80 e índice de rentabilidade de 5,75, o qual implica em um retorno de R\$ 5,75 para cada real investido, que vai agregar um valor significativo à cultura da bananeira. Os tratamentos T₄ e T₈ expressaram, também, efeitos positivos, apresentando IRs de 3,36 e 3,95 implicam em retornos de R\$ 3,36 e R\$ 3,95 por real investido, respectivamente.

Tabela 1. Produtividade, custos operacionais, receitas e índice de rentabilidade/ha das culturas de milho, feijão e caupi intercaladas com bananeira, em dois cultivos sucessivos em Teolândia, Litoral Sul da Bahia – 2002.

¹T = Tratamentos. T₂: Bananeira x milho; T₃: Bananeira x caupi; T₄: Bananeira x feijão; T₅: Bananeira

Consórcio (T) ¹	Produtividade (kg/ha)	Custo operacional (R\$/ha) (C)	Receita total (R\$/ha) (R)	Receita líquida ² (R) – (C)	Índice de rentabilidade (IR) (R) ÷ (C)
T ₂	41,28 ³	461,00	412,80	-38,20	0,91
T ₅	69,69 ³	510,20	696,90	186,70	1,36
T ₉	352 ³	526,20	3.520,00	2.993,80	6,68
T ₃	618 ⁴	495,80	618,00	161,50	1,35
T ₆	3030 ⁴	506,35	3.030,00	2.473,80	5,75
T ₄	1571	593,90	1.996,00	1.402,10	3,36
T ₈	2000	636,00	2.514,18	1.878,18	3,95

x milho; T₆: Bananeira x caupi; T₉: Bananeira x feijão; T₃: Bananeira x milho. O tratamento T₁ não figura por se tratar de sistema não consorciado e o T₇ pela cultura intercalar ter sido o feijão-de-porco, utilizado como cobertura viva do solo.

Esses resultados são compatíveis com os obtidos em alguns trabalhos, onde foi possível observar que os sistemas em consórcio e/ou associações de culturas alimentícias anuais, agregam valor à cultura principal.

Alguns autores observaram que o espaçamento e a densidade de plantio da bananeira precisam ser adequados ao estabelecimento do consórcio e que a exploração mais intensiva da propriedade possibilita ao agricultor a obtenção de maior lucro ou pelo menos recuperar parcial ou totalmente os custos de implantação da bananeira.

CONCLUSÃO

As culturas do milho (*Z. mays*), feijão (*P. vulgaris*) e caupi (*V. unguiculata*) com a adição de insumos e tecnologias apropriadas, apresentaram produtividade, custo operacional, receita total, receita líquida e índice de rentabilidade, na sua maioria satisfatórios, quando consorciadas com bananeira 'Terra', nos arranjos espaciais adotados, agregando valor a esta cultura.

¹ Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Caixa Postal 007, CEP 44380-000, Cruz das Almas-BA, e-mail: mlima@cnpmf.embrapa.br

² Engenheiro Agrônomo, M.Sc. Pesquisador Consultor, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Caixa Postal 007, CEP 44380-000, Cruz das Almas-BA.

³ Engenheira Agrônoma, D.Sc. Pesquisadora da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Caixa Postal 007, CEP 44380-000, Cruz das Almas-BA, e-mail: analucia@cnpmf.embrapa.br

⁴ Engenheira Agrônoma, M. Sc. em Ciências Agrárias. Bolsista DTI-D, CNPq. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, C.P. 007, CEP 44.380-000, Cruz das Almas, BA, e-mail: adrianarpasos@yahoo.com.br

⁵ Bolsista de IC FAPESB – Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, C.P. 007, CEP 44.380-000. Cruz das Almas, BA, e-mail: neiaros@hotmail.com

REAÇÃO DE GENÓTIPOS DIPLÓIDES (AA) DE BANANEIRA AO MAL-DO-PANAMÁ EM CONDIÇÕES DE CAMPO.

REACTION OF BANANA DIPLOID GENOTYPES TO PANAMA DISEASE UNDER FIELD CONDITIONS.

Aristóteles Pires de Matos¹, Zilton José Maciel Cordeiro¹, Sebastião de Oliveira e Silva¹, Danuzia Maria Vieira Ferreira² & Rafaela Oliva Troccoli³

SUMMARY. Seven improved banana (AA) diploid hybrids (011601, 130404, 130406, 131801, 422306, 51A1909 and SH3263) were evaluated for resistance to *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*, causal agent of Panama disease. Disease incidence was evaluated during the first and second crop cycles. Results showed that all the evaluated diploid hybrids were resistant to the pathogen.

INTRODUÇÃO

O mal-do-Panamá ou murcha de *Fusarium*, causado por *Fusarium oxysporum* Schlechtend.: Fr. f.sp. *cubense* (E.F. Smith) W.C. Snyder & Hansen, é uma das doenças mais importantes da bananeira (*Musa* spp.). Primeiramente relatado afetando bananeiras na Austrália (Bancroft, 1876), o mal-do-Panamá foi detectado em 1930 no Brasil, sobre banana 'Maçã' (Cordeiro et al., 2005). Atualmente esta doença é encontrada em todas as regiões produtoras de banana do país, causando perdas acentuadas na produção de frutos na cultivar Maçã, altamente suscetível ao patógeno (Cordeiro et al., 1993). O controle do mal-do-Panamá é fundamentado na implementação de medidas integradas incluindo a utilização de variedades resistentes (Matos et al., 1998). Considerando a importância dos genótipos diplóides (AA) como parentais masculinos para a geração de novas variedades, conduziu-se este trabalho com o objetivo de avaliar a reação de híbridos diplóides (AA) melhorados, cultivados em área artificialmente infestada com *F. oxysporum* f.sp. *cubense*.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, localizada no município de Cruz das Almas, Bahia, Brasil. A área experimental foi artificialmente infestada com *F. oxysporum* f.sp. *cubense* mediante cultivos sucessivos de banana 'Maçã', altamente suscetível ao patógeno (Cordeiro et al., 1993). Visando promover uma distribuição uniforme do inóculo, a área foi arada e gradeada antes da implantação do experimento. O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, com nove tratamentos, representados pelos genótipos em avaliação, e dez repetições. O espaçamento utilizado foi de 3m x 2m e as plantas receberam os tratos culturais convencionais para a cultura. Os híbridos diplóides (AA) melhorados, avaliados no presente trabalho, com seus respectivos parentais, foram: 011601 (Borneo = ssp microcarpa x Guyod); 130404 (Malaccensis x Madang); 130406 (Malaccensis x Madang); 131801 (Malaccensis x Sinwobogi); 422306 (M53 x S/No.2); 51A1901 (F2P2 x Tjua-Lagada); e SH3263. As cultivares Maçã e Figue Pome Naine foram utilizadas como testemunhas suscetíveis. Para avaliar a incidência do mal-do-Panamá, quando da colheita, procederam-se cortes transversais no rizoma a fim de quantificar a incidência da doença atribuindo-se notas conforme a escala proposta por Cordeiro et al. (1993), onde: 0 = ausência de descoloração vascular, planta sadia; 1 = pontos isolados de descoloração no câmbio vascular; 2 = descoloração correspondente a até 1/3 do câmbio vascular; 3 = descoloração entre 1/3 e 2/3 do câmbio vascular; 4 = descoloração superior a 2/3 do câmbio vascular; e 5 = descoloração total do câmbio vascular. Para análise da variância os dados foram transformados para $\sqrt{x} + 0,5$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da variância da intensidade de sintomas internos incitados por *F. oxysporum* f.sp. *cubense* em diplóides (AA) melhorados de

bananeira é mostrada na Tabela 1, onde se observa significância, a 1% de probabilidade, para genótipos, tanto no primeiro quanto no segundo ciclos. Conforme pode-se observar na Tabela 2, as testemunhas suscetíveis, 'Figue Pome Naine' e 'Maçã', apresentaram níveis máximos de infecção, representados pela nota 5,0, no primeiro e segundo ciclos, enquanto nos genótipos diplóides a severidade de doença foi bastante reduzida, variando de 0,0 a 0,6. A comparação entre os diversos tratamentos, segundo o teste de Scott & Knott (Scott & Knott, 1974), ao nível de 5% de probabilidade (Tabela 2), mostra que os genótipos avaliados podem ser classificados em dois grupos distintos onde 'Figue Pome Naine' e 'Maçã' constituem os genótipos suscetíveis e os híbridos diplóides (AA) melhorados 011601, 130404, 130406, 131801, 422306, 51A1909 e SH3263 são classificados como resistentes ao mal-do-Panamá, por apresentarem incidência da doença inferior a 1,4 (Cordeiro, 1993). Os resultados mostram ainda que o patógeno não foi capaz de causar infecção no híbrido diplóide (AA) melhorado 011601 seja no primeiro ou no segundo ciclo de avaliação. Embora todos os híbridos diplóides avaliados tenham expressado reação de resistência ao mal-de-Panamá, sua utilização como parental em programa de melhoramento da bananeira depende ainda da avaliação de outras características agrônomicas.

Tabela 1. Resumo da análise de variância para diplóides melhorados.

FV	GL	QM ¹	
		1º ciclo	2º ciclo
Genótipo	8	4,6821**	4,8706**
Resíduo	79	0,0713	0,0355
CV(%)		23,27	16,77
Média Geral		1,1477	1,1243

**Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

¹Variável transformada para $\sqrt{x} + 0,5$

Tabela 2. Severidade de infecção por *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* em híbridos diplóides (AA) melhorados de bananeira¹

Genótipo	1º ciclo	2º ciclo
011601	0,0000b ²	0,0000b
130404	0,2000b	0,2000b
130406	0,2000b	0,0000b
131801	0,6250b	0,3750b
422306	0,4000b	0,0000b
51A1901	0,2000b	0,0000b
SH3263	0,0000b	0,4000b
Figue Pome Naine	5,0000a	5,0000a
Maçã	5,0000a	5,0000a

¹ Médias originais

² Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott & Knott a 5% de probabilidade.

REFERÊNCIAS.

- BANCROFT, J. 1876. Report of the broad appointed to inquire into the cause of disease affecting livestock and plants. Queensland. Votes and Proceedings, n.3, p.1011-1038.
- CORDEIRO, Z. J. M.; SHEPHERD, K.; SOARES FILHO, W. dos S.; DANTAS, J. L. L. 1993. Avaliação de resistência ao mal-do-Panamá em híbridos tetraplóides de bananeira. Fitopatologia Brasileira, v.18, n.4, p.478-483.
- CORDEIRO, Z. J. M.; MATOS, A. P. de; KIMATH, H. 2005. Doenças da bananeira. In: KIMATHI & GALLI ed. Manual de Fitopatologia; doenças de plantas cultivadas. São Paulo. Ed. Agronômica Ceres. V.2. p.99-117.
- MATOS, A. P. de; BORGES, M. de F.; SILVA, S. de O. e; CORDEIRO, Z. J. M.; ANDRADE, S. de M. 1998. Reaction of banana genotypes to *Fusarium wilt* (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*) under field conditions in Brazil. Memórias XIII Reunión ACORBAT, p.311-318.
- SCOTT, A. J.; KNOTT, M. A. 1974. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. Biometrics, v.30, n.3, p.507-512.

¹Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Rua Embrapa, s/n – Caixa Postal 007, Cruz das Almas, Bahia, 443800-000. Tel. (75) 3621-8094. apmatos@cnpmf.embrapa.br

²Agência Estadual de Defesa Agropecuária da Bahia (ADAB), Salvador, Bahia.

³ Estudante do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais da UFBA, Bolsista de Iniciação Científica (PIBIC), Cruz das Almas, BA.

**PÓS-COLHEITA, AGROINDÚSTRIA, ECONOMIA
POSTHARVEST, AGROINDUSTRY, ECONOMICS
POSTCOSECHA, AGROINDUSTRTIA, ECONOMIA**

CARACTERIZAÇÃO PÓS-COLHEITA DOS FRUTOS DE BANANEIRA (*Musa spp.*)

POSTHARVEST CHARACTERIZATION OF FRUITS FROM BANANA GENOTYPES

Sílvia Barbosa dos Santos¹; Márcio Eduardo Canto Pereira²; Sebastião de Oliveira e Silva² & Taliane Leila Soares¹

SUMMARY: During banana ripening process many transformations occur in appearance, flavor, texture and chemical composition, leading it to high acceptability and high nutritional value. Despite of the huge diversity among varieties, few of them have desirable characteristics. Aiming the postharvest characterization of black Sigatoka resistant banana genotypes from the breeding program of Embrapa Cassava and Tropical Fruits, fruit evaluations were carried out for the genotypes Caipira and FHIA 18. Fruits were harvested in physiological maturation and analyzed just after harvest (maturity stage 1 – completely green peel) and when ripe (maturity stage 6 – completely yellow skin). Parameters analyzed were: finger length and diameter, finger weight, skin thickness, pulp/skin ratio, pulp firmness, soluble solids – SS, titratable acidity – AT, SS/AT ratio, pH. The results showed that 'FHIA 18' had larger and heavier fruits, while 'Caipira' was the best for pulp yield, pulp/skin ratio and pulp firmness.

INTRODUÇÃO

As bananeiras, plantas do gênero *Musa spp.*, são cultivadas na maioria dos países tropicais (Alves, 1999). Por produzirem frutas das mais apreciadas pelos consumidores brasileiros, uma série de pesquisas ligadas ao melhoramento genético vem se realizando, com o objetivo de obter plantas de boa produtividade, com porte médio a baixo e frutos de qualidade superior, resistência/tolerância a pragas e doenças (Dantas et al., 1993). Essas doenças acarretam severas perdas, podendo chegar a comprometer até 100% da produção, tendo como principal a Sigatoka Negra, causada pelo fungo *Mycosphaerella fijiensis*. O objetivo do estudo foi avaliar cultivares de banana resistentes a Sigatoka Negra, visando à identificação de genótipos superiores que posteriormente poderão ser recomendados aos agricultores.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido em 2005 no laboratório de Fisiologia Vegetal e Pós-Colheita da *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*, utilizando-se frutos de genótipos de bananeira das cultivares FHIA 18 e Caipira. Os frutos foram colhidos no estágio de maturação fisiológica e analisados em dois estádios de maturação: estágio 1 (casca totalmente verde) e seis (casca totalmente amarela) quanto aos aspectos físicos: peso do cacho, diâmetro e comprimento,; massa da fruta com e sem casca, teor de sólidos solúveis (SS), firmeza, espessura da casca e relação polpa/casca. As análises químicas realizadas foram através da determinação do pH, e da acidez titulável (AT), segundo A.O.A.C. (1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das análises físicas demonstraram existir diferença significativa ($p > 0,05$) entre os genótipos FHIA18 e Caipira em relação aos seguintes atributos: peso da penca, número de dedos, comprimento e diâmetro do dedo, peso do dedo, peso e diâmetro da polpa e espessura da casca (Tabela 1). Para todos estes atributos, exceto para o número de dedos por cacho, a variedade FHIA 18 foi superior à Caipira. Dentre as demais características avaliadas (Tabela 2), as variedades não diferiram significativamente para a firmeza no estágio 6 e SST nos dois estádios de maturação. A 'FHIA 18' apresentou

frutos maduros mais ácidos enquanto a 'Caipira' apresentou melhor rendimento de polpa (relação polpa/casca) nos dois estádios.

Tabela 1. Valores médios de características das pencas e dedos das variedades FHIA-18 e Caipira. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, (2005)

	FHIA 18	CAIPIRA
Peso da penca (g)	2452,7a	1417,7b
Número de dedos	15,3b	18,7a
Comprimento do dedo (cm)	18,1a	12,9b
Diâmetro do dedo (mm)	40,8a	33,3b
Peso do dedo (g)	154,1a	69,9b
Peso da polpa (g)	95,0a	51,3b
Diâmetro da polpa (mm)	32,8a	27,8b
Espessura da casca (mm)	8,0a	4,5b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Valores médios de características das pencas das cultivares FHIA-18 e Caipira em dois estádios de maturação. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, (2005).

Característica	Estádio de maturação	Variedade	
		FHIA 18	CAIPIRA
Relação polpa/casca	1	1,47Ba	2,13Ab
	6	1,77Ba	3,90Aa
Firmeza da polpa	1	7,83Ba	9,40Aa
	6	0,30Ab	0,27Ab
SST	1	3,40Ab	3,70Aa
	6	28,10Aa	28,00Ab
Acidez (%)	1	0,30Ab	0,30Ab
	6	0,83Aa	0,53Ba
Ratio (SST/ATT)	1	10,80Ab	11,87Ab
	6	33,37Ba	51,00Aa
pH	1	5,47Aa	5,37Aa
	6	4,17Bb	4,90Ab

Médias de cada característica seguidas pela mesma letra maiúscula nas linhas e minúscula nas colunas não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

CONCLUSÃO

A cultivar FHIA 18 apresenta dedos maiores e mais pesados que a 'Caipira', que apresenta pencas com mais dedos, estes com maior relação polpa/casca e menor acidez

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E. J. (Org.). A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. 2.ed. Brasília: Embrapa-SPI / Cruz das Almas: Embrapa - CNPMF, 1999. 585p.
- DANTAS, J. L. L.; SHEPHERD, K. L.; SOARES FILHO, W. dos S.; CORDEIRO, Z. J. M.; SILVA, S. de O.; SOUZA, A. da S. Citogenética e melhoramento genético da bananeira (*Musa spp.*). Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1993. 61p. (Documentos, 48).
- A. O. A. C. (Association of Official Analytical Chemists). Official methods of analysis. 14. ed. Arlington: 1984. 1141p.

¹ Eng. Agrônoma Mestranda do curso de Ciências Agrárias da Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia.

² Eng. Agrônomo, Pesquisadores da *Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical*, marcio@cnpmf.embrapa.br

SENSORIAL ANALYSIS OF BANANA CULTIVARS TROPICAL VERSUS 'PRATA' AND 'MAÇÃ'

ANÁLISE SENSORIAL DE CULTIVARES DE BANANA 'TROPICAL', EM RELAÇÃO À 'PRATA' E 'MAÇÃ'

Aurélio Ludovico de Almeida Martinez¹; João Luiz Palma Menegucci²;
Juracy Rocha Braga Filho³; Tatiely Gomes Bernardes⁴; Marcos Antônio
Machado Mesquita⁵ e Ronaldo Veloso Naves⁶

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar a aceitação da cultivar Tropical pelos consumidores, mediante análise sensorial dos frutos comparando-a com as cultivares Maçã e Prata. As plantas da 'Tropical' foram cultivadas sob dois níveis de irrigação (15 kPa e 75 kPa de tensão no solo) e seus frutos climatizados sob duas temperaturas (18°C e 20°C). A climatização ocorreu na Ceasa, em Goiânia, onde também foram adquiridas as amostras de frutos das cultivares Maçã e Prata. O teste foi realizado com cinquenta provadores não treinados, aos quais foram fornecidas amostras dos frutos, aleatoriamente. Para a avaliação, foi adotada uma escala hedônica de sete pontos (7: gostei extremamente, 1: desgostei extremamente). No momento da realização do teste, os frutos da 'Prata' apresentaram Brix de 25,9, da 'Maçã' 23,4 e da 'Tropical', variou de 21 a 22,8. Segundo a análise de variância, houve diferença significativa entre os tratamentos. Sendo que a 'Prata' apresentou média de 5,3, seguida da 'Tropical', com média de 4,88, e pela 'Maçã' com média de 4,1. Tal resultado, provavelmente, ocorreu devido as amostras de 'Maçã' terem apresentado sabor um pouco adstringente, característico da sua não completa maturação. Ao contrário da 'Prata' e da 'Tropical', cujos frutos estavam no seu ponto ótimo de consumo. Pelos resultados obtidos, verifica-se que a variedade 'Tropical' possui potencial para exploração econômica. Essa conclusão, entretanto, carece de outros testes para validá-la e fornecer ao produtor maior segurança quanto ao investimento.

INTRODUCTION

Banana is the most consumed fruit in the world. It is considered important as source of carbohydrates in several countries. Its consumption per capita reaches 240 kg/inhabitant/year in Uganda¹. In Brazil, it is cultivated approximately 500.000 ha², being the main economic activity in State of Acre. There are several cultivars of banana, however only a few are used commercially and all of them present serious pests and diseases problems, that contribute to low yields. This fact shows the need for development of new varieties and the evaluation of its consumers acceptance. 'Tropical' is a hybrid (AAAB) resulted from the crossing of Yangambi n° 2 with Hybrid (AA) M53. Its fruits are bigger, thicker, and the plant yield more than 'Maçã'. It has *Fusarium oxysporum* tolerance and *Myicosphaerella musicola* resistance. The objective of the experiment was to evaluate the consumers acceptance of 'Tropical' fruits, compared to cultivars Maçã and Prata fruits.

MATERIAL AND METHODS

The sensorial analysis of flavor was carried out in individual cabins, using a hedonic scale of seven points (1- disliked extremely: 7- liked extremely)². It was randomly served a 1.0 cm thick piece of every cultivar fruit. The test was carried out with fifty non-trained panelist. The plants of 'Tropical' was cultivated under two irrigation levels (water tension in the soil was 15 kPa and 75 kPa). The fruit were submitted to two ripening temperatures, 18°C and 20°C. The local of cultivation was situated at 16°28'00"S, 49°17'00" N and altitude of 823 m. The

sample of 'Maçã' and 'Prata' were acquired in a wholesaler. All samples were ripened in the same period in the same wholesaler.

RESULTS AND DISCUSSION

At the time of the test, the fruits of 'Prata' presented 25.9°Brix, 'Maçã' 23.4°Brix, and 'Tropical' varied from 21°Brix, for irrigation at 15 kPa soil tension and temperature of 20°C in the maturation, to 22.8°Brix, for the irrigation at 75 kPa and temperature in the acclimatization of 20°C. According to analysis of variance, there was interaction between irrigation effects and ripening temperature in the acceptance of the fruits of 'Tropical'. The fruit from plants irrigated at 15 kPa had better acceptance than ones irrigated at 75 kPa. The statistic analysis pointed larger acceptance of 'Prata', with average 5.33, followed by 'Tropical', with average 4.58 and 'Maçã', with average 4.13. The difference among cultivars were significant at 5% of probability. The 'Maçã' fruits, despite being ripened in the same period as the others, presented flavor a little astringent, characteristic of incomplete ripeness. The fruits of 'Prata', unlike 'Maçã', was in the great point of consumption. In agreement with the results, the 'Tropical' presented good acceptance for the consumers, it could occupy a slice *in natura* banana market. Though it is convenient the accomplishment of others acceptance/preference tests to provide larger security to producers to cultivate it.

CONCLUSION

The fruits of cultivar Tropical have a good acceptance, compared with cultivars Prata and Maçã.

REFERENCES.

1. ARIAS, P.; DANKERS, C.; LIU, P.; PILKAUSK. P. La economía mundial del banano: 1985-2002. Rome: FAO, 2003, 98p
2. AGRICULTURAL. O anuário da agricultura brasileira. São Paulo: FNP, 2005
3. MORAES, M. A. C. Métodos para a avaliação sensorial dos alimentos. 7ed. Campinas, Unicamp, 1990. 93p.

ACKNOWLEDGEMENT:

Dr. João Batista Duarte, Professor of Statistics course - UFG
Dr. José Aluísio Moreira, researcher at Embrapa Arroz e Feijão

¹ UFG Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos - Student Master

² Embrapa Transf. Tecnologia - Researcher

³ UFG Escola de Agronomia e Eng. de Alimentos - Student Doctor

⁴ UFG Escola de Agronomia e Eng. de Alimentos - Student Master

⁵ Master of Science

⁶ UFG Escola de Agronomia e Eng. de Alimentos - Fruit cultivation Teacher
UFG Escola de Agronomia e Eng. de Alimentos, C.P. 131, Goiânia-GO CEP: 74001-270, Brasil; Embrapa Transferência de Tecnologia Escritório de Negócios de Goiânia Rod. BR 153, Km 04. Cx. Postal 314. Goiânia-GO. 74001870.

APTIDÃO DE GENÓTIPOS DE BANANEIRA PARA PRODUÇÃO DE BANANA-PASSA

APTITUDE OF BANANA GENOTYPES IN THE PRODUCTION OF DEHYDRATED BANANA

Edneide Luciana Santiago Matos¹; Alexandra Pereira dos Santos¹;
Rossana Catie Bueno de Godoy² & Sebastião de Oliveira e Silva²

SUMMARY: Four banana genotypes were used in the dehydrated banana study: Ambrósia, Bucaneiro, Calipso and Grande Naine (Control). The objective of the present study was to evaluate the physical-chemical properties and the sensorial analysis of dehydrated banana from different banana genotypes. The dehydrated banana produced was well accepted regarding the sensorial analysis, whereas Ambrosia was mostly appreciated.

INTRODUÇÃO

A industrialização da banana na forma de passa é bastante simples, envolve poucas operações, requer pouca mão-de-obra e baixo investimento em equipamentos e pode se viável em diferentes escalas de produção, além de promover o aumento da vida-de-prateleira e agregar valor ao produto. O presente trabalho teve como objetivo avaliar as características físico-químicas e sensoriais do produto banana-passa obtido a partir de frutos de diferentes genótipos e comparar com cultivar comercial comumente utilizada para este tipo de produto.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Ciência e Tecnologia de Alimentos da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, em Cruz das Almas-BA. Utilizaram-se frutos de quatro genótipos: Ambrósia, Bucaneiro, Calipso e Grande Naine (Testemunha). Os mesmos foram colhidos no estágio de maturação "1" (casca completamente verde) e deixados amadurecer em condições ambientes até o estágio de maturação "6" (casca completamente amarela), sem manchas pretas. Para processamento das bananas-passa as pencas foram lavadas em água corrente, os frutos despencados, selecionados e descascados manualmente. Em seguida foram dispostos em bandejas teladas e desidratados em secador com circulação forçada de ar quente a 65°C até atingir 18 % de umidade (1).

As amostras foram posteriormente analisadas quanto: ao pH, leitura direta em pHmetro digital; aos sólidos solúveis totais (SST), à acidez total titulável, método descrito(2) e aos açúcares redutores e totais pelo método descrito(3). O delineamento estatístico foi inteiramente casualizado, com cinco repetições.

A avaliação sensorial compreendeu teste de consumidor com 50 provadores não treinados. Foram avaliados a aceitação global e os atributos: aparência, cor, aroma, sabor e textura, utilizando-se escala verbal e numérica de 7 pontos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH das bananas-passa variou de 4,90 na Grande Naine a 5,19 na Ambrósia, onde somente a Calipso não apresentou diferenças significativas em relação à Grande Naine (testemunha). As variedades diferiram significativamente entre si em relação ao SST variando de 46,00° na Bucaneiro a 57,60° na Calipso. Quanto a ATT, a Ambrósia e a Grande Naine não diferiram entre si apresentando valor de 1,10. O mesmo não foi observado nas outras variedades. Não houve diferenças significativas para açúcar redutor, no entanto, para o açúcar

total, todas diferiram entre si, cabendo à Ambrósia o maior valor dessa característica (55,81%) (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização físico-química em bananas-passa obtida a partir de frutos de diferentes genótipos.

Amostras	pH	SST ° Brix	ATT % ác.cítrico	SST/ ATT	Açúcar Redutor % glicose	Açúcar Total % glicose
Ambrósia	5,19 a	56,00 b	1,10 b	50,92 a	46,88 a	55,81 a
Bucaneiro	5,12 a	46,00 d	1,03 c	44,84 b	41,43 a	45,45 d
Calipso	4,93 b	57,60 a	1,51 a	38,26 c	41,43 a	53,75 b
Grande Naine	4,90 b	50,80 c	1,10 b	46,06 b	44,25 a	49,67 c
Média	5,03	52,60	1,18	45,02	43,50	51,17
C.V. (%)	1,05	1,34	3,42	3,15	9,69	1,28

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

Quanto à análise sensorial de aceitabilidade (aparência, cor, aroma, sabor e textura), todas as bananas-passa obtidas diferiram estatisticamente em relação à testemunha (Tabela 2), à exceção da Calipso em textura. A cultivar Ambrósia obteve as melhores notas na avaliação sensorial nos atributos aparência, cor, aroma e sabor e na aceitação global superando a 'Grande Naine' utilizada comercialmente para produção de bananas passa.

Tabela 2 - Avaliação sensorial em bananas-passa obtidas a partir de frutos de diferentes genótipos.

Amostras	Aparência	Cor	Aroma	Sabor	Textura
Ambrósia	4,92 a	5,30 a	5,34 a	5,00 a	5,18 a
Bucaneiro	4,32 a	4,66 a	4,56 b	4,90 a	5,26 a
Calipso	3,18 b	3,32 b	4,66 ab	4,26 a	3,86 b
Grande Naine	2,22 c	1,90 c	3,58 c	3,24 b	3,58 b
Média	3,66	3,79	4,53	4,35	4,47
C.V. (%)	48,46	45,92	32,24	41,12	37,11

Médias seguidas da mesma letra, nas colunas, não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey, a 5 % de probabilidade.

CONCLUSÃO

Nas condições estudadas, os genótipos avaliados para produção de banana-passa foram superiores à variedade Grande Naine em relação aos atributos aparência, cor, aroma e sabor na avaliação sensorial.

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, J.M.; GASPARINO FILHO, J. Desidratação de Frutas e Hortaliças. Campinas: ITAL, 2002, 205p. (Manual Técnico).
- A.O.A.C. Official methods of analysis. 15. ed. Arlington: Association of Official Analytical Chemists, 1990. p.912-1010.
- LANARA. Métodos analíticos para controle de produtos de origem animal e ingredientes – II – Métodos Físicos e Químicos, 1981. [s.l.:s.n.]

¹Universidade Federal da Bahia – Escola de Agronomia. Estudantes de graduação/Bolsistas Fapesb, edneidematos@yahoo.com.br

²Orientador(a) Fapesb Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical – Rua Embrapa, s/n – Caixa Postal 007 – Cruz das Almas – BA, 44.380-000. s/n Tel. (75) 3621-8044. Brasil.

AVALIAÇÃO FÍSICA E QUÍMICA DE FRUTOS DE BANANEIRA CULTIVAR TROPICAL SOB DIFERENTES TENSÕES DA ÁGUA NO SOLO

PHYSICAL AND CHEMICAL EVALUATION OF BANANA FRUITS 'TROPICAL' ON DIFFERENT TENSIONS OF THE WATER IN THE SOIL

Tatiely Gomes Bernardes¹; Marcos Antônio Machado Mesquita²; Marilza dos Santos Lacerda³; Renata Alves Aguiar⁴; José Aloísio Alves Moreira⁵; Luis Fernando Stone³; João Luiz Palma Menegucci⁴ & Nei Peixoto⁵.

SUMMARY: This work aimed to evaluate physical and chemical characteristics of fruits of banana, Tropical cultivar, driven under different irrigation sheets, in the tensions of the water of the soil of 15, 30, 45, 60 and 75 kPa, for reinício of the irrigation. The evaluations were accomplished at the Laboratory of Physiochemical of Foods of the School of Agronomy and Engineering of Foods of the Federal University of Goiás. For the physical and chemical characteristics were used fruits of the second bunch, when these reached the maturation point. The appraised physical aspects of the fruits were: diameter, length, thickness of the peel and mass of the fruit. The analyzed chemical parameters were: total soluble solids (TSS) (°Brix); pH; total titratable acidity (TTA); and TSS/TTA ratio. it was Concluded by the results that there were not significant differences among the treatments for the physical and chemical variables appraised of the banana tree to cultivate Tropical.

INTRODUÇÃO

A cultivar Tropical é resistente à Sigatoka-amarela, é também tolerante ao Mal-do-Panamá (Borges & Souza, 2004). Além das características agrônômicas, a composição química das frutas é uma qualidade a ser considerada para a seleção de variedades, e segundo Nogueira & Torrezan, (1997). a composição química da banana varia de acordo com a variedade. O objetivo deste trabalho foi avaliar as características físicas e químicas de frutas da cultivar Tropical produzidas sob diferentes valores de tensão da água do solo para reinício da irrigação.

METODOLOGIA

As avaliações foram realizadas no Laboratório de Físico-Química da Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Goiás. Os frutos, colhidos em plantas de primeiro ciclo no primeiro semestre de 2005, advieram da Embrapa Arroz e Feijão, no experimento conduzido sob diferentes lâminas de irrigação, nas tensões da água do solo de 15, 30, 45, 60 e 75 kPa, para reinício da irrigação. Para as características físicas e químicas foram utilizados frutos da segunda penca, e a colheita destes ocorreu quando atingiram estágio de maturação "¾ gorda". Estes foram mantidos em temperatura ambiente com média de 22,4 °C e umidade relativa do ar com média de 48 %. Os aspectos físicos avaliados dos frutos foram: diâmetro, comprimento, espessura da casca e massa do fruto. Os parâmetros químicos analisados foram: sólidos solúveis totais (SST) (°Brix), com leitura realizada com auxílio do refratômetro; pH, por medida direta em potenciômetro; acidez total titulável (ATT), método titulométrico-INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1976); e relação SST/ATT. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, ao teste de Tukey, a 5% para comparação das médias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para as variáveis físicas analisadas: diâmetro, comprimento, massa do fruto e espessura da casca, e as químicas: pH, sólidos solúveis totais (SST), acidez total titulável (ATT) e relação SST/ATT, não houve diferenças significativas entre os

diferentes níveis de tensão da água do solo para o reinício da irrigação. As médias dos tratamentos podem ser observadas na Tabelas 1 e 2. O diâmetro e comprimento dos frutos tiveram em média 42, 2 mm e 19,3 cm, respectivamente. As características físicas de diâmetro e comprimento são parâmetros importantes principalmente para frutas destinadas ao processamento de produtos desidratados, influenciando no processo de secagem. Os sólidos solúveis totais em média foram de 23,74 °Brix. Os valores elevados de SST são desejáveis, tanto para o consumo *in natura*, pois proporcionam melhor sabor, como para a indústria, por aumentar o rendimento na elaboração dos produtos (Paiva et al., 1997). Os frutos tiveram em média um pH de 4,5 dentro da faixa de valores citados por Matsuura et al., (1999), que é de 4,4 a 4,6, na banana madura. O valor de ATT com a média de 0,34% de ácido málico, está dentro da faixa sugerida por Chitarra & Chitarra (1994), que é de 0,22% a 0,57%. Esses autores citam que os ácidos orgânicos, juntamente com os açúcares, são responsáveis pelo aroma e sabor da banana. Para a relação sólidos solúveis totais/acidez total titulável a média foi de 69,5, dentro da faixa observada por Cerqueira (2000), que é de 33,7 a 109,2, em avaliação de diferentes genótipos de banana. A relação SST/ATT correlaciona-se com o sabor da banana e é um índice mais representativo que a medição isolada dos açúcares ou da acidez, Chitarra & Chitarra, (1994).

Tabela 1 – Médias do diâmetro, comprimento, massa, e espessura da casca de frutos da cultivar Tropical, submetidas a cinco níveis de tensão de água no solo, Santo Antônio de Goiás, 2005.

Tratamentos	Diâmetro (mm)	Comprimento (cm)	Massa do fruto (g)	Espessura da casca (mm)
15 (kPa)	41,46	18,5	138,84	2,50
30 (kPa)	42,36	18,95	154,06	1,93
45 (kPa)	43,25	20,62	164,71	2,74
60 (kPa)	41,08	18,62	156,77	2,47
75 (kPa)	42,68	19,775	158,63	1,9
Médias	42,17	19,30	154,60	2,31
CV	5,99	8,50	13,45	29,44

Tabela 2 – Médias das análises químicas dos valores de sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez total titulável (ATT) e relação SST/ATT, em frutos da cultivar Tropical, submetidas a cinco níveis de tensão da água no solo, Santo Antônio de Goiás, 2005.

Tratamentos	SST (°Brix)	pH	ATT (%)	SST/ATT
15 (kPa)	24,25	4,55	0,34	71,32
30 (kPa)	23,6	4,51	0,33	71,52
45 (kPa)	24,08	4,53	0,36	66,89
60 (kPa)	22,85	4,54	0,35	65,29
75 (kPa)	23,95	4,5	0,33	72,58
Médias	23,74	4,53	0,34	69,52
CV	5,08	2,31	10,30	7,58

CONCLUSÃO

Não houve diferenças significativas nas variáveis físicas e químicas nos frutos da bananeira cultivar Tropical sob os diferentes níveis de irrigação pesquisados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Borges, A. L.; Souza, L. da S. O cultivo da bananeira. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2004, 279p.
- Cerqueira, R.C. Avaliação de características pós-colheita de genótipos de bananeira (*Musa spp.*). 2000. 69 f. Dissertação UFB, Cruz das Almas.
- Chitarra, A.B.; Chitarra, M.I.F. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v.17, n.179, p.41-47, 1994.
- Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. São Paulo, SP: Secretaria de Estado da Saúde, 1976. V. 1, 371p.
- Matsuura, F.C.A.U. et al. RBF, Jaboticabal, v.21, n.1, p.29-31, abril 1999.
- Nogueira, R.I.; Torrezan, R. Processamento e utilização. In: Alves, E.J. (Org). A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília: EMBRAPA-SPI; Cruz das Almas, EMBRAPA-CNPMP, 1997. p.545 - 585.
- Paiva, M.C. et al. RBF, Cruz das Almas, v.19, n.1, p.57-63, 1997.

¹ Engenheira Agrônoma, bolsista Embrapa Arroz e Feijão/ SECTEC/CNPq, tatiely@cnpaf.embrapa.br

² Eng. Agrônomo, Escola Agronomia e Engenharia de Alimentos, UFG, Goiânia, GO.

³ Dr. Agronomia, Pesquisador Embrapa Arroz e Feijão, Santo Antônio de Goiás, GO.

⁴ Dr. Agronomia, Pesquisador Embrapa/SNT, Goiânia, GO

⁵ Dr. Agronomia, Prof. UFG, Ipameri, GO.

DESAFIOS DO ARTESANATO COM FIBRA DE BANANEIRA: O CONTROLE DE FUNGOS E INSETOS NA MATÉRIA-PRIMA.

CHALLENGES ON CRAFTSMANSHIP FROM BANANA FIBER: FUNGI AND INSECTS'S CONTROL IN PRIME- MATERIAL.

Maria Elisa de Paula Eduardo Garavello¹; Vivyan Justi Conceição²; Camila Schorr Reinert³; Raquel Pisinato⁴; Márcia Regina da Silva⁵; Kátia Pacheco dos Santos⁶; Sílvia Maria Guerra Molina⁷ & Marcos Paulo Bento Freitas⁸.

SUMMARY: This work proposes and evaluates a fungus and insects control methodology for bananastraw used in the craftsmanship by eucalyptus oil solution. The essays were done in laboratories of ESALQ/USP and in two communities of artisans. Artisans also received information about fungus and insects's development and reproduction. Fragments of Bananastraw (1x1cm) treated by eucalyptus oil solution (1%, 2%, 7%, and 14%) were placed on the surface of solid culture media (agar-water) in Petri dishes and maintained 6 days on 28°C/ambiente. After that, it was counted the number of microorganisms colonies present in each Petri dish as the method for evaluation of the treatments efficiency. The treatments by 7% and 14% eucalyptus oil solutions showed to be efficient for both fungi and insects, but the results depend on other preventive procedures related to the materials manipulation and storage, as well as of the environmental characteristic in which these are processed.

INTRODUÇÃO

A confecção de artesanato como subproduto da cultura da banana, a partir do pseudocaule cortado após a frutificação (1), tem sido uma atividade promissora na agregação de valor à produção. Tem também uma dimensão social como alternativa de renda para as comunidades rurais. Entretanto, um fator que tem limitado a sua comercialização é o ataque de fungos e insetos na matéria-prima. Este trabalho propõe e analisa uma metodologia desenvolvida para controle dos mesmos, efetuada em laboratório e em duas comunidades de artesãos aqui denominadas de (A) e (B). Paralelo aos ensaios, houve um processo educativo nas mesmas, quando foram ministrados conceitos sobre desenvolvimento e reprodução de fungos e insetos, além de profilaxia e formas de higiene do ambiente em relação ao controle de pragas no bananal, manipulação na extração e armazenagem da matéria-prima.

MATERIAL E MÉTODOS

Testes iniciais para o tratamento natural da palha com ervas e plantas medicinais foram realizados em laboratório, sendo selecionado aquele à base de eucalipto (*Eucalyptus camaldulensis*). Sendo o eucalipto muito volátil, verificou-se a necessidade de uma solução associando-o com óleo de canola, como substância antioxidante; contendo também o sabão de coco como dispersante, além de água. Foram testadas diferentes concentrações da solução (7% e 14%), com imersão e aspersão do material, em duas comunidades de artesãos (aqui denominadas de A e B).

Na comunidade (A) foram também testadas soluções com 1% e 2% em imersão. Devido às condições ambientais mais complexas da comunidade (B), foram realizados diferentes ensaios, com diferentes grupos de artesãos. Em laboratório, foram realizados experimentos de inoculação das palhas tratadas nas comunidades, em meio de cultura (água + água), tendo por finalidade verificar a eficiência dos mesmos, com a quantificação do número de colônias de fungos crescidas. Produtos prontos com e sem infestação de insetos

também foram tratados com a solução através de aspersão, para verificação do controle dos mesmos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na comunidade (A) verificou-se que o melhor tratamento a ser utilizado no beneficiamento da palha é o de Imersão a 7%, pois apresenta a mesma capacidade de controle dos fungos que a solução de 14%. Sendo assim, optou-se pela concentração mais baixa que utiliza menores quantidades dos componentes da solução, fazendo com que o custo final do artesanato seja mais baixo. Também foi observado que nas amostras tratadas com a solução de 1% e 2% de óleo de eucalipto não houve controle do crescimento de colônias; as placas apresentaram número elevado das mesmas, conforme demonstrado nas tabelas abaixo. Entretanto há a referir que as características climáticas (umidade relativa do ar e temperatura) da região em que se encontra a comunidade (A) e condições mais favoráveis podem ter contribuído no controle dos fungos em questão.

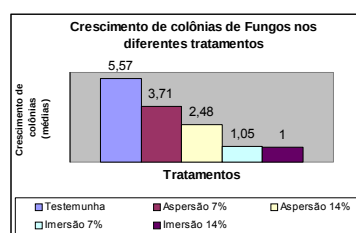


Gráfico: Médias de crescimento de colônias de fungos apresentadas nos diferentes tratamentos, na comunidade A.

IMERSÃO 1%	
Amostras	Nº Colonias
A	6
B	7
C	8

IMERSÃO 2%	
Amostras	Nº Colonias
A	8
B	7
C	6

Tabelas: Crescimento de colônias fúngicas em amostras de palha tratadas por imersão em solução de óleo de eucalipto a 1% e 2%.

Por outro lado, na comunidade (B) observou-se em testes iguais aos que foram realizados em (A), que os resultados não foram conclusivos, necessitando uma nova sequência de ensaios. Vale referir que as condições climáticas e ambientais dessa comunidade são mais favoráveis ao desenvolvimento de fungos, assim como prováveis deficiências na manipulação do material levaram a resultados pouco satisfatórios.

Com relação ao controle de insetos, resultados parciais em laboratório têm levado a concluir que o tratamento é eficiente para o controle de insetos nos produtos infestados, na medida em que foi observada morte dos insetos alojados nos mesmos, não havendo possibilidade, entretanto, de quantificar a duração do efeito repelente nos produtos são.

CONCLUSÃO

Os tratamentos testados vêm apresentando sucesso na comunidade (A) e em laboratório. No entanto, na comunidade (B), limitações de clima e relativas ao controle do ambiente têm levado a resultados insatisfatórios. Observou-se que o tratamento pode ser eficiente conforme a solução empregada, tanto para controle de fungos como para insetos, mas depende das medidas profiláticas na manipulação e armazenagem, bem como do ambiente em que é processada. Tais resultados parecem indicar que dificuldades de fazer dialogar saberes científicos e saberes locais, podem ser considerados desafios a serem vencidos para obtenção de sucesso da proposta de tratamento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

1. GARAVELLO, M.E.P.E. (coord.) et.al. A palha e a fibra de bananeira. Manual de Produção. ESALQ/USP, Piracicaba, 1999.

¹ Prof^a Dr^a LES/ESALQ/USP.

² Graduanda em Engenharia Agrônoma ESALQ/USP

³ Graduanda em Engenharia Agrônoma ESALQ/USP

⁴ Bióloga - Instituto Socioambiental

⁵ Doutoranda PPGI-EA/ESALQ/USP

⁶ Eng. Agrôn., Mestre em Ecologia de Agroecossistema

⁷ Prof^a Dr^a GEN/ESALQ/USP

⁸ Graduando em Engenharia Agrônoma ESALQ/USP

DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA: PRE-TRATAMIENTO DE BANANA FHIA-01 PARA LA ELABORACIÓN DE MERMELEDA

OSMOTIC DEHYDRATION: PRETREATMENT OF BANANA FHIA-01, USED FOR PRESERVES

Laura Virginia Madrigal-Ambríz¹; José Orozco-Romero²; Joel Vázquez-Galindo¹; Martha Alejandrina Rodríguez-Pérez¹ & Santiago Velasco Villalpando¹

SUMMARY: In this study, banana FHIA-01 was used. It was ripened to color stage 7. The optimal process of osmotic dehydration, so called DIS process (Dewatering and Impregnation Soaking Process), 70 °Brix / 60 °C, yielded the best textural and color attributes in the banana pieces, maintaining these characteristics in the jam prepared with them.

INTRODUCCIÓN

La deshidratación osmótica (DO), consiste en la utilización de una fase líquida con una alta concentración de soluto, en este caso azúcar, para crear una diferencia de concentración entre la fase líquida ocluida en el producto y la solución de azúcar. Se aplica en productos con humedad inicial de 70-90% en los que se alcanza una eliminación de 40-70% del agua, así como la incorporación limitada y controlada de soluto, que puede variar entre 5-15 g de azúcar por cada 100 g de producto inicial (1). La ventaja de su aplicación como pre-tratamiento radica en el incremento en la calidad de los productos y el ahorro de energía que puede obtenerse al eliminar agua sin cambio de fase (2). El propósito de este trabajo fue establecer las condiciones para la deshidratación osmótica de banana FHIA-01, y su incorporación en la elaboración de mermelada.

MATERIALES Y MÉTODOS

La materia prima con 12 semanas de desarrollo, se obtuvo del Campo Agrícola Experimental de Tecmán (INIFAP), se trasladó al laboratorio de alimentos de la Facultad de Ciencias Químicas y se almacenó a una temperatura de 23-25 °C hasta tener la fruta en etapa de coloración 7; se determinó en la fruta el análisis químico proximal, sólidos solubles totales, acidez titulable y pH (3), prueba cualitativa para almidón (4). Todas las determinaciones se realizaron por triplicado. La fruta se partió en cubos de 1 cm, y para el tratamiento osmótico se evaluaron dos concentraciones de sacarosa (60 y 70 °Brix) a 60 °C, con una relación 1:6 (w/w), aplicando agitación magnética constante durante una hora. Se eligió el tratamiento que presentó la mayor pérdida de agua y mejor apariencia e integridad de la fruta. Para la elaboración de mermelada se utilizó sacarosa, pectina y ácido cítrico; se utilizó el método convencional, incorporando la fruta deshidratada osmóticamente 15 minutos antes de finalizar el tratamiento térmico. La mermelada se envasó a una temperatura de 80 °C en frascos de vidrio y se determinaron su composición química, °Brix, pH y análisis microbiológico (3). Se realizaron pruebas de aceptación con un panel de 30 jueces no entrenados (5). Se almacenó a una temperatura de 30-35 °C durante 6 meses para evaluar su conservación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La composición de la fruta madura se muestra en la tabla 1; el contenido de humedad (70.8%) y el valor de pH (4.34) son similares a los valores que reporta Dadzie (6), para banana FHIA-01.

El contenido de almidón menor de 5% demuestra el grado de madurez de la fruta. El tratamiento seleccionado, 70 °Brix / 60

°C, (Tabla 2) produce trozos de fruta de color amarillo brillante, enteros y logra mayor incorporación de azúcar al interior de los mismos (7.5%).

En la elaboración de mermelada se utilizó una proporción 50:50, fruta: azúcar (w/w), pectina, y ácido cítrico para ajustar el pH. La mermelada presentó un pH de 3.5; 66 °Brix; cuenta de levaduras dentro del rango que marcan las especificaciones sanitarias en México y el Codex Alimentarius; color amarillo suave, brillo y consistencia característicos, así como la aceptación por un panel de 30 jueces no entrenados.

Tabla 1. Análisis fisicoquímicos en la fruta madura de banana FHIA-01

Determinación	(g/100 g)
Humedad	70.8
Proteína cruda (Nx6.25)	2.4
Extracto etéreo	0.2
Cenizas	1.3
Fibra cruda	0.3
E.L.N (Por diferencia)	25.0
Acidez (% ácido. málico)	0.32
pH	4.34
Almidón (%)	5

Tabla 2. Pérdida de agua y ganancia de soluto en los trozos de banana FHIA-01 con los tratamientos de DO

Tratamiento (1 h)	Pérdida de agua Ganancia de soluto (g/100 g)	
60 °Brix / 60 °C	42.95 ± 1.42	5.43 ± 2.15
70 °Brix / 60 °C	48.04 ± 1.65	7.47 ± 2.04

CONCLUSIONES.

La incorporación de los trozos de banana FHIA-01 deshidratados osmóticamente, en la elaboración de mermelada permite obtener un producto con características superiores en cuanto a color, olor, sabor y apariencia. El producto elaborado cumplió con las especificaciones químicas y sanitarias que marca la Norma Oficial Mexicana para mermeladas. Después de 6 meses de almacenamiento permanecieron inalteradas sus características químicas, microbiológicas y de apariencia.

BIBLIOGRAFÍA.

- Bonazzi, C., Dumoulin, E., Raoult-Wack, A.L., Berck, Z., Bimbenet, J.J., Curtois, F., Trystam, J. & Vasseur, J. 1996. Drying Technology, 14:2135-2170.
- Raoult-Wack, A.L. 1994. Trends in Food Science and Technology, 5:255-260.
- AOAC, 1990. 15th. Ed. USA.
- Blankenship, S.M., Ellsworth, D.D. & Powell, R.L. 1993. HortTechnol. 3:338-339.
- Pedrero, D. L. & Pangborn R. M. 1997. Ed. Alhambra Mexicana. México
- Dadzie, B.K. 1998. INIBAP Technical Guidelines 4. International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy.

¹ UNIVERSIDAD DE COLIMA, Facultad de Ciencias Químicas, km 9 Carr. Colima-Coquimatlán, C.P. 28400, Coquimatlán Colima, México. Email: madrigal@uocol.mx

²INIFAP, Campo Experimental Tecmán. Tecmán, Colima, México. Email: orozco.jose@inifap.gob.mx

ELABORACIÓN DE ARTESANÍAS CON EL PSEUDOTALLO Y HOJAS DE PLÁTANO EN CÓRDOBA, COLOMBIA S.A

ELABORATION OF ARTISAN DESIGN MADE IN LEAF OF A PLANT AND PSEUDO STEMS OF PLANTAIN IN CORDOBA-COLOMBIA S.A

Marcos A Pineda Cabrales¹ & Luis E Rosa Salazar²

SUMMARY: This Project includes the production process artisan design made in leaf of a plant and pseudo stems of plantain where they are manually extracting by industrializations possibility of artisan with a women community group in Los Córdoba-Department de Córdoba-Colombia S.A who are all ready legally organize to have an additional entrance to which generates the market of the plantain.

INTRODUCCION

El cultivo del plátano genera 114 jornales/ha/año, lo que equivale a 0,65 empleos directos –ha-año bajo sistema tradicional, pero si le agregamos el proceso de el procesamiento del pseudotallo y hojas para la obtención de artesanías, el cultivo del plátano generaría mucho más empleos ya que es otra alternativa para las esposas e hijas de los pequeños productores ya que generaría mas empleo en el corregimiento La Salada-Municipio de los Córdoba, Departamento de Córdoba- Colombia-La asociación **Corpovision** compuesta por 60 nuevas artesanas y dos hombres es apoyada por Expoartesanas de Colombia, **Corplatanos** ,Alcaldía de Los Córdoba y la Gobernación de Córdoba donde asisten a las diferentes Ferias Artesanales de renombre en Colombia donde comercializan todos sus productos artesanales con criterio empresarial. Su objetivo es, producción y diseño de artesanías fabricadas con el pseudotallo y hoja de la planta de plátano.

MATERIALES Y METODOS

Se selecciona la planta de plátano en etapa de producción, luego de ser cortada las raíces y las hojas se deja el cuerpo de la planta o pseudotallo, inmediatamente se extrae las capas de la planta, para posteriormente eliminar el tejido esponjoso, limpieza y extracción del liquido de la fibra donde salen las láminas o tiras, que son lavadas con naranja agria o ácida ,para mas tarde ser secadas al sol, donde mejora su blandura, y en seguida viene el armado del cordón de tiras recubiertas con las láminas, listas para coser ayudado con iraca, finalmente viene la construcción del objeto y costura, para seguidamente de un trabajo de artesanos se convierta en una excelente obra de artesanías en base en cepa de plátanos(Ver figura única)



RESULTADOS Y DISCUSION

Las operaciones efectuadas son: corte, extracción, secado, lavado, armado de tiras y construcción del objeto artesanal. La validación de este proceso se realizó con el apoyo de un grupo de mujeres organizadas bajo la asociación de artesanas de Los Córdoba-CORPOVISION, que inicialmente recibieron una capacitación en la elaboración de artesanías, plan de negocios y visión empresarial.

CONCLUSION

La elaboración de artesanías en base a **CEPA PLATANO** genera impactos socio-económico, por que crea nuevos empleos a la familia, nueva fuente de ingresos adicionales con opción de mercados internacionales, genera impactos ambientales porque se recogen los residuos de cosecha, hay reciclabilidad, renovabilidad, posibilitando un desarrollo sostenible para la comunidad porque implica su aprovechamiento, y por ultimo hay un impacto cultural porque se crean nuevas(os) artesanos en la región.

BIBLIOGRAFIA

- 1 - CORPLATANOS- CADENA PRODUCTIVA DE PLATANOS DE CORDOBA-COLOMBIA SA PROYECTO DE ELABORACION Y ASESORIA EN ARTESANIAS- Montería-Córdoba-Colombia 2003-2004
- 2 - CORPOVISION – CORPORACION NUEVAS ARTESANAS MUNICIPIO LOS CORDOBA-CORDOBA-COLOMBIA-2003
- 3 - GOBERNACION DE CORDOBA-Coordinador y Plan Negocios en Artesanías.2003

¹ ing. Agrónomo-Cadena Hortofrutícola- Gobernación de Córdoba –Edificio Gobernación Piso 7º Montería-Córdoba-Colombia s.a .marcosadolfo@edatel.net.co

² ing. Agrónomo –Director Ejecutivo Corplatanos.- Montería-Córdoba-Colombia s.a lrosa40@yahoo.com.ar

CARACTERIZACIÓN DE LA COMERCIALIZACIÓN DEL PLÁTANO (*Musa AAB cv. Hartón*) ESTADO ZULIA – VENEZUELA

CHARACTERIZATION OF THE COMMERCIALIZATION OF THE PLANTAIN (*Musa AAB cv. Hartón*) ZULIA STATE – VENEZUELA

Jesús Avendaño¹; Elsie Moran¹ & Nelduby González²

RESUMEN: Esta investigación se basó en una metodología descriptiva, de campo, no experimental, utilizando 232 individuos, procesando la información con frecuencias absolutas y relativas. Concluyendo que la comercialización del plátano no presenta características específicas esta se adapta a cada zona donde se desarrolle.

Palabras Clave: Caracterización, Comercialización, Plátano

SUMMARY: This investigation was based on a descriptive methodology, of field, not experimental, using 232 individuals, processing the information with absolute and relative frequencies. Concluding that the commercialization of the Plantain doesn't present characteristics specifies this it adapts to each area where it is developed.

Keywords: Characterization, commercialization, plantain.

INTRODUCCIÓN

La comercialización de los frutos frescos en el sector agropecuario venezolano representa uno de sus tantos problemas, situación de la que no escapa el fruto del plátano, a pesar que la comercialización de este se ha incrementado progresivamente incluyendo la demanda de otros países. No obstante una de las principales zonas productoras de este rubro en Venezuela como lo es la zona Sur del Lago del estado Zulia, donde se encuentra ubicada la parroquia el Moralo del Municipio Colon, no presenta estructuras formales para este proceso, siendo necesaria la caracterización de la comercialización del cultivo, partiendo de identificar la importancia económica del mismo para el sector en estudio, los agentes de mercadeo que intervienen, las unidades de medida utilizadas para la compra – venta del fruto y las formas de comercializarlo.

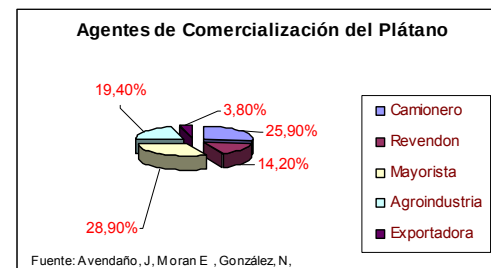
Considerando que antes de mejorar un proceso fuese este de comercialización o no, es necesario identificar sus principales características y utilizarlas como base para reformar lo ya existente.

METODOLOGÍA

La investigación se basó en una metodología descriptiva, bajo la modalidad de campo no experimental, fijando como población a 1091 (IV censo agrícola) unidades de producción ubicadas en la parroquia el moralo, municipio Colon estado Zulia Venezuela, aplicando la fórmula de Sierra Bravo para el cálculo de la muestra, obteniendo un total de 172 productores y 60 intermediarios, los cuales se seleccionaron al azar en los centro de comercialización ubicados en la parroquia, ya que no existen registros formales de los mismos. Para recolectar la información se utilizó la encuesta, como instrumento el cuestionario de tipo semiestructurado con preguntas abiertas y cerradas, procesando la misma por medio de estadística descriptiva utilizando la frecuencia absoluta y relativa.

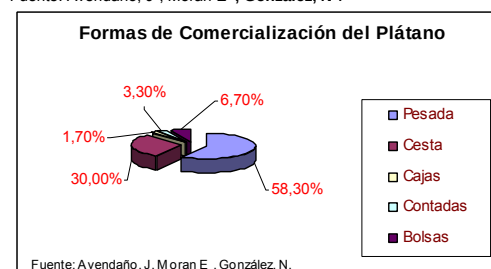
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respecto a la importancia del cultivo en la zona, un 80,2 % de los encuestados afirmó la dependencia económica de este mientras que el 19,8% realiza otras labores para cubrir sus necesidades financieras. Los resultados evidenciaron la existencia de diversos agentes de mercado que intervienen en el proceso de comercialización, el camionero con un 25,9%, revendón 14,22%, mayorista 28,9, Agroindustria 19,4 y exportadoras 3,8 %. La unidad de medida mas utilizada es el Kg, en un 89,7% representada en diversas formas de comercializar los frutos.



Formas de comercialización	Cantidad	Unidad
Pesada	320	Kg
Cesta	30	Kg
Cajas	22	Kg
Contadas	400	Unidad
Bolsas	12	Unidad
Arrumas	3	Pesada

Fuente: Avendaño, J¹, Moran E¹, González, N².



CONCLUSIONES

La comercialización del fruto de plátano se adecua a la zona donde se realice, realmente no existen características específicas para el mercadeo del fruto en cualquier región, no hay un estándar solo situaciones similares. Para el caso en estudio, este cultivo representa la principal actividad económica, en el proceso que va desde el productor hasta el consumidor intervienen diversos agentes o intermediario y la unidad de medida mas utilizada es el Kg. a través de cestas y pesadas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Chacín A. (2004) URBE. Estado Zulia – Venezuela
- Navas (1997) 2ª Edición. Editorial de la Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia. Venezuela.
2. Urdaneta J (1997) 2ª edición. Maracaibo - Venezuela

¹ Ing. Producción Agropecuaria.

² Ing. de la Producción Agropecuaria, Magister en Mercadeo, Docente Instructor de la Unidad Curricular Comercialización de productos agropecuarios en la Universidad Nacional Experimental Sur del Lago. UNESUR Venezuela.

gonzalezn@unesur.edu.ve

FACTORES TÉCNICOS RELACIONADOS CON LA CALIDAD DE EXPORTACIÓN DE PLÁTANO (Mussa AAB) cv HARTON

TECHNICAL FACTORS RELATED TO THE QUALITY OF BANANA EXPORT (Mussa AAB) cv HARTON

Johanna Labarca¹; Merilyn Coromoto Marín²; Yvo Hernández³; Luís Fuentes⁴ & Claudia Paredes⁵

SUMMARY: With the purpose of studying the relation between the technical factors and the quality of plantain for export during its productive process; it was carried out a study in the municipality Francisco Javier Pulgar, Zulia state, Venezuela, where were applied surveys to 10 exporting producers of plantain, and establishing as criterion analysis, the form of application of practice of handling and identified cultural workings during the stage of pre harvests and harvests, it was determined in the stage of pre harvest by precedence: the cultural drainage, workings, the control of weeds, control of plagues and fertilization not avoiding the edafoclimatical conditions, since the same one conditions the cultural effectiveness of the handling and workings. The drainage, the control of sigatoka black and the average of harvest are considered by the producers like the determining factors of plantains with export quality in the studied zone.

INTRODUCCION

El plátano que exporta la zona Sur del Lago de Maracaibo llena las expectativas de los países importadores, pero es conveniente trabajar en el mejoramiento de la productividad (2). La caracterización de los factores técnicos precosecha y cosecha de las unidades de producción con fines de exportación, ha sido poco estudiada a pesar de que la misma depende más del control local y se requiere como conocimiento básico para la evaluación del proceso productivo y la planificación estratégica del mismo.

MATERIALES Y METODOS

Estuvo enmarcado en un estudio de campo de tipo evaluativo con características descriptivas documental. El área selecciona para este estudio fue el Municipio Francisco Javier Pulgar, correspondiendo a esta zona, la de mayor número de productores exportadores de este fruto en el país. Así mismo la técnica utilizada para el estudio de tipo descriptivo fue la entrevista, donde se realizaron preguntas de tipo cerradas con dos o más alternativas de respuesta, la misma fue dirigida a 10 productores exportadores de la zona, utilizando como criterio la forma de aplicación de las prácticas de manejo y labores culturales de forma sistemática, que nos permitiera poner de manifiesto su comportamiento.

RESULTADOS Y DISCUSION

Para la obtención de frutos idóneos, con el objeto de cumplir con los requisitos necesarios para la exportación, se determinó una serie de criterios a considerar para el logro de dicho requerimientos, dentro de los que se destacan unos criterios técnicos de precosecha y cosecha. Destacando en cada uno de ellos los siguientes aspectos, en precosecha se debe tomar en cuenta por orden de prioridad; el drenaje, riego, labores culturales, deshoje desripie, resiembra, deshoje y/o despunte, desflor, desmarre, desburre, control de malezas, fertilización y control de plagas y enfermedades teniendo en cuenta que todos ellos van en función de las condiciones edafoclimática de la zona. Por su parte los criterios a tomar en cuenta en la cosecha son índice de cosecha, cosecha y manejo del producto en la unidad de producción, del mismo modo estos criterios van en función de las condiciones edafoclimáticas (1). Los resultados

indican que la totalidad de las unidades de producción exportadoras de plátano del Municipio Francisco Javier Pulgar aplica tecnología adecuada durante la precosecha y cosecha. Es importante destacar que hay que tomar en cuenta los aspectos socio económicos, tales como: créditos agrícolas, comercialización, políticas de gobierno y políticas de exportación.

CONCLUSION

Según las encuestas realizadas a los productores, ellos consideran que el drenaje, control de sigatoka negra e índice de cosecha son los factores determinantes de la calidad de exportación de plátanos en la zona estudiada, tomando en cuenta los factores edafoclimáticos y la eficacia de l manejo y las labores culturales del cultivo.

REFERENCIAS

1. GUARINONI A. 2000. 3er. Simpósio. Control de Fisiopatías en frutas durante el almacenamiento em frio.
2. Díaz , J y M, Castro. 2004. Dirección página electrónica: <http://www.net.infocomm/>, consultada el 20/112004 a las 6:00 pm.

¹Universidad Nacional Experimental Sur del Lago (UNESUR), johannalabarca@hotmail.com;

² y ³. Laboratorio Fisiología Vegetal, Facultad de Agronomía de La Universidad del Zulia (LUZ);

⁴ y ⁵: UNESUR

LOS NÚCLEOS DE PRODUCCIÓN DE PLÁTANO: ENCUESTA DE OPINIÓN A AGENTES AGRÍCOLAS DE PUERTO RICO

PLANTAIN PRODUCTION CELLS: OPINION SURVEY TO AGRICULTURAL AGENTS IN PUERTO RICO

Mildred Cortés¹ & Leticia Gayol²

SUMMARY: During 1996 law #238 of Puerto Rico was approved. This law established Production Cells. The main objective of this law was to organize agricultural sectors it will have inheritance in all areas such as organization, production, manufacturing and marketing. The implementation of this law won't function as expected. An opinion survey to Agricultural Agents (AA) from the Cooperative Extension Service, University of Puerto Rico was conducted to identify possible failures in its implementation. The AA are working with farmers in all areas of plantain production. It is very important to determine why the law is failing in its objectives. Eighty percent of the AA interviewed answered the questionnaire. One hundred percent of the participants mentioned that the production cells are of paramount importance for Puerto Rico Agriculture development and success.

INTRODUCCIÓN

La empresa de plátanos y guineos contribuyó en el año 2005-2006 al Ingreso Bruto Agrícola con US\$89.8 millones, US\$62.1 y US\$27.4 millones para cada uno de estos cultivos respectivamente. El objetivo de este estudio fue proveer a las agencias concernidas con la política agraria del país recomendaciones viables para fortalecer el sector agrario. Se encuestaron Agentes Agrícolas (AA) de los municipios de mayor producción de plátano en la Isla.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se preparó un formulario con preguntas abiertas indagando sobre la opinión de los AA sobre los Núcleos de Producción de plátanos. Otros aspectos importantes sobre los que se preguntó fue sobre la participación del Depto. de Agricultura de Puerto Rico y el Colegio de Ciencias Agrícolas (Univ. De Puerto Rico) en las áreas de investigación (Estación Experimental Agrícola) y divulgación (Servicio Cooperativo de Extensión Agrícola) así como la efectividad de la administración de los Núcleos. Inicialmente se hizo una presentación a un grupo de AA para determinar la validez del formulario. También se indagó sobre la interrelación entre los tres organismos participantes en alguna medida de los núcleos de producción. El formulario fue enviado a los AA que están localizados en zonas de alta producción a través del correo o vía Fax. Ellos los devolvieron de la misma manera.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El 80% de los AA que se les envió el formulario contestaron. El 100% de los AA que participaron indicaron que los Núcleos de Producción son la alternativa correcta para organizar los sectores agrícolas. La organización en las áreas de producción, precios, mercadeo e industrialización son vitales para un sistema cerrado como el nuestro. Por una veda fitosanitaria para evitar la entrada de Sigatoka Negra (Cuando no se había identificado) a la isla y Moko Bacteriano a Puerto Rico solo se puede importar plátano elaborado. Cada vez las importaciones de plátano elaborado es mayor, compitiendo con la producción local. Para visualizar nuestro potencial de entrar al mercado de productos elaborados se han realizado

diversos análisis. Se determinó que la capacidad de las plantas elaboradoras es muy limitada y no tienen agilidad para responder a las necesidades del mercado. Se reconoce que los agricultores entienden la necesidad de ser competitivos en todas las áreas de la agricultura; planificando, produciendo, mercadeando y agregando valor. Los agricultores nunca se han sentido parte del proceso del establecimiento de los Núcleos. Es necesario capacitar a los administradores de los Núcleos en áreas de administración, contabilidad y otros. También se identificó en algunos casos la ausencia de poder de convocatoria de los administradores para dirigir efectivamente a los miembros de los Núcleos. Flexibilizar la política de precios es vital para responder con agilidad a las diferentes situaciones del mercado. En la fase de mercadeo también se han detectado problemas serios. La promoción de los productos locales ha sido un factor que ellos entienden han afectado la demanda por el producto local. Se planteó que los Núcleos no tienen una política clara para asegurar la participación de todos. Algunos AA entienden que el Depto. de Agricultura no está respondiendo a las necesidades de los agricultores. El rol del Depto. de Agricultura debe ser uno facilitador. La relación entre el Colegio de Ciencias Agrícolas y el Depto. de Agricultura de Puerto Rico se percibe como una muy distante. Los AA que entienden indican que el Colegio de Ciencias Agrícolas no se expresa públicamente sobre los problemas que aquejan el sector. Los AA consideraban que pueden aportar más a la empresa si se oficializa su presencia en los Núcleos y se toman en consideración sus opiniones. Entienden que tienen los conocimientos para fortalecer esta empresa. Los agricultores han hecho lo posible con los conocimiento que tienen para echar hacia adelante los Núcleos.

CONCLUSIONES

La encuesta arroja información valiosa para poder fortalecer los Núcleos. Estos son una alternativa valiosa para organizar los sectores agrícolas en Puerto Rico. De la información obtenida se desprende que los principales problemas de los Núcleos tienen que ver con las fases organizativas, mercadeo y precio, además de los problemas de comunicación entre los agricultores, Departamento de Agricultura de Puerto Rico y la Universidad de Puerto Rico, Colegio de Ciencias Agrícolas. También existe la necesidad de proveer educación en áreas de importancia, como la de aspectos empresariales. El manejo de los precios por parte de los agricultores es vital para poder ser ágiles en el mercado. A través de este estudio se ha llegado a la conclusión que la industrialización es la alternativa para el crecimiento del sector. Los AA de la Universidad de Puerto Rico tienen interés en ser parte integral de la organización de los Núcleos de Producción para poder integrarse totalmente a los equipos de trabajo. Tanto en la Universidad de Puerto Rico como en el Departamento de Agricultura hay un gran número de profesionales con el compromiso de echar hacia adelante los programas agrícolas del país.

REFERENCIAS

1. Departamento de Agricultura de Puerto Rico, 2006, Oficina de Estadísticas Agrícolas.
2. Legislatura de Puerto Rico, Proyecto de Ley #238 de 1996.

¹ Economista Asociada, Dep. Economía Agrícola y Sociología, Esta. Exp. Agr., Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

² Auxiliar de Investigaciones, Dep. Economía Agrícola y Sociología, Esta. Exp. Agr., Colegio de Ciencias Agrícolas, Recinto Universitario de Mayagüez, Universidad de Puerto Rico.

CASO DE ESTUDIO, USO DE UN PROTOTIPO DIGITAL INTEGRADO PARA LA CLASIFICACIÓN DE COBERTURAS Y USO DE LA TIERRA EN UNA FINCA BANANERA, URABA COLOMBIA

STUDY CASE USING A DIGITAL INTEGRATED PROTOTIP TO LAND COVER/USE IN TO BANANA FARM IN URABA COLOMBIA

Yesenia Montoya¹, Darío Castañeda Sanches¹ & Carlos A. Escobar Chalarca²

SUMMARY: The community participation let us describe the covers and uses and image analysis let us covers aggregation in to classes or groups. Analysis of environmental norms was made with relation to spatial distribution covers; for example if it was established the protection areas without bananas plants regard to vulnerable resources as: water bodies, towns and roads and if their use is in to the norms.

INTRODUCCIÓN. La cobertura terrestre comprende los atributos de la tierra: cuerpos de agua, vegetación, los diferentes tipos de construcciones, cuerpos rocosos, cuerpos con nieve y superficies húmedas, algunos de estos naturales y otros afectados y/o productos de las necesidades del hombre (Forero 1981). Los atributos de la tierra pueden ser directamente observados en fotografías aéreas e imágenes de satélite. La clasificación debe considerar un propósito específico, determinar la escala de trabajo, generar categorías de clasificación, y generar cartografía con información compilada y relevante para diferentes estudios; por ejemplo cuantificar los recursos existentes en una región, determinar los remanentes de vegetación o de diversidad en un área, ordenamiento territorial y ambiental e incluso iniciar procesos en el campo agrícola con la agricultura de precisión (IGAC 2002).

MATERIALES Y METODOS. La metodología se basó en la propuesta desarrollada del prototipo de sistema integrado digital para la clasificación de coberturas y usos de la tierra a nivel de finca bananera, fundamentada en los aspectos de la participación comunitaria, y el sensorio remoto (Castañeda, et al, 2006). La finca de estudio se localizó en la zona bananera de Urabá Colombia y fue seleccionada teniendo en cuenta tres aspectos el de diversidad de coberturas, área de la finca y aceptación de los propietarios para la evaluación del prototipo. La participación del saber local se dio mediante, la construcción de los conceptos mapa, escala, territorio con enfoque de sistema, cartografía social, coberturas, uso de la tierra y normas ambientales, a través de talleres y recorridos de campo. La información generada en el taller se usó para el proceso de identificación a priori y detallada de las coberturas y usos de la tierra en la finca. Se usó el sistema de adquisición de imágenes descrito en (Castañeda, et al 2006), para la captura de imágenes, estas se georreferenciaron y por análisis de imágenes se clasificaron los diferentes tipos de coberturas existentes en las imágenes. El análisis normativo se enfocó en las normas relacionadas con aquellas coberturas que sobresalen a nivel físico, espacial y fácilmente observables en una fotografía aérea y de mayor importancia para el sector bananero.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

La clasificación de un sector de la finca en el cual se aprecian cuatro tipos de coberturas a nivel de clase y subclase: empacadora. En la figura 2 se muestra una clasificación detallada a nivel de uso específico de la subclase empacadora,

en la que se diferencian el uso particular asignado a cada sección de esta.

Normatividad. áreas de retiro a cuerpos de agua, la finca limita con un tramo del río grande en una longitud de 625 m. La franja de cobertura vegetal diferente a banano dejada por la finca para la protección del lecho del río es irregular y comprende un área 1.3 ha, ver figura 3a. Por normatividad debería dejarse una franja paralela al río de 30 metros, en la que en ciertos tramos se supera el cumplimiento, mientras que en otros este es mucho menor al establecido, ver figuras 3a y b.

Figura 1: Clasificación de las coberturas en una sección de la finca a nivel de subclase

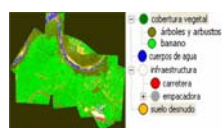
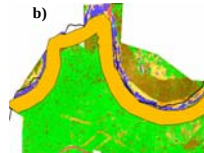
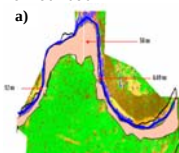


Figura 2: Clasificación de los usos específicos de la cobertura de infraestructura, uso predominante empacadora

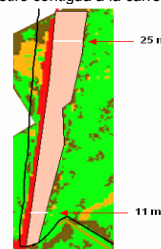


figura 3: Clasificación de las coberturas del tramo de la finca que limita con el río grande. (a) franja implementada por la finca; (b) franja a establecer según normatividad



Área de retiro respecto a la vía troncal, el lado occidental de la finca limita con un tramo de la carretera troncal, comúnmente denominada vía al mar. En la figura 3, se resalta en color rosa la franja dejada por la finca contigua a la carretera. La finca cumple con los 15 metros de retiro del cultivo paralelos al eje central de la vía, establecidos en el decreto 2770 de 1953. Sin embargo el POT del municipio de apartadó en el decreto 085 del 2002, establece que se deben dejar 11.85 m a cada lado de la carretera como zona libre; más 15 m reforestados con cobertura boscosa, los cuales no se han comenzado a establecer.

Figura 4: Franja de retiro contigua a la carretera y resaltada en colorado



En términos generales la finca presenta un buen porcentaje de cumplimiento de la normatividad ambiental, cabe anotar que este cuadro solo relaciona las normas asociadas con las coberturas fácilmente diferenciables en una imagen aérea y no se tuvo en cuenta la normatividad asociada con los usos de éstas (Eje, vertimientos, consumos de agua, salud ocupacional, entre otros)

AGRADECIMIENTOS. A Colciencias-Sena por el apoyo financiero para la realización del presente trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

1. Castañeda, S.D.A.; R. Y. Montoya; C.A. Escobar. 2006. Aceptado para publicación en: Revista de la Facultad de Agronomía.
2. FORERO, M. C. 1981. Centro Interamericano de Fotointerpretación CIAF, Unidad de suelos y Agricultura. Bogotá, 1981.
3. Montoya, 2004. Tesis, Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.
4. IGAC, 2002. Cobertura y uso actual de las tierras de Colombia. CD ROOM.

¹ Centro de Investigaciones del Banano, Cenibanano. Augura Km 4 vía Carepa – Apartadó, Colombia. dacastanedas@gmail.com, yesenia_montoya5@yahoo.es

DESARROLLO Y EVALUACIÓN DE MATERIALES PARA ELEMENTOS DE AMARRE

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF MATERIALS FOR MOORING ELEMENTS

Angélica Gil Pilonieta¹; Herbert Kerguelén Grajales¹ & Piedad Gañán R¹

SUMMARY: Polypropylene (PP) strings left on the soil after the banana harvesting generate environmental contamination due to their lack of biodegradation. The biodegradation characteristics of different polymeric materials were studied in order to find a proper replacement to the PP, keeping the same mechanical properties while the degradation properties are improved.

INTRODUCCIÓN

La operación de amarre o apuntalamiento en los cultivos es realizada con cuerdas de polipropileno (PP)(Fig.1) que al momento de la recolección del fruto son arrojadas al suelo provocando serios problemas de contaminación en la zona [1]. En Colombia, en la región de Urabá, la Corporación GESTA-Generación de empleos y soluciones técnicas ambientales- se ha encargado de recolectar estas cuerdas para luego paletizarlas y así reprocessar el plástico (Fig.2). Con esta actividad se ha recuperado alrededor de 27400 hectáreas de suelos contaminados [2], pero la cantidad de desecho plástico que se genera sigue siendo considerable y asciende aproximadamente a 1306 toneladas/año. Por ello es importante abordar otras soluciones como la de desarrollar y evaluar materiales que sean una alternativa ambiental y posean las prestaciones físicas y mecánicas suficientes para soportar el peso del racimo y los fuertes vientos. En el presente trabajo se exploran dos alternativas para resolver el problema en mención: una consiste en aditivar el polipropileno actualmente empleado con polímeros naturales como el almidón [3] y la otra utilizando polímeros biodegradables [4]



Fig.1 Amarre de las plantas



Fig.2 Cuerda recolectada por el GESTA

MATERIALES Y MÉTODOS

Se desarrollaron y evaluaron cuatro materiales, el primero corresponde al polipropileno de referencia *Propilco PP03H82*, el segundo es una mezcla del PP03H82 con 20% en peso de almidón determinado por diseño de experimentos, el tercero es una mezcla 70% de PP03H82 y un 30% del biopolímero Mater-Bi NF01U (Novamont, Italia) usado como aditivo y el cuarto material es el biopolímero ya mencionado.



Fig. 3 Material sometido a condiciones reales

Las láminas de cada material fueron realizadas por la combinación de las operaciones de mezclado en calandra y compresión en caliente. Estas fueron sometidas a dos condiciones de envejecimiento: una por exposición directa en la zona de interés (Fig.3) y la otra a exposición UV en una cámara Q-Panel de rayos de 340nm a ciclos de 8 horas a 50 °C y ciclos de condensación de agua desmineralizada de 4 h a 60 °C y máxima humedad durante un mes. Se realiza un estudio comparativo de los materiales sometidos a las condiciones ambientales reales de viento, lluvia, luz, temperatura de 30°C y mas de 80% de humedad relativa en la región de Urabá, caracterizando las propiedades físico-mecánicas de

cambios de color, resistencia a la tracción según la ASTM D 638, y otros en los cuales se evidencia la degradación [5].

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los contrastes de la Fig. 4 se puede observar como la luz UV afecta de manera considerable cada uno de los materiales desarrollados, en especial a la mezcla PP-almidón (Fig. 4.b) el cual al tocarlo se siente un polvo superficial pegajoso evidenciado en el ciclo de condensación de la cámara Q-Panel



a) PP 03H82 b) Almidón c) 70/30 d)Mater Bi
Fig. 4 Contraste después de un mes de exposición en cámara UV-A

En la tabla, se observa el cambio en el comportamiento mecánico de los materiales desarrollados, resultados similares a los obtenidos por Pedroso [3]. La resistencia a la tracción después de la exposición no cambia de manera considerable, mientras el % de elongación para las láminas amarradas aumenta y para las expuestas a luz UV disminuye exceptuando el Mater Bi. Esto se debe al contenido de almidón y biopolímero contenido en las mezcla. [4]

Tabla. Comportamiento mecánico de materiales desarrollados expuestos a condiciones reales de la plantación y a luz UV.

Material o mezcla	Exposición	Resistencia a tracción (MPa)	Elongación (%)	Módulo de elasticidad (MPa)
PP 03H82	Sin amarrar	30,013 ± 3,127	13,581 ± 4,01	742,867 ± 84,719
	Amarradas	31,540 ± 0,44	18,279 ± 2,448	652,022 ± 35,09
	Luz UV	24,267 ± 0,841	6,304 ± 0,58	820,012 ± 31,011
Almidón	Sin amarrar	22,113 ± 0,578	8,285 ± 1,403	877,705 ± 13,274
	Amarradas	23,222 ± 0,367	18,449 ± 8,794	826,012 ± 31,13
	Luz UV	19,25 ± 1,07	5,806 ± 0,95	749,011 ± 83,041
70/30	Sin amarrar	18,434 ± 0,788	19,661 ± 12,251	538,513 ± 52,506
	Amarradas	18,587 ± 0,547	27,74 ± 22,118	638,009 ± 35,013
	Luz UV	14,213 ± 2,046	5,048 ± 1,625	654,01 ± 95,112
Mater-Bi	Sin amarrar	11,51 ± 0,411	1178,064 ± 0,233	47,844 ± 2,391
	Amarradas	8,7 ± 0,43	41,112 ± 19,246	73,111 ± 11,008
	Luz UV	6,772 ± 0,206	12,101 ± 1,366	101,012 ± 4,006

CONCLUSIONES

De los materiales mencionados los más opcionados para la producción de un nuevo elemento de amarre son el PP03H82 con 20% de almidón y PP03H82 con 30% de Mater Bi, debido a que además de cumplir con las prestaciones mecánicas también evidencian síntomas de envejecimiento al ser expuestos a severas condiciones ambientales como las que se presentan en Urabá, lo cual es alentador para el estudio de degradación de los plásticos en la disposición final y así contribuir a disminuir los problemas de contaminación medioambiental.

BIBLIOGRAFIA

- Manual de tecnificación del cultivo del plátano. Corbanacol. Fundación social Banacol. Pág 68 (2001).
- Documento: Acuerdo Regional de competitividad. Ministerio de agricultura desarrollo rural.
- Pedroso AG, Rosa DS. Carbohydrate polymers, 59 (2005) 1-9
- Ramis X, Cadenato A, Salla JM, Moranchó JM, Vallés A, Contact L, Ribes A. Polymer degradation and stability, 86 (2004) 483-491
- Contact-Rodrigo L, Ribes-Greus A., Journal of Non-Crystalline Solids, 235-237 (1998) 670-676

¹ Grupo de Investigación sobre Nuevos Materiales - GINUMA. Universidad Pontificia Bolivariana. Medellín, Antioquia, Colombia.
angelicamg@epm.net.co hkerguelen@upb.edu.co fojo@upb.edu.co

DISTRIBUIÇÃO DO SISTEMA RADICULAR DA BANANEIRA SOB DIFERENTES CONFIGURAÇÕES DE SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO POR MICROASPERSÃO

ROOT SYSTEM DISTRIBUTION OF BANANA UNDER DIFFERENT MICROSPRINKLE IRRIGATION SYSTEM CONFIGURATIONS

Marcelo Rocha dos Santos¹, Eugênio Ferreira Coelho², Alisson Jadavi Pereira da Silva¹, Roque Emmanuel da Costa de Pinho³, José Antônio V. Santana³, Maurício Antônio Coelho Filho²

SUMMARY: This work had as objective to evaluate banana root distribution under different system microsprinkle irrigation configurations at the first production cycle. The irrigation systems have take in account one emitter for two and four plants. Root samples were collected and processed for the various configurations from locations of vertical planes limited by 0.9 m - soil depth and 1.30 m - plant distance. The effective depth of the root system was 0.50 m. The shallower layer of 0.30 m-depth showed more than 70% of total root length in all configurations microsprinkle irrigation systems.

INTRODUÇÃO

O monitoramento da água no solo no manejo de irrigação requer o conhecimento da distribuição do sistema radicular, principalmente a profundidade efetiva do mesmo. Nos cálculos da lâmina de irrigação, Vieira (1996) estabeleceu a profundidade efetiva do sistema radicular como aquela até onde se concentra pelo menos 80% das raízes. Muitos fatores estão envolvidos na distribuição do sistema radicular das culturas, bem como as características genéticas das plantas, as propriedades físicas do solo, em especial da textura e estrutura, do teor de água do solo, que atua na resistência do solo à penetração das raízes e é um dos componentes da distribuição de água/ar e da temperatura do solo. Diferentes sistemas de irrigação localizada tendem a promover diferentes distribuições de água no solo, que vão promover diferentes padrões de distribuições de raízes, sujeitas a variações durante as fases de desenvolvimento da cultura. Esse trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição do sistema radicular da bananeira no primeiro ciclo de produção, sob diferentes sistemas de irrigação por microaspersão

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Embrapa Mandioca e Fruticultura (12°48'S; 39°06'W; 225 m), com pluviosidade média anual de 1.143 mm, em um Latossolo Amarelo Distrófico, com bananeira cv BRS Tropical, grupo genômico AAB, no espaçamento 3,00 x 2,50 m. A área experimental envolveu cinco tratamentos constituídos por diferentes configurações de microaspersores para duas e quatro plantas de bananeira (Tabela 1). As lâminas de água foram constantes para todos os tratamentos. As amostras de raízes de 500 cm³ de volume foram retiradas em trincheiras a partir da planta, em intervalo de 0,20 m até uma distância da mesma de 1,30 m ao longo da fileira, e, da superfície do solo, coletando 0,30 m e em seguida incrementos de profundidade de 0,10 m até a profundidade de 0,90 m.

Tabela 1. Disposição de emissores de 3,75 L h⁻¹ por planta para os diferentes tratamentos.

Trat.	Sistema de gotejamento
T1	Um emissor para quatro plantas com vazão de 35 L/h
T2	Um emissor para quatro plantas com vazão de 43 de L/h
T3	Um emissor para quatro plantas com vazão de 70 L/h
T4	Um emissor entre duas plantas, na fileira de 70 L/h
T5	Um emissor entre duas plantas entre fileiras de 70 L/h

As raízes foram separadas do solo e digitalizadas em computador conforme Coelho et al. (2005). O comprimento das raízes, Lr (cm), foi obtido com uso do software Rootedge e usado para determinação da densidade de comprimento de raízes, DCR (cm.cm⁻³), para um volume de amostra Vr de 500 cm³, sendo a DCR = Lr/Vr.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Percebe-se na Figura 1a, que houve pequena diferenciação da distribuição do sistema radicular da bananeira conforme a configuração do sistema de irrigação. Os tratamentos T1, T2 e T3 tiveram um

comportamento comum, onde houve redução do comprimento total de raízes a partir do pseudocaule para o emissor. Os tratamentos T4 e T5 tiveram maiores quantidades de raízes entre 0,30 m e 0,70 m de distância. Como estabelecido por Vieira (1996), percebe-se na Figura 1b que a profundidade efetiva do sistema radicular da bananeira em estudo foi de 0,50 m, onde mais de 80% do comprimento total das raízes estiveram a esta profundidade para todos os tratamentos, entretanto mais de 70% do total das raízes em todos os tratamentos se situaram até 0,30 m de profundidade.

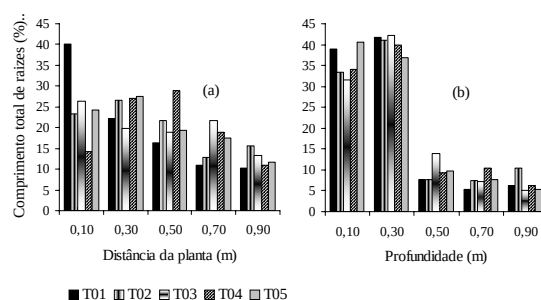


Figura 1. Percentagem de Comprimento total de raízes em relação a distância da planta (a) e em relação a profundidade (b).

Exceto para o tratamento T3, nos demais a DCR foi superior a 0,30 cm.cm⁻³ até a profundidade 0,50 m (Figura 2, tratamentos 1 e 2). Todos os tratamentos tiveram o centro de atividade do sistema radicular a distância de 0,10 m do pseudocaule e a profundidade de 0,20 m, entretanto, em cada tratamento houve outro centro de menor atividade em diferentes distâncias do pseudocaule, a profundidades entre 0,10 m e 0,40 m.

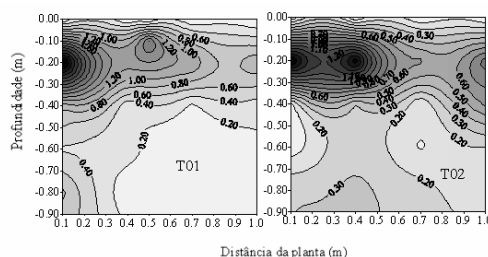


Figura 2. Densidade de comprimento de raízes sob diferentes configurações de sistemas de gotejamento.

CONCLUSÕES

O padrão de distribuição das raízes da bananeira BRS Tropical apresentou pequena variação conforme as configurações dos sistemas de irrigação. A profundidade efetiva do sistema radicular da bananeira foi de 0,50 m em todas as configurações estudadas, sendo que mais de 70% do total amostrado de raízes estiveram até 0,30 m de profundidade.

BIBLIOGRAFIA

- COELHO, E.F.; SANTOS, M.R.; COELHO FILHO, M.A. Distribuição de raízes de mamoeiro sob diferentes sistemas de irrigação localizada em Latossolo de Tabuleiros Costeiros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.27, n.1, p.175-178. 2005.
- VIEIRA, D.B.; GENOVEZ, A.M.; GOMES, E.M. Determinação da profundidade efetiva do sistema radicular do milho (*Zea mays* L.) irrigado. In: CONGRESSO NACIONAL DE IRRIGAÇÃO E DRENAGEM, 11., 1996, Campinas. *Anais...* Campinas: ABID, 1996. p.95-106.

¹ Discente de Agronomia, IC-CNPq, Universidade Federal do Recôncavo Baiano, UFRB, Cruz das Almas, BA, 44380-000.

² Pesquisador, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Caixa Postal 07, Cruz das Almas, BA 44380-000, ecoelho@cnpmf.embrapa.br

³ Discente de Agronomia, IC-Fapesb, UFRB, Cruz das Almas, BA.

EFFECTS OF HURRICANE CATARINA ON 21 BANANA GENOTYPES, IN THE STATE OF SANTA CATARINA, BRAZIL.

EFEITOS DO FURACÃO CATARINA EM 21 GENÓTIPOS DE BANANEIRAS, EM SANTA CATARINA, BRASIL.

Márcio Sônego¹; Luiz Augusto Martins Peruch²; Luiz Alberto Lichtemberg³ & Derrick Jean Moot⁴

RESUMO: Foi avaliado o número de plantas derrubadas pelo furacão Catarina, para 21 cultivares e híbridos de bananeira em cultivo orgânico, em Urussanga, sul de Santa Catarina, Brasil. O furacão atingiu a região na noite de 27 para 28 de março de 2004, com rajadas de vento de até 140 km h⁻¹, medido por estação meteorológica a 20 km do experimento. A razão entre altura e circunferência do pseudocaule mostrou maior coeficiente de correlação com o número de plantas derrubadas pelo vento ($r=0,719$), seguido da altura do pseudocaule ($r=0,667$). Por outro lado, a circunferência do pseudocaule sozinho não mostrou correlação com o número de plantas derrubadas ($r=-0,089$). A cultivar Enxerto, mais cultivada na região, mostrou estar entre as mais resistentes a queda pelo vento.

INTRODUCTION

The south coast of the State of Santa Catarina, Brazil, is a traditional region of banana production. There are 8,500 ha of cultivated bananas of the Pome and Cavendish subgroups (Souza and Conceição, 2002). The sub tropical climate has low winter temperatures (<0°C) and soil moisture deficits in summer that create risk for the banana crops (Lichtemberg and Zaffari, 2004). Winds also cause damage to the banana crops (Souza and Conceição, 2002), normally from north, that precede the arrival of a cold front, and then from south, following the cold front. However, in the night of 27/28 March 2004, the region was hit by the hurricane Catarina, with wind gusts up to 149km/h and heavy rain, causing serious damages in urban and rural areas, and particularly for banana and rice crops (Rodrigues and Araújo, 2004). This was the first hurricane registered in the South Atlantic Ocean. It caused differential damage to each of the 21 cultivars and hybrids of bananas growing organically in EPAGRI's Agricultural Research Station of Urussanga.

MATERIAL AND METHODS

An experiment with 21 banana cultivars and hybrids (Table 1) was established at the EPAGRI's Agricultural Research Station of Urussanga, in November 2001. The planting material type was piece of rhizome. A plant spacing of 3.0 x 2.5 m was used, in rows composed by 12 plants for each genotype. The management of the banana crop involved: desuckering to keep the system mother-daughter-granddaughter; defoliation; mechanical weeding; no treatment for controlling sigatoka disease. Pseudostem height (H) and circumference (C) were evaluated at bunch emergence. The number of plants blown down was counted two days after the occurrence of hurricane Catarina and classified as: a) plants entirely pulled out and exposing its root system; b) plants partially blown down with a broken pseudostem. The correlation coefficient (r) was calculated as a measure of the strength of the relationship between number of plants blown down (N) and pseudostem height (H), N and pseudostem circumference (C), N and the ratio C/H.

RESULTS AND DISCUSSION

By the time of the hurricane the banana plants were in the second or third bunch production. Table 1 shows the typical pseudostem height and circumference for each genotype. Branca was the tallest cultivar with an average height of 4.75 m, while Fig Pomme Naine was the shortest at 1.70 m. The ratio between height and circumference of pseudostem (C/H), showed the higher correlation coefficient ($r=0.716$), with the number of plants blown down (N), followed by the height of pseudostem ($r=0.667$). For the circumference of pseudostem alone, the r-value was only -0.089, which means a nearly null correlation with the number of plants blown down. The Branca cultivar was the tallest one, but did not have the highest number of plants blown down. The most common banana grown in the region, Enxerto, was among the most resistant

cultivar against the damage caused by the hurricane. Genotypes that had greater numbers of pulled out plants then broken pseudostem were, in decreasing order: SH-3640 (45%), Maçã Tropical (42%), Thap Maeo, FHIA-01, Figo and Figo Cinza (33%).

TABLE 1. Height (H) and circumference (C) of pseudostem, number of plants blown down (N), and ratio between H and C.

Cultivar/hybrid	Pseudostem		N	H/C
	H (cm)	C (cm)		
Maçã Tropical (AAAB) <i>Silk hybrid</i>	400	83.4	10	4.796
Ouro (AA) <i>Sucrier</i>	390	66.5	9	5.864
Figo Cinza (ABB) <i>Bluggoe subgroup</i>	392	70.1	8	5.592
Pacovan (AAB) <i>Pome subgroup</i>	447	78.3	7	5.709
Thap Maeo (AAB) <i>Mysore subgroup</i>	436	85.1	6	5.123
Nam (AAA)	324	75.7	6	4.280
SH-3640 (AAAB) <i>Pome hybrid</i>	389	104.4	6	3.726
Prata (AAB) <i>Pome subgroup</i>	415	67.4	5	6.157
Branca (AAB) <i>Pome subgroup</i>	475	86.1	5	5.517
FHIA-01 (AAAB) <i>Pome hybrid</i>	350	98.0	5	3.571
Figo (ABB) <i>Bluggoe subgroup</i>	394	71.8	5	5.487
Nanicao (AAA) <i>Giant Cavendish</i>	264	74.6	4	3.539
Nanicao Corupa (AAA) <i>Cavendish subgroup</i>	243	74.2	3	3.275
Williams (AAA) <i>Cavendish subgroup</i>	256	73.4	3	3.488
Ouro da Mata (AAAB) <i>Pome hybrid</i>	425	86.5	2	4.913
Pioneira (AAAB) <i>Pome hybrid</i>	318	85.9	1	3.702
Grande Naine (AAA) <i>Cavendish subgroup</i>	242	77.9	1	3.107
Enxerto (AAB) <i>Pome subgroup</i>	316	87.0	1	3.632
Catarina (AAB) <i>Pome subgroup</i>	330	85.3	1	3.869
Fig Pomme Naine (AAB) <i>Silk subgroup</i>	170	74.4	0	2.285
Nanica (AAA) <i>Dwarf Cavendish</i>	180	76.4	0	2.356

CONCLUSION

The smaller is the ratio between height and circumference of pseudostem, the higher is the resistance of the banana plant against overthrown by wind gusts.

REFERENCES

1. LICHTENBERG, L.A.; ZAFFARI, G.R. 2004. Banana. In: *Avaliação de cultivares para o Estado de Santa Catarina 2004/2005*. EPAGRI. Florianópolis, Brasil. P.31-38.
2. RODRIGUES, M.L.; ARAÚJO, G. 2004. O furacão Catarina. *Agropecuária Catarinense*, v.17, n.2, p.24-29, 2004.
3. SOUZA, A.T.; CONCEIÇÃO, O.A. 2002. *Fatores que afetam a qualidade da banana na agricultura familiar catarinense*. Florianópolis: Instituto Cepa/SC, 2002. 68p.

¹ Researcher, EPAGRI / Estação Experimental de Urussanga, Rod. SC 446 km 19, Caixa Postal 49, Urussanga, SC, Brazil. Cep 88840-000, E-mail: sonego@epagri.rct-sc.br

² Researcher, EPAGRI / Estação Experimental de Urussanga, Rod. SC 446 km 19, Caixa Postal 49, Urussanga, SC, Brazil. Cep 88840-000, E-mail: lamperuch@epagri.rct-sc.br

³ Researcher, EPAGRI / Estação Experimental de Itajaí, Rod. Antônio Heil km 6, Caixa Postal 277, Itajaí, SC, Brazil. Cep 88301-970, E-mail: licht@epagri.rct-sc.br

⁴ Senior Lecturer, Lincoln University / Agriculture and Life Sciences Division, PO Box 84, Lincoln University, Canterbury, New Zealand, E-mail: moot@lincoln.ac.nz

MÉTODO PARA ESTIMAR A ÁREA DA CASCA DE BANANAS 'PRATA ANÃ'

METHOD FOR ESTIMATING SKIN AREA OF 'PRATA ANÃ' BANANAS

Victor Martins Maia¹; Luiz Carlos Chamhum Salomão²; Dalmo Lopes Siqueira²; Paulo Roberto Cecon² & Virgílio Jamir Gonçalves Mota Filho²

SUMMARY: This work had the objective to develop a method for estimating skin area of 'Prata Anã' banana. So, forty fruits were utilized and fresh mass, total and commercial lengths, diameter circumference and skin area were measured and made correlations. A regression between physical characteristics and skin area were calculated. Results indicated that exists high correlation between fresh mass and skin area of 'Prata Anã' banana.

INTRODUÇÃO

A estimativa da área da casca de bananas é uma importante ferramenta para trabalhos nas áreas de fisiologia e patologia pós-colheita permitindo avaliar a área injuriada por agentes mecânicos e patológicos bem como a porcentagem do fruto afetada. O uso destas medidas torna as avaliações mais precisas preterindo o uso de escalas e índices. O método para estimar a área da superfície do fruto deve ser rápido e preciso. Portanto, o objetivo deste trabalho foi estimar a área da casca da banana 'Prata Anã' produzida no município de Verdelândia, MG, em função dos parâmetros físicos do fruto.

MATERIAL E MÉTODOS

Para estimar a área superficial dos frutos (área da casca), inicialmente, ajustou-se uma equação baseada nos parâmetros físicos do fruto e suas combinações. Para isto foram utilizadas 40 bananas (*Musa spp.*) 'Prata Ana' (AAB), obtidas em pomar comercial localizado no Município de Verdelândia, MG (15° 24' S, 43° 43' W, 480 m de altitude, clima do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen). Os cachos foram colhidos em novembro de 2003 quando o fruto central da segunda penca atingiu o diâmetro de 36 ± 2 mm. Uma vez colhidos, os cachos foram lavados com água na casa de embalagem da propriedade sendo, então, despencados. A segunda, a terceira e a quarta pencas de cada cacho foram identificadas, envolvidas com plástico bolha e acondicionadas em caixas de papelão. As caixas foram transportadas para o Laboratório de Pós-Colheita do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa onde, cerca de 24 horas após a colheita, os frutos foram individualizados por um corte rente à almofada floral e lavados em solução de detergente a 0,2% por cinco minutos. Após este processo, os frutos foram acondicionados em caixas plásticas forradas com papel picado e mantidos em condição ambiente (médias de 25,4 ± 1,9 °C e 82 ± 9,1 % de umidade relativa do ar) até atingir o índice de cor da casca 6 (Dadzie & Orchard, 1997), ou seja, fruto todo amarelo. Neste momento, foram avaliados a massa fresca, comprimento total e comercial (comprimento da polpa), diâmetro e circunferência (Dadzie & Orchard, 1997; Ministério da Integração Nacional, 2000) dos frutos, bem como a área da casca dos mesmos com o auxílio de um medidor de área foliar portátil ADC Brasil Bioscientific Ltd (England) Area Meter AM 100. A partir destes dados, foram estimadas regressões linear simples relacionando uma ou mais características medidas, bem como as combinações entre elas, e a área da casca obtida, determinando-se uma equação com o auxílio do software SAEG 5.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Entre todas as características avaliadas e suas combinações, a que apresentou maior correlação com a área da casca de bananas 'Prata Anã' foi a massa fresca do fruto. Este resultado é semelhante ao obtido por Ferris (1991), citado por Ferris et. al (1995), que observou alta correlação entre a área da Casca (AC-cm²) e a massa de bananas (P-g). A partir desta característica foi estimada a seguinte equação:

$$AC = 33,30 + 0,904834 \cdot P \text{ para } r^2 = 0,91.$$

O parâmetro da regressão foi significativo a 0,1% de probabilidade, pelo teste t.

CONCLUSÕES

· Existe uma alta correlação entre a massa e a área da casca da banana 'Prata Anã'.

· A partir da equação ajustada, é possível determinar a área da casca de bananas 'Prata Anã' em função da sua massa.

BIBLIOGRAFIA

1. DADZIE, B. K.; ORCHARD, J. E. Routine post-harvest screening of banana/plantain hybrids: criteria and methods. *Inibap Technical Guidelines* 2. Montpellier: International Network for the Improvement of Banana and Plantains, 1997. 63 p.
2. FERRIS, R. S. B.; HOTSONYAME, G. K.; WAINWRIGHT, H.; TOMPSON, A. K. The effects of morphology, maturity, and cultivar on the ripening and susceptibility of plantains (AAB) to mechanical damage. *Fruits*, v. 50, n.2, p. 101-107, 1995.
3. MINISTÉRIO DA INTEGRAÇÃO NACIONAL. *Frutiseries Banana*. [2000]. <<http://www.integracao.gov.br/publicacoes.html>>. Acesso em: 23 junho 2001.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pelo auxílio financeiro.

¹ UNIMONTES – Universidade Estadual de Montes Claros
Campus de Janaúba, Rua Reinaldo Viana, 2630, Bico da Pedra - Janaúba – MG,
39.440-000. Tel. (38) 3821-2756. Brasil

² UFV- Universidade Federal de Viçosa
Universidade Federal de Viçosa, s/n - Viçosa – MG, 36570-000. Tel. (31) 3899-2641.

ÍNDICE DE AUTORES / AUTHOR INDEX / ÍNDICE DE AUTORES

A		Página/page/página			
Abadie, C. ,	122		Belezaca Pinargote, C.,	674	
Abreu, J.G. de,	323, 553		Bellicanta, G.S.,	624	
Abreu-Antunez, E. ,	702		Belloso, M.,	304	
Achade, C.,	392		Ben Shalom, H.,	190	
Achard, R.,	634		Beovides García, Y.,	446, 513	
Acina, I.,	774		Bernardes, T.,	356, 357	
Acosta, M.,	392		Bernardes, T.G.,	402, 404	
Acuña, O.,	198, 222, 234		Bispo, A.S.da R.,	849	
Aguar, R.,	356		Bispo, L.D.,	368	
Aguar, R.A.,	404		Blanco, G.,	565, 677, 718	
Aguilar Morán, J.F. ,	173		Blanco, R.,	687	
Aguilar-Prieto, I. ,	349		Blomme, G.,	354, 789	
Ahmed, K.Z.,	510		Boels, G.,	738	
Ake, S.,	487, 722		Borges, A.L.,	368, 398	
Akinyemi, S.O.S.,	361		Bornacelly-Horta, H.,	690	
Albarran, J.G.,	339, 340		Bower, J.P.,	528	
Almeida, J.L. de,	323		Braga Filho, J.R.,	402	
Alonso, M.,	459		Brahima, C.,	722	
Alvarado, Y.,	392		Brenes Gamboa, S. ,	572	
Álvarez, E.R.,	446, 475		Brioso, P.S.T.,	757	
Alves, E.J.,	368, 398		Brito, P.F. de,	698	
Alves, J. da S.,	322		Bureau, E.,	826	
Amorim, T. da S.,	874		Burgos-Rojas, M.E.,	803	
Andrade, A.L. de,	313, 323, 553		Busogoro, J.-P.,	380, 752	
Andrade, E.A. de,	313		Bustamante Rojas, E. ,	133	
Andrigueto, J.R.,	32		Bustamante, E.,	350	
Anno, P.A.,	487 722		Buzar, A.G.,	308	
Antunes Júnior, R.C.,	312, 347, 545				
Antunes, E.N. ,	346		C		
Aparecida, A.,	813		Cabrera Cabrera, J.,	289, 468	
Arango, R,	735		Cabrera Jova, M.,	513	
Araújo, M.M. de,	308		Cabrera, M.,	341	
Araya, L.,	384		Camacho, B.,	650	
Arroyave, J.A.,	379		Câmara, B.,		
Arturo, M.,	362		Câmara, T.R.,	305, 327	
Arzanlou, M.,	375		Candresse, T.,	774	
Arzola, M.,	392		Cantero, A.,	341	
Avendaño, J.,	408		Carlier, J.,	122, 375	
Aycicegi-Lowengart, A.,	190		Carlier, J. ,	662	
Ayisha, R.,	770		Carmona, J.D.,	389	
B. Padmanaban,	391		Carolina, M.,	363	
			Cassiano, L.P.,	308	
B			Castañeda Sánchez, D.,	388, 411	
Badou. O.J.,	722		Castañeda-Sánchez, D.A.,	690	
Barbosa, R.D.,	592		Castro Benítez, M.E.,	845	
Barrera Violeth, J.,	569		Cayón Salinas, D.G.,	318, 319	
Basail Pérez, M.,	513		Cayón Salinas, G.,	310	
Basail, M.,	341		Cayon, G.,	370	
			Cecon, P.R.,	415	
			Chacín, M.,	362	
			Chang, F.,	314	

Chirinos, A.,	562				E			
Cícales Rivero, M.R.,	597,	601						
Cobon, J.,	268				Easwaren, S.,	492		
Coelho Filho, M.A.,	359,	413			Echeverri, F.,	683		
Coelho, E.F.,	352,	358,	359,	413	Eden-Green, S.,	789		
Coelho, M.C.F.,	523				Edmunds, J.E.,	164		
Collazos Villa, J.C.,	133				Edwin, C.A.,	375		
Colmenarez, R.,	363				Escobar Chalarca, C.A.,	411		
Colque, F.O. ,	364				Espinosa Cuellar, A.,	513		
Colque, O.,	616				Espinoza, J.,	362		
Companioni, B.,	392				Espinoza, J.G.,	355		
Conceição, V.J.,	405				Estella Vásquez, L.,	735		
Cordeiro, Z.J.M.,	36,	48,	399,	429,	Evangelista, R.M.,	578		
	433,	437						
Cortés, M.,	410				F			
Cortez, A.,	363				Fernandes, T.P.,	312,	347,	498
Costa, E.L. da,	358				Ferraz, S.,	813		
Costa, H.,	331				Ferreira, C.F.,	10,	305,	327
Costa, M.A.P. de C.,	326,	328			Ferreira, D.M.V.,	399		
Côte, F.,	387				Ferreira, A.,	464		
Coulibaly, S.,	864				Ferrufino, A.,	616		
Crous, P.W.,	375				Ferrufino, C.A.,	364		
Crozoli, R.,	381				Figueira, A.V. de O. ,	325		
Crozzoli, R.,	363				Figueiredo, D.V,	757		
Cruz, J.,	868				Figueiredo, Z.N.,	313		
Cubero Rojas, H.,	315				Folliot, M.,	387		
Cunha-Junior, J. de O.,	757				Fouré, E.,	122		
					Fournier, A.,	376		
D					Franco, L.,	312,	347	
Damatto Junior, E.R.,	578,	592,	629,	904	Fraser, F.,	528		
Damicela, R.,	341				Freitas, M.P.B,	405		
Daniells, J.,	284				Fuchs, M.,	340		
Davies, P.,	382				Fuentes, L. ,	409		
Dávila, E.,	314				Fukuda, E.,	656		
Daza Sanabria, M.A.,	319							
Degny, E.,	487				G			
Delgadillo, V.R.O.,	364				Galán Saúco, V.,	289,	468	
Delgado, E.,	198,	207,	222,	355,	Gálvez Guerra, J.R.,	446,	475	
	362,	363			Galzi, S.,	387		
Dias, M.M.,	498				Gañán R., P.,	412		
Dias-Arieira, C.R.,	818				Gañán, P.,	868		
Díaz Ismael, A.C.,	310				Garavello, M.E. de P.E.,	405		
Díaz Montenegro, D.,	353				García García, M.,	513		
Díaz Rivera, M. ,	336				Garcia, J.,	303,	377	
Díaz, A.C.,	370				García, M.,	341,	417	
Díaz, E.,	339,	340			García, R. ,	880		
Díaz, M.,	365				Garcia, V.A. ,	332,	333	
Domínguez-Gil, O.E.,	803				Garita, W.,	376,	384	
Dorel, M.,	634				Garza Hernández, J.M.,	638		
Dueñas, F.,	459				Gasparotto, L.,	117,	331	
					Gaviria Gutiérrez, B.M.,	394		

Gayol, L.,	410				
Gil Pilonieta, A.,	412				
Giménez, C.A.,	307				
Godoy, R.C.B. de,	403,	874			
Gomes, E.M.,	578				
Gomes, J.A.,	331				
Gomes, L.I.S.,	397				
Gómez Kosky, R.,	513				
Gómez Lima, M.,	307				
Gómez Sánchez, M.I. ,	646				
Gómez, C.,	344,	348			
Gómez, R.,	341				
Gonçalves, V.D.,	312,	347,	545		
González Díaz. L.,	446,	475			
González, C.,	459				
Gonzalez, D.,	376,	384,	386		
González, L.,	459				
Gonzalez, M.,	363				
González, M.D.,	355				
González, N.,	408				
Gonzalez, R.,	382				
Govea, D.,	367				
Graeme, P.,	396				
Guerra, M.P.,	393				
Guerra, R. ,	562				
Gulino, L.M.,	550				
Guzmán, M.,	83,	714			
Guzmán-Téllez, E.,	353				
H					
Hagai, N.B.,	582				
Harper, G.,	764				
Hasan, M.A.,	424	532			
Heiffig, L.S.,	316				
Hernández Estrada, M.,	446,	475			
Hernández Fermín, J.B.,	565				
Hernández Pérez, R.,	475				
Hernández, C.,	735				
Hernández, J.,	677,	718			
Hernández, M.,	459				
Hernández, Y.,	303,	307,	409		
Hernández-Mancilla, A.,	702				
Hincapié, D.,	868				
Hinz, R.H.,	808				
Hoyos-Carvajal, L.,	379,	653			
Hussain, I. ,	494				
I					
Inciarte-Martínez, E.A.,	803				
Iquize, E.,	616				
Iskra-Caruana, M.-L.,	387,	774			
Israeli, Y.,	317,	582			
J					
Jácome, L.H.,	320,	386			
Jacomino, A.P.,	316				
James-Kay, A.,	662				
Jesus, O.N. de,	305,	326,	327,	328	
Jijakli, H.,	311,	752			
Jijakli, M.H.,	380				
Jiménez, I. ,	386				
Jiménez, M.I.,	234				
Jiménez, R.,	234				
K					
Kanda, N.E.,	383				
Karamathullah, J.,	492				
Karanja, L.,	764				
Keita, S. ,	585				
Kema Abeln, G.H.J.,	375				
Kema, G.H.J.,	3				
Kerbaui, G.B.,	335,	337			
Kerguelén Grajales, H. ,	412				
Kinceler, L.M.,	346				
Kizhakoot, P.,	441				
Kluge, R.A.,	316				
Knight, S.,	714				
Kobayashi, A.K.,	10				
Kone, D.,	722				
Kuck, K-H.,	153				
L					
Labarca, J.,	303,	307,	409		
Laboureau, N.,	387,	774			
Lacera Rúa, A.,	880				
Lacerda, M. dos S.,	404				
Lahav, E.,	190				
Landínez, J.A.,	484				
Lapeyre de Bellaire, L. de,	122				
Lassois, L.,	311				
Lédo, A. da S.,	324				
Lédo, C.A. da S.,	324				
Lee Rodríguez, V.,	638				
Leiva, M.,	380				
Leonel, S.,	578,	629,	904		
Lerma Molina, J.N.,	638				
Lescot, T.,	122,	891			
Lichtemberg, L.A.,	342,	390,	414,	464,	
	557,	808,	885		
Lima, J.D.,	332,	333,	624		
Lima, M.B.,	368,	398			
Lobo, D.,	355,	363			

López Baez, O. ,	638				Meyer, J.B.,	781			
López Torres, J.,	513				Mira Castillo, J.J.,	310,	318		
López, J.,	341				Mira, J.J.,	370,	379,	653	
Lorenzo, J.C.,	392				Miranda, T.A. de,	347,			
Lugo, M. de L.,	336				Mizobutsi, E.H.,	397,	813		
Lugo, W.I.,	365				Molina Concepción, O.,	446			
Luna-Martínez, F.,	662				Molina Jr., A.B.,	24			
Lüth, P.,	396				Molina, S.M.G. ,	405			
M									
Maceda, A.,	818				Montano, H.G. ,	757			
Madrigal-Ambriz, L.V.,	406				Montano, N.,	341			
Magaña-Lemus, S.,	304,	344,	348		Montes, S.M.N.,	330			
Majumder, D.,	424,	532			Montoya, Y.,	411			
Malburg, J.L.,	342,	366,	378		Moot, D.J.,	414,	557		
Mandal, K.K.,	424				Mora Alfaro, L.,	572			
Manzanilla, E.,	340,	381,	677,	718	Mora, I.,	377			
Manzo-Sánchez, G.,	662				Moraes, W. da S.,	624,	656,	747	
Marcílio, H. de C.,	553				Morais, L. S.,	10,	326,	328,	338
Marcílio, H.C. de,	313,	323			Moran, E.,	408			
Marcon, I.T.,	808				Moreira, J.A.A.,	356,	357,	404	
Marie, P.,	891				Moreira, R.,	747			
Marín Borja, O.,	569				Moreira, R.S.,	36,	48,	885	
Marín, M.,	303				Mota Filho, V.J.G.,	415			
Marín, M.C.,	409				Muhammad, A.,	494			
Márquez, J.,	536				Mukasa, H.,	789			
Martínez Bolaños, L.,	349				Munar Vivas, O. ,	388			
Martínez Solorzano, G.,	381,	718			Muñoz, N.,	355,	536		
Martínez Varona, R.,	369				Mustaffa, M.M.,	888,	897		
Martínez, A.L. de A.,	402				N				
Martínez, D.,	562				Nadou Paul Sanogo,	585			
Martínez, G.,	650,	677			Naqvi, S.M.S.,	494			
Martínez, G.,	340,	355,	362,	363	Narayani, B.T.,	441			
Martínez-Acosta, A.M.,	690				Narváez-Cuenca, C.,	845			
Maia, V.M.,	415				Nasser, L.C.B.,	32			
Martins, N.F.,	308,	309			Nava, C. ,	306			
Masquelier, L. ,	752				Navarro Alzate, R. ,	394			
Mass Villadiego, M. ,	569				Naves, R.V.,	402			
Matos, A.P. de,	399,	429,	433,	437	Negrín, M.,	417			
Matos, E.L.S.,	403,	874			Nel, L.H.,	781			
Matsumoto, K.,	523				Nemlin. G.J.,	864			
Mauri-Mollera, F.,	702				Nesi, C.N.,	557			
Mayorga Pinzón, M.,	668				Ngando, J.E.,	122			
Md. Abu Hasan,	532				N'guessan, Y.T. ,	487			
Medero Veja, V.,	513				Nicoletti, M.E.,	464			
Medero, V.,	341				Nicot, P.,	722			
Mendonça, E.T. de,	698				Niescthe, S.,	312,	347,	397	
Mendonça, J.C. de,	656				Nietsche, S.,	498,	545		
Menegucci, J.L.P.,	356,	357,	402,	404	Nishimura, D.S.,	325			
Menjivar, R.D.,	249				Nogueira, M. do S. da R.,	757			
Merchán-Vargas, V.,	690				Nomura, E.S.,	332,	333,	747	
Mesquita, M.A.M.,	402,	404			Noriega, C.,	334			

Núñez, E.,	362				Pereira, M.C.N.,	331			
Núñez, M.C.,	355				Pereira, M.C.T.,	312, 347, 498, 545			
O									
Obregón, M.,	785				Pereira, M.E.C.,	329, 401, 849			
O'Hallorans, J.M.,	365				Pérez Barraza, M.H.,	454, 504, 730, 840			
Olaniyi, O.,	321, 345				Pérez Vicente, L.,	141			
Olaya, C.,	379				Pérez Zamora, O.,	597, 601			
Oliveira Júnior, M.X.,	312, 347, 545				Pérez, A.,	677			
Oliveira, J.R.,	347, 545				Pérez, J.C.,	350			
Olivie, T.,	380				Pérez, L.,	341, 459			
Ongarelli, M. das G.,	316				Pérez, M.C.,	392			
Ontougou, F.,	585				Pérez, Y.,	314			
Onukwu, D.,	798				Pérez-Vicente, L.,	702			
Opadare, S.,	345				Perozo, A.,	562			
Orozco-Romero, J.,	100, 374, 406, 597, 601, 730				Peruch, L.A.M.,	414, 557, 710			
Orozco-Santos, M.,	100, 374				Pestana, K.N.,	305, 327			
Ortiz Ortega, O.,	646				Pestana, R.K.N.,	322, 338			
Osuna García, J.A.,	454, 504, 840				Pian, C.A.,	383			
Otero Gálvez, E.,	513				Piedrahita Restrepo, R.A.,	133			
P									
Padilha, P.,	346				Pierre, A. A.,	487 722			
Padmanaban, B.,	805				Pietersen, G. ,	781			
Paiva, P.G.,	383				Piña-Dumoulin, G.,	304			
Paniagua, C.I.,	735				Pineda Cabrales, M.A. ,	407			
Paredes, C.,	303, 307, 409				Pineda, R. ,	683			
Pargas, R.,	381, 718				Pinho, R.E.da C. de	352, 359, 413			
Parra, L.F.,	370				Pino, N.,	348			
Passos, A.R.,	322, 398				Pires, E.T.,	322			
Patel, A.D.,	395				Pisinato, R.,	405			
Patel, B.A. ,	395				Pocasangre, L.E.,	198 207 222 234			
Patel, D.J.,	395					341 349 355 362			
Pathak, R.,	764					363 393			
Patiño Hoyos, L.F.,	133				Poiani, L.M.,	855			
Patiño, L.F.,	350				Porras, A.,	702			
Patricia Restrepo, L.,	845				Portal, N.,	392			
Pattison, A. B.,	550				Pozza, A.A.A.,	813			
Pattison, T.,	198, 268				Prando, H.F.,	794			
Pauli, K. S.,	464				Provost, G. Le,	774			
Paz Chávez, E.,	513				Q				
Pedraza, T.R.,	446, 475				Quesada, R.,	373			
Peixoto, N.,	356, 357, 404				Quintero, H.,	314			
Pelissari, A.,	818				R				
Peña, W.,	222				Rajamannan, A.H.J,	315, 320, 360			
Péréfarres, F.,	774				Ramclam, W. ,	687			
Pereira, A.M.,	383, 818				Ramírez Henry ,	605			
Pereira, J.C.R.,	117, 331				Ramírez, C.A.,	350			
Pereira, F.R.,	813				Ramírez, T.,	459			
Pereira, G.A.,	323, 553				Ramírez-Mendez, R.A.,	803			
					Rampelotti, F.T.,	464			
					Rashid, H.,	494			
					Rayas Cabrera, A.,	513			

Rayas, A.,	341			Salazar Peláez, L.M.,	133		
Reina, A.,	304			Salazar Yepes, M.,	785		
Reinaldo, D.,	341			Salazar, E.,	340, 379, 653		
Reinaldo, A.E.,	446, 475			Salazar, E.G.,	339, 484		
Reinert, C.S.,	405			Salazar, R.,	367		
Remy, S.,	510			Salazar, S.,	868		
Resende, J.C.F. de,	325, 330, 338			Saldaña, G.,	339, 340, 484		
Rey, J.,	355			Salomão, L.C.C.,	415		
Rey, J.C.,	362, 363			Salvador, J.,	808		
Ribeiro, H.B.,	813			Sama-Lang, P.,	838		
Ribeiro, L.R. ,	338, 398			Sanabria, M.,	562		
Ribeiro, R.C.F.,	397, 813			Sanabria, M.E.,	565		
Rios, S. de A.,	498			Sanabria, N.,	565, 650		
Robinson, J.C.,	255, 528, 781			Sanches M, R.,	624		
Rodrigues, D.S.,	332, 333			Sánchez, A.,	367, 371		
Rodrigues, W. ,	346			Sánchez, L.,	384		
Rodríguez González, C.,	318			Sandoval, J.,	207		
Rodríguez Morales, S.,	446			Sangalang, J.,	385		
Rodríguez, D.,	381, 562, 650			Santana, J.A.V.,	352, 413		
Rodríguez, D.A.,	565			Santos Pino, A.,	513		
Rodríguez, G.,	417, 536, 605			Santos, A.,	341		
Rodríguez, M.,	363			Santos, A.P. dos,	403		
Rodríguez, O.,	367, 371			Santos, C.C. dos,	313, 553		
Rodríguez, P.,	307			Santos, D.V. dos ,	874		
Rodríguez, P.A.,	350			Santos, K.P. dos,	405		
Rodríguez, R.,	562			Santos, M.R. dos,	352, 358, 359, 413		
Rodríguez, V.,	367, 371			Santos, R.,	392		
Rodriguez, W.,	198			Santos, S.B. dos,	401, 849		
Rodríguez, G.,	355, 362, 363			Santos, T.M. dos,	545 397		
Rodríguez-Gaviria, P.A. ,	389, 785			Santos-Serejo, J.A. dos,	10, 326, 328, 329,		
Rodríguez-Pérez, M.A. ,	406				338		
Rojas, A. ,	459			Sapuky, M.,	362		
Román, M. I.,	446, 459			Sarkar, S.,	424, 532		
Roman, M.I.,	341			Sathiamoorthy, S.,	805, 888, 897		
Romeiro, J.C.T.,	592			Schwartz, A.,	317		
Romero Santos, C.M.,	308, 309			Segura, A.,	198, 222		
Romero, C.,	234			Segura, R.,	234		
Romero, J.,	234			Sepúlveda, L.,	735		
Romero, R.A.,	92			Serrano, E.,	198, 207, 222		
Roque, B.,	392			Shani, U.,	317		
Rosa Salazar, L.E.,	407			Shanmugam, K.P.G.,	441		
Rosales, F.,	207, 222, 355, 362,			Shapira, O.,	317		
	363			Shillingford, C.A.,	164		
Rosales, F.E.,	198, 234, 249			Sidibe, A.,	585		
Rosales, H.,	344, 348, 367, 371			Sierotzki, H. ,	714		
Ruggiero, C.,	312, 545			Sikora, R.A.,	249, 268, 241		
Rumbos, R.,	344			Silva Júnior, J.F. da,	324		
				Silva, A.J.P.,	352, 359, 413		
S				Silva, C.M. da ,	656		
				Silva, E.A. da ,	624		
Saavedra del Aguila, J.,	316			Silva, F.R. da,	308		
Saes, L.A.,	747			Silva, L.S.,	397		
Sági, L.,	510			Silva, M.R. da,	405		

Silva, S. de O. e,	10, 305, 322, 324, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 338, 347, 399, 401, 403, 429, 433, 437, 545, 849	Torres, S.B.,	349
Silva, S.H.M.G. da,	656	Traore, B.M.,	585
Silveira, E.K.C.P.,	397	Trejos, J.,	198, 222
Simpson, J.,	662	Trocoli, R.O. ,	399
Siqueira, D.L.,	415	Trujillo, I.,	339, 340, 484
Soares, T.L.,	10, 305, 326, 327, 328, 401, 849	Trujillo, R.,	341
Soffia, R.,	386	Tulmann Neto, A.,	325, 330
Söndahl, M.R.,	334	Turquin, L.,	487
Sônego, M.,	414, 557, 710	Turyagyenda, L.F.,	354, 789
Sosa, L.,	306	U	
Soto, M.,	178	Uma, S. ,	805
Souza Júnior, M.T.,	5, 308, 309	Umamaheswaran, K.,	770
Souza Júnior, M.T. ,	523	Umeh, V.C.,	798
Souza, A. da S.,	10, 326, 328	Utle, M.,	385
Souza, E.H. de,	326, 328, 329	V	
Souza, F.V.D.,	10, 329	Valdés, M.,	459
Souza, G.S de,	855	Vandermolen, M.,	752
Spir, B.B.,	698	Vázquez Valdivia, V.,	454, 504, 730, 840
Ssekiwoko, F.,	789	Vázquez-Galindo, J.,	406
Stanley, J.,	764	Veber, M.P.,	366
Staver, C.,	198	Velasco Villalpando, S.,	406
Stella Riveros, A.,	234, 249	Ventura Martín, J de la C.,	475
Stolf, E.C.,	393	Ventura, J.,	341
Stone, L.F.,	356, 357, 404	Ventura, J.A.,	331
Stuker, H.,	390, 808	Vera Coello, D.,	674
Suárez-Capello, C. ,	674	Vera, J.,	344, 348
Surga, J.G.,	304, 339, 344, 348, 484	Vergara Ruiz, R.,	389
Swennen, R.,	354, 510	Vieira, J.F.,	429, 433
T		Vieites, R.L.,	578
Tabora, P.,	234	Vijayaraghavan, H.,	492
Tamagnone, M.G.,	378	Villa, C. ,	868
Tapia-Ramos, E. ,	374	Villalobos, M.,	234
Tazán C., L. ,	155	Villas Boas, R.L. ,	592, 629
Tcacenco, F.A.,	464	W	
Teixeira, J.B.,	523	Waalwijk, C.,	375
Teixeira, J.M.A.,	32	Wangai, A.,	764
Tenkouano, A.,	354	Washington, J.R.,	373, 725
Teycheney, P-Y. ,	387, 774	Weisson, S.,	314
Tixier, P.,	634	X	
Togawa, R.C.,	308, 309	Xavier, A.A.,	397, 498
Toledo, H.,	341	Xiqués, X.,	459
Toledo-Martínez, A.,	374	Y	
Tomaz, R.,	383	Yamuyam, N.,	385
Torres Delgado, M.,	513		
Torres, F.,	683		

Yuval Levy, 582

Z

Zaffari, G.R.,	335,	337
Zapata Colorado, M.A.,	668	
Zapater, M.-F.,	662	
Zuleta, S.,	683	
Zuluaga, R.,	868	
zum Felde, A. ,	249	



Epagri - Estação Experimental de Itajaí

Trinta anos gerando conhecimento agropecuário e melhorando a qualidade de vida dos catarinenses

Governo do Estado de Santa Catarina
Secretaria de Estado da Agricultura e Política Rural
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina



A Estação Experimental de Itajaí foi instalada em 1976 com o objetivo de gerar e difundir conhecimento na área de ciências agrárias. Está localizada na Rodovia Antônio Heil, km 6, em Itajaí, SC (latitude: 26°57' sul, longitude: 48°48', altitude: 2m), em uma área de 121 hectares.

Na Estação, são desenvolvidas atividades de pesquisa e extensão em diversos segmentos da agropecuária catarinense, concentrando aproximadamente 25% das atividades de pesquisa da Epagri. Desempenha importante trabalho na difusão de tecnologias através de publicações especializadas, dias de campo, cursos profissionalizantes e palestras. Como parte de seu papel social, oferece oportunidade de estágios para estudantes do ensino médio, superior e pós-graduação.

O quadro de pesquisadores conta de 16 doutores, 23 mestres e 3 graduados. O quadro de apoio conta com 58 funcionários administrativos, técnicos e operacionais.

Projetos

- Administração rural
- Arroz
- Bioativas
- Biotecnologia
- Flores e ornamentais
- Fruticultura tropical
- Hortaliças
- Pecuária
- Piscicultura
- Recursos florestais
- Recursos hídricos
- Sementes e mudas

Laboratórios

- Análise de água
- Beauveria
- Biotecnologia
- Cultura de tecidos vegetais
- Entomologia
- Fitopatologia
- Piscicultura
- Plantas bioativas
- Reprodução animal
- Sanidade animal
- Sementes florestais
- Análise de frutos

Outras Unidades

Biblioteca, Estação meteorológica, Unidade de beneficiamento de sementes de arroz, Unidade de tratamento e beneficiamento de madeira, Unidade de processamento de palmito, Xiloteca, Sistemas de produção de leite, Unidade de processamento pós-colheita de banana.

Localização

EPAGRI - Estação Experimental de Itajaí
Rodovia Antonio Heil Km 6, Caixa Postal 277
88301-970 - Itajaí - Santa Catarina - Brasil

Fone/fax: (047)3341-5244 / 3341-5255
E-mail: ritajai@epagri.rct-sc.br
www.epagri.rct-sc.br



Epagri - Itajaí Experimental Station

Thirty years generating technologies and improving the quality of life in the State of Santa Catarina

Government of Santa Catarina
State Agricultural and Rural Development Division
Epagri - Santa Catarina State Agricultural Research and Rural Extension Agency (Brazil)



The Itajaí Experimental Station was established in 1976 with the mission of facilitating research and extension in practices for producers and rural landowners of the region. The research station is located in Itajaí, at km 6 of Antônio Heil Road, (latitude: 26°57' S; longitude: 48°48'; altitude: 2 m). It is part of research stations network for Epagri – Santa Catarina State Agricultural Research and Rural Extension Agency.

The research station generates scientific and technical information involving the application of innovative technologies seeking solutions to problems related to the sustainable production of economically competitive agricultural commodities. The extension service is also part of its activities, and several publications, meetings and courses are held. In accordance to its social role, the research station also offers internships and training activities from high school to graduation level.

Forty-two research scientists are currently employed at the research station, 16 of them are Doctors and 23 have the M. Sc. degree. In addition, the supporting staff includes 58 field, office and laboratory personal.

Projets

- Economics and Administration
- Rice
- Medicinal and bioactive plants
- Biotechnology
- Flowers and Ornamentals
- Tropical fruit crops
- Vegetables
- Cattle and forage
- Fish culture
- Forests
- Water resources
- Seeds

Laboratories

- Water
- Beauveria
- Biotechnology
- Plant Tissue Culture
- Entomology
- Phytopathology
- Fish Health
- Medicinal Plants
- Animal Reproduction
- Animal Health
- Forest Seeds
- Fruit analysis

Other Units

Library, Weather Service Reporting Station, Rice Seed Processing Unit, Wood Treatment and Processing Unit, Palm Heart Processing Unit, Milk Production System, Banana Post-Harvesting Processing Unit

Location

EPAGRI - Estação Experimental de Itajaí
Rodovia Antonio Heil Km 6, Caixa Postal 277
88301-970, Itajaí, Santa Catarina, Brasil

Fone/fax: (047)3341-5244 / 3341-5255
E-mail: ritajai@epagri.rct-sc.br
www.epagri.rct-sc.br



Epagri – Estación Experimental de Itajaí

Treinta años generando conocimiento agropecuario y mejorando la calidad de vida de los catarinenses

Governo do Estado de Santa Catarina
Secretaria de Estado da Agricultura e Política Rural
Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina



La Estación de Investigación de Itajaí fue creada en 1976 con la misión de incentivar la investigación y extensión rural dirigida a la familia rural de la región. Está ubicada en la región costera del litoral de la Provincia, en las cercanías de la ciudad de Itajaí, a la orilla de la Carretera Antônio Heil, que une las ciudades de Itajaí y Brusque. Las coordenadas del lugar son: latitud 26° 57' Sur; longitud oeste Greenwich 48° 48' y la altitud sobre el nivel del mar es de 2 m. Esta Estación compone la red de investigación coordinada por Epagri en la Provincia de Santa Catarina.

La Estación de Investigación de Itajaí genera información científica y técnica con trabajos de investigación que involucran la aplicación de nuevas técnicas buscando soluciones para problemas relacionados a la producción sostenible de cultivos de importancia económica para la provincia. El servicio de divulgación, compone una de las principales actividades de Epagri, dentro del cual son producidas innumerables publicaciones, y son ofrecidos encuentros y cursos.

De acuerdo con la función social, la Estación de Investigación de Itajaí, también ofrece oportunidades para estudiantes de nivel superior, bien como para los de nivel técnico en agropecuaria, en actividades con vistas a la elaboración de su trabajo de conclusión del curso.

Cuarenta y dos científicos están actualmente en actividad, 16 de ellos son doctores y 23 tienen el grado de maestría. El equipo de apoyo a la investigación, se compone de 58 personas que trabajan en los laboratorios, oficinas y en el campo.

Proyectos

- Administración rural
- Arroz
- Plantas medicinales
- Biotecnología
- Flores y plantas ornamentales
- Frutales de clima tropical
- Hortalizas
- Bovino de leche y forraje
- Cultivo de pez de agua dulce
- Árboles
- Recursos hídricos
- Semillas

Laboratórios

- Agua
- Beauveria
- Biotecnología
- Cultivo in vitro
- Entomología
- Enfermedades de plantas
- Pescado
- Plantas medicinales
- Reproducción animal
- Salud animal
- Semillas de árboles
- Análisis de frutas

Otras Unidades

Biblioteca, estación meteorológica, unidad de procesamiento de arroz, tratamiento de madera, sistema de producción de leche, planta de pos-cosecha de banano.

Ubicación

Epagri – Estación de Investigación de Itajaí
Rodovia Antonio Heil km 6, Caixa Postal 277
88301-970 Itajaí/Santa Catarina, Brasil

Teléfono/Fax: (47)33415244; (47)3341-5255
Dirección electrónica: ritajai@epagri.rct-sc.br
www.epagri.rct-sc.br

XVII REUNIÃO INTERNACIONAL
ACORBAT



2006

JOINVILLE

BRASIL



ACORBAT 2006 | BRASIL | VOL. 01

A Reunião da Acorbat é o maior congresso técnico-científico sobre bananicultura, tendo status de Congresso Mundial sobre Bananicultura. A reunião é realizada de dois em dois anos, reunindo pesquisadores, agrônomos da assistência técnica e da iniciativa privada, produtores, empresas produtoras de insumos e empresas exportadoras de banana. As reuniões que se realizam desde 1970, já tiveram como sede Santa Lucia, Jamaica, Martinica, Panamá, Equador, Guadalupe, Costa Rica, Colômbia, Venezuela, México, Costa Rica, República Dominicana, Equador, Porto Rico, Colômbia e México.

BANANICULTURA: UM NEGÓCIO SUSTENTÁVEL

15 A 20 DE OUTUBRO DE 2006 | JOINVILLE | BRASIL

Promoção:



Acorbat

Realização:



Apoio:



Governo do Estado
SANTA CATARINA

TUDOINSITE

BANANICULTURA: UM NEGÓCIO SUSTENTÁVEL