

INFO MUSA

La Revista Internacional sobre Banano y Plátano

Vol. 9 No. 1

Junio 2000

EN ESTE NUMERO

Cribado de hongos endofíticos para el control biológico de *R. similis* en América Central

Cribado de los bananos resistentes a *Foc* con respecto a los nematodos lesionadores

Resistencia y tolerancia del germoplasma de *Musa* de Vietnam a los nematodos

Embriogénesis somática en medios líquidos. Maduración y aumento de la germinación en el cultivar híbrido FHIA-18 (AAAB)

Mejoramiento del clon híbrido de plátano FHIA-21 con el uso de la mutagénesis in vitro

Resistencia de *Musa* spp. a la enfermedad de Moko

Evaluación multisitio de híbridos de la FHIA en Ghana

Encuesta sobre el banano en la República Democrática del Congo

Taller sobre plátanos de cocinar para los subtrópicos

¿Qué variedad de banano debo cultivar?

Noticias de *Musa*

Tesis

Libros etc.

Anuncios

Noticias de INIBAP

Noticias de PROMUSA





Vol 9, No. 1

Foto en la portada :

Venta ambulante de banano en India
(S. Uma, NRCB)

Publica :

Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano (INIBAP)

Jefe de redacción :

Claudine Picq

Comité editorial :

Emile Frison, Jean-Vincent Escalant,
Suzanne Sharrock
Impreso en Francia

Redacción :

INFOMUSA, INIBAP,
Parc Scientifique Agropolis II,
34397 Montpellier Cedex 5, Francia.
Teléfono +33-(0) 4 67 61 1302
Telefax : +33(0)- 4 67 61 0334
Correo electrónico : inibap@cgiar.org

La suscripción es gratuita para los países en vías de desarrollo. Se agradecen contribuciones en forma de artículos y cartas al editor. La redacción se reserva el derecho de editar los artículos. INFOMUSA no se responsabiliza por el material no solicitado. Sin embargo, trataremos de responder a cada una de las peticiones. Los artículos pueden ser citados o reproducidos sin cargos, con la mención de la fuente.

También se publican ediciones de INFOMUSA en francés y en inglés.

Cambio de dirección :

Para evitar la pérdida de sus ejemplares de INFOMUSA, notifique a INIBAP con seis semanas de antelación si cambia de dirección postal.

Las opiniones expresadas en los artículos son responsabilidad de sus autores y no necesariamente reflejan los puntos de vista de INIBAP.

La misión de la Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano es aumentar de manera sostenible la productividad del banano y el plátano cultivados por pequeños productores para el consumo doméstico y mercados locales y de exportación.

El programa tiene cuatro objetivos principales :

- organizar y coordinar un esfuerzo global de investigación sobre banano y plátano para el desarrollo, la evaluación y la diseminación de cultivares mejorados y para la conservación y utilización de la diversidad de las *Musaceae*;
- promover y fortalecer colaboraciones en la investigación relacionada con banano y plátano a los niveles nacional, regional e internacional;
- fortalecer la capacidad de los SNIA para conducir actividades de investigación y desarrollo sobre banano y plátano;
- coordinar, facilitar y apoyar la producción, recopilación y el intercambio de información y de documentación sobre banano y plátano.

INIBAP está dirigida y administrada por el Instituto Internacional de Recursos Fitogenéticos (IPGRI), un centro "Future Harvest".

INFOMUSA

Vol. 9, No. 1

CONTENIDO

Encuesta sobre los hongos endofíticos del banano de América Central y el cribado para el control biológico del nematodo barrenador (<i>Radopholus similis</i>)	3
Cribado de los bananos resistentes al marchitamiento por <i>Fusarium</i> con respecto a los nematodos lesionadores de las raíces	6
Cribado del germoplasma de <i>Musa</i> de Vietnam con respecto a la resistencia y tolerancia a los nematodos noduladores y lesionadores de las raíces en el invernadero	8
Embriogénesis somática en medios líquidos. Maduración y aumento de la germinación en el cultivar híbrido FHIA-18 (AAAB)	12
Mejoramiento del clon híbrido de plátano FHIA-21 con el uso de la mutagénesis <i>in vitro</i>	16
Evaluación de <i>Musa</i> spp. para la resistencia a la enfermedad de Moko (<i>Ralstonia solanacearum</i> , raza 2)	19
Evaluación multisitio de híbridos de la FHIA en Ghana	20
Resultados de una encuesta sobre el banano entre los campesinos de la República Democrática del Congo	22
Taller sobre plátanos de cocinar para los subtropicos	24
– Estudio preliminar sobre el interés del plátano de cocinar Topocho verde (ABB) para Canarias	24
– Importancia de los plátanos de cocinar en Africa : Oportunidades para las zonas subtropicales	25
– Bananos de cocción : Clasificación, producción y utilizaciones en el Sudeste de Asia	28
¿Qué variedad de banano debo cultivar?	31
Noticias de <i>Musa</i>	34
Tesis	37
Libros etc.	39
Anuncios	39
Noticias de INIBAP	40
Noticias de PROMUSA	I-IV

Encuesta sobre los hongos endofíticos del banano de América Central y el cribado para el control biológico del nematodo barrenador (*Radopholus similis*)

L. Pocasangre, R.A. Sikora,
V. Vilich y R.P. Schuster

Los hongos que colonizan el tejido sano de la planta y permanecen allí en una fase latente o inician infecciones más extensivas pero asintomáticas, se conocen como endófitos (Carroll 1988, Boddy y Griffith 1989, Yates *et al.* 1997). Cuando la colonización lleva a una protección del tejido contra el estrés biótico o abiótico, estos hongos se llaman mutualistas (Carroll 1990, Latch 1993).

Una encuesta de hongos endofíticos fue realizada en América Central durante enero y febrero de 1997. Los países encuestados fueron Honduras, Costa Rica, Guatemala y Cuba en el Caribe. Se tomaron muestras en ocho plantaciones bananeras de la región. Se investigaron veintidós cultivares diferentes de *Musa* spp., incluyendo bananos de postre, bananos de cocción y plátanos pertenecientes a siete genomas diferentes de *Musa*: AA, AB, AAA, AAB, ABB, AAAB y AABB.

El nematodo barrenador *Radopholus similis* (Cobb) Thorne es la especie de nematodo más importante para la producción de bananos y plátanos en América Central, África Occidental y Australia (Pinochet 1986, Sarah 1989, Schipke y Ramsey 1994). El material de plantación convencional (retoños) es el principal responsable de la dispersión de nematodos en las nuevas plantaciones bananeras. El uso de plántulas

derivadas de los cultivos de tejidos proporciona material de plantación libre de plagas. Sin embargo, es bien conocido que las plántulas derivadas de los cultivos de tejidos son más susceptibles a los nematodos y al marchitamiento por *Fusarium*, que los retoños (Noticias de *Musa* 1997, Smith *et al.* 1998). Esta susceptibilidad de las plántulas derivadas de los cultivos de tejidos puede ser causada por el hecho de que las plántulas son producidas bajo condiciones asepticas y están libres de hongos mutualísticos, lo que podría aumentar el estado de salud de las raíces de estas plantas.

El propósito de esta investigación consistió en estudiar la incidencia natural de los hongos endofíticos en plantas sanas de diferentes cultivares de banano de América Central y determinar el efecto de estos hongos sobre la tasa de reproducción de *R. similis* en las plántulas derivadas de los cultivos de tejidos inoculadas y no inoculadas de cuatro cultivares comerciales de banano.

Materiales y métodos

Países encuestados en América Central

Se recolectaron muestras de tejidos de las raíces y cormos en ocho plantaciones bananeras de tres países de América Central: Costa Rica (CATIE, Turrialba y EARTH, Guacimo), Guatemala (Tiquizate, plantación del grupo Molina), Honduras (FHIA, La Lima, y las plantaciones de Dole en El Rosario y La Ceiba) y Cuba, estaciones experimentales del IBP de Remedios y Antillas. Los cultivares de banano fueron

seleccionados de acuerdo a su importancia comercial para la exportación de la fruta y para su consumo local en la región. Todas las plantaciones bananeras han sido sembradas con banano como monocultivo por más de 15 años.

Aislamiento de los hongos endofíticos

El aislamiento de los hongos endofíticos se realizó a partir de las raíces y cormos utilizando el protocolo mostrado en la Figura 1. Las raíces primarias fueron divididas en dos secciones longitudinales y colocadas en una solución de hipoclorito de sodio al 5 % por cinco minutos y lavados con agua corriente esterilizada tres veces. Para remover el exceso de agua las secciones de las raíces fueron colocadas sobre papel toalla tratado en un autoclave y luego la capa exterior de la raíz fue pelada con un escalpelo. El tejido restante interno fue cortado en pequeños pedazos de aproximadamente 1 a 1.5 cm de largo con un cuchillo esterilizado por calentamiento. Estos pequeños pedazos fueron colocados en agar de dextrosa de patata al 10 % (PDA 10 %) que contenía 150 ppm de estreptomycin y penicilina. Los cultivos fueron incubados a 25 °C en la oscuridad y, una semana después, los hongos fueron transferidos a platos nuevos para su examen e identificación.

El aislamiento de los hongos endofíticos del cormo fue realizado a partir de la corteza exterior y del cilindro central. Los cormos fueron divididos en dos secciones longitudinales y de su tejido se cortaron pequeños bloques de aproximadamente 0.5-1.0 cm de largo, los cuales fueron esterilizados tal como se describe arriba. El aislamiento de los hongos se realizó utilizando el protocolo descrito para las raíces.

Material vegetal

Se produjeron plántulas derivadas de los cultivos de tejidos de Gran Enano (AAA), Williams (AAA), Gros Michel (AAA) y FHIA-23 (AAAA), utilizando el método de propagación de Wong (1986). Las plántulas fueron obtenidas utilizando puntas de brotes laterales e inoculadas en el medio que contenía sales MS (Murashige y Skoog 1962). El medio MS fue complementado con 30 g/l de sacarosa, 2.5 mg/l de benzilaminopurina BAP y 0.5 mg/l de ácido indolacético IAA. Las condiciones de incubación fueron: 25 ± 2 °C y 16 horas de luz diurna.

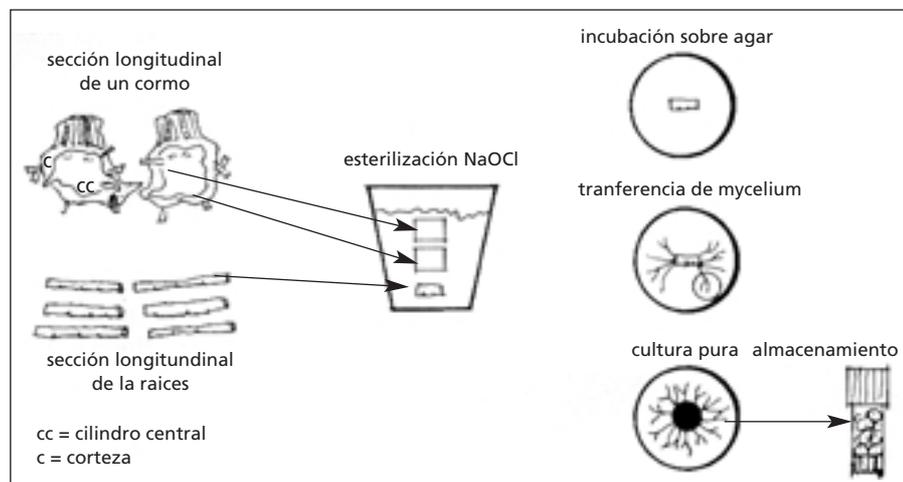


Figura 1. Protocolo de esterilización y aislamiento utilizado para la detección de hongos endofíticos en los tejidos de las raíces y cormos.

Inoculación y cribado *in vivo* de los hongos endofíticos

Se obtuvieron suspensiones conidiales de hongos endofíticos utilizando la técnica de Sun y Su (1984). Se filtraron cultivos de hongos endofíticos cultivados por siete días en el agar de dextrosa de patata, a través de dos capas de gasa. La suspensión conidial fue ajustada a 1.2×10^6 cfu/ml complementando con una solución de Ringer. Las raíces de las plántulas de unos 12 cm de largo fueron sumergidas en la suspensión conidial por cinco minutos antes de transplantarlas en potes de 650 cm³ con arena esterilizada. Las plántulas testigo fueron tratadas con la solución de Ringer sin hongos endofíticos. Las plántulas fueron inoculadas nuevamente con los hongos endofíticos dos semanas después de la primera inoculación. La segunda inoculación se hizo alrededor de las raíces de cada planta insertando una pipeta con 5 ml de suspensión de esporas en tres hoyos en la base delseudotallo. Veintiocho hongos endofíticos aislados de las raíces de bananos provenientes de América Central y Africa fueron cribados con respecto a la actividad antagonística a *R. similis* en el cultivar Gran Enano. Los aislados endofíticos más eficaces fueron examinados nuevamente en cuatro cultivares de banano y también utilizados en estudios más detallados.

Fuente de nematodos y procedimientos de inoculación

El inóculo de nematodos consistió de una población de *R. similis* aislada del cultivar Valery en Talamanca, Costa Rica. Los nematodos fueron reproducidos en un cultivo monoxénico sobre los discos de zanahoria (O'Bannon y Taylor 1968). Un mes después de la inoculación con los hongos endofíticos, las plántulas fueron inoculadas con 500 nematodos por pote. La aplicación se hizo alrededor de las raíces de cada planta insertando una pipeta con la suspensión de nematodos en tres hoyos en la base delseudotallo.

Dos meses después de la inoculación, se determinaron las densidades de los nematodos en el sistema radical y en el suelo. Los nematodos del sistema radical fueron obtenidos separando libremente el sistema radical total de las plántulas. El sistema radical fue coloreado en una solución de 0.1 % de ácido fucsínico y macerado en una licuadora durante 15 segundos. Los nematodos se contaron en alicuotas de 10 ml y se calculó en número total de nematodos por sistema radical. Los nematodos del suelo fueron obtenidos removiendo una muestra de 200 g de arena del pote y colocándola en un plato Baermann modificado. Dos días después, los nematodos fueron recolectados concentrados mediante un tamiz de 25 µm. El número total de nematodos por pote fue determinado mediante los cálculos basados en el conteo de nematodos en una alicuota de 10 ml de la solución total.

Tabla 1. Cantidades de hongos endofíticos aislados de los diferentes tejidos de 21 cultivares de banano en América Central.

País	Raíz	Corteza	Cilindro central	Total
Honduras	22	14	8	44
Guatemala	9	6	1	16
Costa Rica	15	4	2	21
Cuba	43	6	2	51
	89 (67.5 %)	30 (22.7 %)	13 (9.8 %)	132 (100 %)

Los valores en porcentaje representan la frecuencia de ocurrencia de los hongos por tejido de banano.

Tabla 2. Origen de los hongos endofíticos identificados, aislados de diferentes cultivares de banano en América Central.

Código del hongo	Género del hongo	Cultivar/Genoma	Tejido	Lugar
Honduras (H)				
H-06	Fusarium spp.	Cavendish Gigante (AAA)	cilindro central	Colección de la FHIA
H-07	Fusarium spp.	Lacatan (AAA)	raíces	Colección de la FHIA
H-12	Fusarium spp.	Cavendish (AAA)	raíces	Colección de la FHIA
H-14*	Fusarium spp.	Cavendish (AAA)	raíces	Colección de la FHIA
H-15	Trichoderma sp.	Cavendish (AAA)	cilindro central	Colección de la FHIA
H-19*	Fusarium spp.	Bluggoe (ABB)	raíces	Colección de la FHIA
H-20*	Fusarium spp.	Cavendish Enano (AAA)	raíces	Colección de la FHIA
H-26*	Fusarium spp.	Ney Poovan (AB)	raíces	Colección de la FHIA
H-31	Verticillium spp.	P.J. Buaya (AA)	corteza	Colección de la FHIA
H-35	Fusarium spp.	Gran Enano (AAA)	raíces	Dole, Rosario
H-36	Fusarium spp.	Gran Enano (AAA)	corteza	Dole, Rosario
H-37	Acremonium spp.	Gran Enano (AAA)	corteza	Dole, Rosario
H-39	Fusarium spp.	Gran Enano (AAA)	raíces	Dole, La Ceiba
H-42	Fusarium spp.	Gran Enano (AAA)	corteza	Dole, La Ceiba
H-43	Fusarium spp.	Gran Enano (AAA)	corteza	Dole, La Ceiba
Costa Rica (CR)				
CR-01	Fusarium spp.	Gran Enano (AAA)	raíces	CATIE, Turrialba
CR-04	Fusarium spp.	Gran Enano (AAA)	raíces	CATIE, Turrialba
CR-09	Fusarium spp.	Gran Enano (AAA)	raíces	EARTH, Guacimo
CR-10	Fusarium spp.	Gran Enano (AAA)	raíces	EARTH, Guacimo
CR-19	Fusarium spp.	Gran Enano (AAA)	corteza	EARTH, Guacimo
CR-21	Acremonium spp.	Gran Enano (AAA)	corteza	EARTH, Guacimo
Guatemala (G)				
G-01	Fusarium spp.	Gran Enano (AAA)	raíces	Tiquizate
G-05	Verticillium spp.	Gran Enano (AAA)	raíces	Tiquizate
G-08	Fusarium spp.	Gran Enano (AAA)	corteza	Tiquizate
G-11	Fusarium spp.	Gran Enano (AAA)	corteza	Tiquizate
G-12	Fusarium spp.	Gran Enano (AAA)	corteza	Tiquizate
Cuba (C)				
C-03	Fusarium spp.	FHIA-01 (AAAB)	raíces	IBP, Remedios
C-09	Fusarium spp.	FHIA-03 (AABB)	raíces	IBP, Antillas
C-13*	Fusarium spp.	FHIA-03 (AABB)	raíces	IBP, Antillas
C-20	Fusarium spp.	FHIA-03 (AABB)	raíces	IBP, Remedios
C-22	Fusarium spp.	FHIA-03 (AABB)	raíces	IBP, Remedios
C-35	Fusarium spp.	FHIA-21 (AAAB)	raíces	IBP, Remedios
C-39	Fusarium spp.	Gros Michel (AAA)	raíces	IBP, Remedios
C-48	Fusarium spp.	FHIA-21 (AAAB)	raíces	IBP, Remedios
C-49	Fusarium spp.	FHIA-21 (AAAB)	raíces	IBP, Remedios

* Hongos endofíticos eficaces, que causaron reducción en la cantidad de *R. similis*/g de raíz superior a 80 % en relación al testigo.

Análisis estadístico

El diseño experimental utilizado para todos los ensayos fue en bloque aleatorio completo. Todos los datos fueron analizados mediante el análisis de la varianza (PROC ANOVA, SAS Versión 6.12 para Windows, Instituto SAS, Cary, USA). Los conteos de los nematodos fueron transformados antes de realizar el análisis estadístico utilizando $\ln(x + 1)$. Los promedios fueron compara-

dos mediante una prueba de rangos múltiples de Duncan ($P \leq 0.05$).

Resultados

Un total de 132 hongos endofíticos fue recuperado de 120 muestras de tejidos de raíces y cormos de la región. La frecuencia de ocurrencia de los hongos endofíticos fue mayor en las raíces que en la corteza y en el cilindro central del cormo (Tabla 1).

Fusarium spp. fue el hongo endofítico predominante en todos los países encuestados y se encontró en todas las localidades estudiadas. La frecuencia de ocurrencia de *Fusarium* spp. fue mayor en las raíces que en la corteza y en el cilindro central del cormo (Tabla 2).

Se descubrieron diferentes grados de actividad hacia *R. similis* entre los aislados endofíticos. Tres aislados causaron una reducción de la cantidad de *R. similis*/g de la raíz, superior al 90 % en el cultivar Gran Enano y sólo nueve de los 28 aislados fueron considerados menos activos con una reducción menor de 30 % (Tabla 3). Los aislados endofíticos más eficaces, H-14, H-19, H-20, H-26 y C-13, fueron examinados nuevamente en cuatro cultivares de banano, Gran Enano, Williams, Gros Michel y FHIA-23, y los hongos fueron capaces de causar la reducción de la cantidad de *R. similis*/g de la raíz superior al 80 % en todos los cultivares de banano (no se presentan los datos). Estos aislados endofíticos eficaces también fueron utilizados en estudios más detallados que no se incluyen en esta publicación.

Discusión

Los resultados de esta encuesta demostraron que la frecuencia de ocurrencia de los hongos endofíticos fue mayor en las raíces que en la corteza y en cilindro central del cormo de los cultivares comerciales de banano. De los 132 hongos aislados, 89 fueron aislados de las raíces, 30 de la corteza y 13 del cilindro central del cormo.

Fusarium spp. se encuentran en el banano como endófitos naturales y han sido detectados en las raíces de diferentes cultivares de banano en varios países (Speijer 1993, Amin 1994, Schuster *et al.* 1995). Los resultados de esta encuesta demostraron que los hongos endofíticos encontrados con mayor frecuencia y aislados fueron las cepas de *Fusarium*. Los hongos fueron encontrados en ocho localidades de muestreo en América Central y Cuba en el Caribe. Las cepas de *Fusarium* spp. fueron aisladas de diferentes cultivares de banano, incluyendo los bananos de postre, de cocción y plátanos pertenecientes a los genomas diploides, triploides y tetraploides. Estos resultados sugieren que *Fusarium* spp. son endófitos naturales en el banano y que los hongos no se restringen a un solo cultivar o genoma como huésped particular.

Se descubrieron diferentes grados de actividades hacia *R. similis* entre los 28 aislados de *Fusarium* spp. utilizados en los estudios de cribado en el cultivar Gran Enano. Once (11) aislados causaron una reducción del número de *R. similis*/g de raíz superior a 70 %. En contraste, sólo nueve de 28 aislados fueron considerados menos activos debido a que su actividad de reducción fue menor de 30 %. Estas diferencias en la actividad entre los aislados pueden ser explicadas por la habilidad de los hongos de crecer

Tabla 3. Tipos de actividad de 28 aislados de *Fusarium* spp. en la tasa de reproducción del *Radopholus similis* en el cultivar Gran Enano (AAA).

Tipo de actividad	Número de aislados	% de aislados
Efecto negativo	2	7
< 30 %	7	25
30-50%	3	11
50-70%	5	18
71-90 %	8	28
> 90 %	3	11
Total	28	100

Los valores en porcentajes representan la reducción en el número de *R. similis* con relación a las plántulas testigo.

extensamente dentro de la planta y luego impedir la penetración de los nematodos en las raíces (Pocasangre *et al.*, sin publicar). Hallmann y Sikora (1996) encontraron que las cepas no patogénicas de *Fusarium oxysporum* fueron los hongos endofíticos más eficaces hacia los nematodos fitoparásitos. Ellos también descubrieron que los metabolitos tóxicos producidos por *Fusarium oxysporum* fueron altamente eficaces contra los parásitos sedentarios y menos eficaces hacia los endoparásitos migratorios.

Los resultados de nuestras investigaciones sugieren que los hongos endofíticos podrían ser utilizados para mejorar la fase crítica de aclimatación en la micropropagación de los bananos y reducir las aplicaciones iniciales de plaguicidas en esta etapa. La duración del control biológico en la planta madura aún debe ser investigada. ■

Agradecimiento

Los autores desean agradecer al Dr Phil Rowe (FHIA, Honduras), Dr Roberto Young (Dole, Honduras), Dr Panfilo Tabora (EARTH, Costa Rica), Sr Amnon Ronen (Galitec, Guatemala) y al Dr Juan Pérez Ponce (IBP, Cuba) por los arreglos locales y transporte para recolectar las muestras en las plantaciones bananeras. También estamos muy agradecidos con M.Sc. Miguel Dita, M.Sc. Yelenys Capo (IBP, Cuba) y el Dr Mauricio Rivera (FHIA, Honduras) por la asistencia técnica y facilidades de laboratorio para el aislamiento de los hongos. Este trabajo fue financiado por el *German Academic Exchange Service* (DAAD) y la *Standard Fruit Company* (Dole, Honduras).

Bibliografía

Amin N. 1994. Untersuchungen über die bedeutung endophytischer pilze für die biologische bekämpfung des wandernden endoparasiten *Radopholus similis* (Cobb) Thorne an Bananen. Ph.D. Thesis, University of Bonn, 112 pp.

Boddy L. & G.S. Griffith. 1989. Role of endophytes and latent invasion in the development of decay communities in sapwood of angiospermous trees. *Sydowia* 41 : 41-73.

Carroll G.C. 1988. Fungal endophytes in stems and leaves : from latent pathogen to mutualistic symbiotic. *Ecology* 69 : 2-9.

Carroll G.C. 1990. Fungal endophytes in vascular plants : Mycological research opportunities in Japan. *Trans. Mycol. Soc. Japan* 31 : 103-116.

Hallmann J. & R.A. Sikora. R.A. 1996. Toxicity of fungal endophyte secondary metabolites to plant parasitic nematodes and soil-borne plant pathogenic fungi. *European Journal of Plant Pathology* 102 : 155-162.

Latch G.C.M. 1993. Physiological interactions of endophytic fungi and their hosts. Biotic stress tolerance imparted to grasses by endophytes. *Agriculture, Ecosystems and Environments* 44 : 143-156.

Murashige T. & F.A. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Plant Physiology*, 15 : 473-497.

Noticias de *Musa*. 1997. América latina y el Caribe. *INFOMUSA* 6 (2) : 52-57.

O'Bannon J. H. & A.L. Taylor. 1968. Migratory endoparasitic nematodes reared on carrot discs. *Phytopathology* 58 : 385.

Pinochet J. 1986. A note on nematode control practice on bananas in Central America. *Nematropica* 16(2): 197-203.

Sarah J-L. 1989. Banana nematodes and their control in Africa. *Nematropica* 19(2): 199-217.

Schipke L.G. & M.D. Ramsey. 1994. Control of banana burrowing nematode (*Radopholus similis*) by fenamiphos applied through micro-irrigation in North Queensland. *Austr. J. of Experim. Agric.* 34 : 109-114.

Schuster R.P., R.A. Sikora & N. Amin. 1995. Potential of endophytic fungi for the biological control of plant parasitic nematodes. *Med. Fac. Landbouww. University of Gent* 60/3b : 1947-1952.

Smith M. K, A.W. Whiley, C. Searle, P.W. Langdon, B. Schaffer & K. C. Pegg. 1998. Micropropagated bananas are more susceptible to *Fusarium* wilt than plant grown from conventional material. *Aust. J. Agric. Res.* 49 : 1133-1139.

Speijer P.R. 1993. Interrelationships between *Pratylenchus goodeyi* Sher & Allen and strains of non-pathogenic *Fusarium oxysporum* Schl. Emd. Snyd. & Hans. in roots of two banana cultivars. Ph. D. Thesis, University of Bonn, 200 pp.

Sun E.J. & H.J. Su. 1983. Rapid method for determining differential pathogenicity of *Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense* using banana plantlets. *Trop. Agric.* 61(1): 7-8.

Wong W.C. 1986. *In vitro* propagation of banana (*Musa* spp.) : Initiation, proliferation and development of shoot-tip culture on defined media. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 6 : 159-166.

Yates I.E., C.W. Bacon & D.M. Hinton. 1997. Effects of endophytic infection by *Fusarium moniliforme* on corn growth and cellular morphology. *Plant Diseases* 81 : 723-728.

Los autores trabajan en el *Institute of Plant Pathology, Soil-Ecosystem Phytopathology Section, University of Bonn, Nussallee 9, D-53115 Bonn, Alemania.*

Cribado de los bananos resistentes al marchitamiento por *Fusarium* con respecto a los nematodos lesionadores de las raíces

R. Stoffelen, R. Verlinden, J. Pinochet,
R. Swennen y D. De Waele

Muchos genotipos de banano importantes y la mayoría de las áreas de producción bananera son afectados por el marchitamiento por *Fusarium* o Mal de Panamá, causado por el hongo del suelo *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*). El hongo coloniza y obstruye el xilema de la planta huésped y por consiguiente causa una decoloración rojiza marrón. Las hojas se tornan de color amarillo brillante, se marchitan y colapsan alrededor del pseudotallo (Ploetz 1994). El patógeno puede sobrevivir por largos períodos de tiempo en el suelo y no puede ser controlado con fungicidas. Como consecuencia, los genotipos susceptibles no pueden ser cultivados en un campo infestado por un período de hasta 30 años.

En el marco del Programa Internacional de Evaluación de *Musa* (*International Musa Testing Programme*, IMTP), fase II de INIBAP, se evaluó la resistencia de los híbridos de banano y plátano mejorados con respecto al marchitamiento por *Fusarium* (Orjeda 1998). Como resultado de este programa, actualmente se dispone de varias fuentes de resistencia a estas enfermedades fungosas (Shepherd *et al.* 1994, Pires de Matos *et al.* 1998, Orjeda *et al.* 1999, Tang y Hwang 1999).

El banano y el plátano no sólo son atacados por los hongos, sino también por otros patógenos incluyendo los nematodos fitoparásitos de los cuales los más comunes y dañinos son *Radopholus similis*, *Pratylenchus coffeae*, *Pratylenchus goodeyi*, *Helicotylenchus multicinctus* y *Meloidogyne* spp. (Gowen y Quénehervé 1990). En los campos infestados con los nematodos, las pérdidas causadas por el crecimiento estancado de las plantas, un mayor período vegetativo, racimos más pequeños, volcamiento y la longevidad reducida de la plantación, pueden ser muy altas.

El objetivo de este estudio consistió en evaluar diez genotipos de *Musa* resistentes completa o moderadamente al marchitamiento por *Fusarium*, identificados por el IMTP, con respecto a su resistencia a los nematodos lesionadores de las raíces *R. similis* y *P. coffeae*. También se incluyeron

tres genotipos susceptibles de referencia 'Gros Michel', 'Williams' y 'Bluggoe' (Jones 1994). La resistencia de estos genotipos a *P. goodeyi* y *Meloidogyne* spp. fue evaluada recientemente por Pinochet *et al.* (1998). A través del estudio, se siguió la metodología descrita por Speijer y De Waele (1997).

Materiales y métodos

Preparación de las plantas

Las plántulas propagadas *in vitro* fueron transplantadas en potes plásticos de un litro llenos con arena arcillosa tratada en un autoclave. Los potes fueron mantenidos en un invernadero a temperatura ambiente de 20-27°C con un fotoperíodo de 12 horas. Los potes fueron regados cuando era necesario y fertilizados con una solución hidropónica cada tres semanas después de realizar la inoculación con los nematodos.

Preparación del inóculo de nematodos

Las poblaciones de *R. similis* y *P. coffeae* utilizadas fueron aisladas originariamente de las raíces infectadas de *Musa*: *R. similis* de un cultivar de banano 'Valery' (grupo AAA) en Talamanca, Costa Rica, y *P. coffeae* de un cultivar de plátano (grupo AAB) en Kade, Ghana. *R. similis* y *P. coffeae* fueron cultivados de manera monoxénica en los discos de zanahoria a 28°C en la oscuridad (Moody *et al.* 1973, Pinochet *et al.* 1995). El inóculo fue ajustado para que rindiera una suspensión de unos 1000 huevos y nematodos vermiformes vivos por planta en tres hoyos hechos en el suelo alrededor de las raíces.

Estimación de la resistencia de la planta huésped

Las plantas fueron inoculadas con los nematodos cuatro semanas después de la aclimatación. Las plantas inoculadas con *R. similis* fueron cosechadas ocho semanas después de la inoculación y aquellas inoculadas con *P. coffeae* dos semanas después, debido al ciclo vital más largo de este nematodo. Una submuestra de 15 g de raíces frescas fue macerada en una licuadora durante dos períodos de 10 minutos separados por un intervalo de 5 minutos. Luego los nematodos fueron tamizados a través de varios coladores con poros de 250, 106 y 40 µm. Los nematodos de cada

muestra que se quedaron en el tamiz con poros de 40 µm fueron recolectados y contados en alícuotas de 6 ml utilizando un microscopio binocular.

Diseño experimental y análisis de datos

Los genotipos fueron divididos en dos lotes, cada uno incluía el 'Grande Naine' (grupo AAA) como un cultivar susceptible de referencia. Se realizaron cuatro experimentos sucesivos para determinar la respuesta de los genotipos huéspedes de ambos lotes a *R. similis* y *P. coffeae*. Cada experimento representaba un bloque completo aleatorio con ocho réplicas por genotipo. El número de nematodos fue calculado de acuerdo a $\log_{10}(x+1)$ transformado y sujeto a un análisis de varianza (ANOVA). Los promedios fueron separados mediante una prueba Tukey a $P < 0.05$.

Resultados

Radopholus similis

En el lote 1, se observaron diferencias significativas en la susceptibilidad a *R. similis*. Las cantidades de nematodos por sistema radical de dos accesiones de 'Pisang Jari Buaya' y de 'Yangambi Km5' fueron significativamente más bajas en comparación con el cultivar susceptible de referencia 'Grande Naine'. Debido a que las cantidades de nematodos recuperados por sistema radical fueron más bajas que el inóculo, las accesiones ITC0312 y ITC0690 de 'Pisang Jari Buaya' y el 'Yangambi Km5' pueden ser consideradas resistentes a *R. similis*. La susceptibilidad de los genotipos 'Gros Michel', 'FHIA-01' y 'Bluggoe' a *R. similis* no difería significativamente de la de 'Grande Naine'.

Todos los genotipos cribados en el lote 2 ('PA 03.22', 'PV 03.44', 'P. lilin', 'Saba', 'GCTCV 215', 'GCTCV 119' y 'Williams') fueron estadísticamente tan susceptibles a *R. similis* como 'Grande Naine'. Solamente las cantidades de nematodos recuperadas de 'PA 03.22' resultaron significativamente más bajas al compararlas con las de 'Williams'.

Pratylenchus coffeae

Todos los genotipos cribados en los lotes 1 y 2 fueron estadísticamente susceptibles a *P. coffeae* como 'Grande Naine', el cultivar susceptible de referencia. En el lote 1, la mayor cantidad de nematodos por sistema radical fue recuperada de 'Bluggoe'. 'Bluggoe' fue significativamente más susceptible a *P. coffeae* en comparación con todos los otros genotipos evaluados en el lote 1, con excepción de 'Grande Naine'. En el lote 2, la mayor cantidad de nematodos por sistema radical fue recuperada de 'Saba'. 'Saba' fue significativamente más susceptible a *P. Coffeae*, en comparación con todos los otros genotipos evaluados en el lote 2, incluyendo 'Grande Naine'.

Tabla 1. Reproducción de nematodos en diez genotipos resistentes y tres susceptibles al *Fusarium* y en el cultivar de referencia 'Grande Naine', medida a ocho (*R. similis*) o diez (*P. coffeae*) semanas después de la inoculación.

Nombre de la accesión	Reacción al <i>Fusarium</i>	Código ITC	Cantidades de <i>R. similis</i> por sistema radical		Cantidades de <i>P. coffeae</i> por sistema radNcal	
			P _i = 1 006 huevos y vermiformes		P _i = 1 004 huevos y vermiformes	
Lote 1						
Pisang Jari Buaya	resistente	0312	673	a	1 673	a
Yangambi Km5	resistente	1 123	792	a	1 724	a
Pisang Jari Buaya	resistente	0690	999	a	1 374	a
Gros Michel	susceptible	1 122	2 513	ab	1 392	a
FHIA-01	resistente	0504	3 790	bc	1 585	a
Bluggoe	susceptible	0643	9 786	c	4 590	B
Grande Naine		1 256	6 761	bc	2 082	ab
			P _i = 926 huevos y vermiformes		P _i = 1 178 huevos y vermiformes	
Lote 2						
PA 03.22	resistente	1 261	4 987	A	9 530	B
PV 03.44	resistente	1 262	8 400	AB	6 298	AB
Pisang lilin	resistente	0001	10 857	AB	8 731	AB
Saba	resistente	1 138	12 754	AB	27 817	C
GCTCV 215	resistente	1 271	13 156	AB	4 454	A
GCTCV 119	resistente	1 282	14 686	AB	8 278	AB
Williams	susceptible	0570	23 216	B	12 936	B
Grande Naine		1 256	14 686	AB	9 601	AB

ITC = Centro de Tránsito de INIBAP; P_i = población inicial.

Los datos fueron transformados mediante la fórmula $\log_{10}(x + 1)$ antes del análisis. Los promedios en la misma columna seguidos por la misma letra no difieren significativamente de acuerdo al método de Tukey ($P < 0.05$).

Discusión

De los 14 genotipos de *Musa* evaluados, tres mostraron resistencia a *R. similis*: las accesiones ITC0312 y ITC0690 de 'Pisang Jari Buaya', y 'Yangambi Km5'. La resistencia de 'Pisang Jari Buaya' y 'Yangambi Km5' a *R. similis* fue registrada previamente (Wehunt *et al.* 1978, Pinochet y Rowe 1979, Price 1994, Fogain y Gowen 1998). Las accesiones de 'Pisang Jari Buaya' pertenecen al subgrupo Pisang Jari Buaya, que consiste de las variedades diploides AA de las cuales varias mostraron resistencia o fueron menos susceptibles a *R. similis* (Wehunt *et al.* 1978). Nuestras observaciones de que dos accesiones de 'Pisang Jari Buaya' procedentes de diferentes sitios (la accesión ITC0312 viene de Malasia; la accesión ITC0690 viene de Indonesia) son resistentes a *R. similis* confirman nuevamente el estado de este genotipo como resistente a *R. similis*. El uso del 'Pisang Jari Buaya' en el programa de mejoramiento de *Musa* de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) en Honduras, dio como resultado la liberación del híbrido comercial 'FHIA-01' (AAAB) (Rowe y Rosales 1993). Los estudios recientes mostraron que 'FHIA-01' fue parcialmente resistente a *R. similis* cuando se evaluaron las plantas de 3 a 4 meses de edad cultivadas a partir de los cormos. Sin embargo, las plantas cultivadas procedentes de los cultivos de tejidos y mantenidos *in vitro* fueron tan susceptibles a *R. similis* como los cultivares susceptibles de referencia (INIBAP 1998). Nuestros resultados confirman que las plantas de 'FHIA-01' derivadas de la propagación *in vitro* no son resistentes a *R. similis*, por lo menos durante ocho semanas después de la inoculación.

'Yangambi Km5', la segunda fuente de resistencia a *R. similis*, es una variedad triploide AAA recolectada en la República Democrática de Congo. Aunque posee la fertilidad masculina y femenina, esta variedad no está siendo utilizada en los programas de mejoramiento de *Musa* debido a que todas las progenies producen hojas anormales o racimos erectos o semierectos.

Se informa que 'Gros Michel' es un cultivar con una baja susceptibilidad a *R. similis* en comparación con el cultivar susceptible 'Poyo' (grupo AAA) (Mateille 1992, Price 1994). En este estudio la respuesta de la planta huésped de 'Gros Michel' no está clara debido a que el número de nematodos por sistema radical no difiere significativamente de la del cultivar susceptible de referencia 'Grande Naine' y de las accesiones resistentes de 'Pisang Jari Buaya' y de 'Yangambi Km5'.

Ninguno de los 14 genotipos de *Musa* evaluados en este estudio es resistente a *P. coffeae*. Estos resultados confirman informes anteriores sobre la susceptibilidad de 'Pisang Jari Buaya' a *P. coffeae* (Pinochet y Rowe 1978, INIBAP 1998). La resistencia parcial de 'Yangambi Km 5' a *P. coffeae* se observa en las plantas *in vitro* y cormos después de la inoculación (INIBAP 1998). Sin embargo, en este estudio, 'Yangambi Km5' fue tan susceptible a *P. coffeae* como el cultivar de referencia 'Grande Naine'.

Todas las fuentes de resistencia de *Musa* a *F. oxysporum* f. sp. *cubense* con excepción de 'Pisang Jari Buaya' y 'Yangambi Km5', son altamente susceptibles a *R. similis* y a *P. coffeae*. El cribado realizado por Pinochet *et al.* (1998) reveló que todos los genotipos también fueron susceptibles a *Meloidogyne javanica* y *M. incognita* y fue-

ron buenos huéspedes para *P. Goodeyi*, con excepción de 'Yangambi Km 5'. Cuando estos genotipos crecen en campos infestados con estos nematodos, se puede esperar pérdidas de rendimiento. ■

Agradecimiento

Los autores agradecen al finado P. Speijer (IITA, Uganda) y a J.-L. Sarah (CIRAD-AMIS) por proporcionar las poblaciones de nematodos y a I. Van den Houwe (Centro de Tránsito de INIBAP) por proporcionar el germoplasma de *Musa*. La asistencia técnica fue brindada por J. Reynders de la Katholieke Universiteit Leuven (KUL). Esta investigación fue financiada por el Common Funds for Commodities/FAO/World Bank Banana Improvement Project y por la KUL. Esta investigación fue realizada dentro del marco del Grupo de Trabajo en Nematología del Programa Global para el Mejoramiento de *Musa* (Global Programme for *Musa* Improvement), PROMUSA.

Bibliografía

- Fogain R. & S.R. Gowen. 1998. Yangambi Km 5 (*Musa* AAA, Ibot subgroup) a possible source of resistance to *Radopholus similis* and *Pratylenchus coffeae*. *Fundamental and Applied Nematology* 21: 75-80.
- Gowen S.R. & P. Quénehervé. 1990. Nematode parasites of bananas, plantains and abaca. Pp. 431-460 in *Plant Parasitic Nematodes in Subtropical and Tropical Agriculture*. (M. Luc, R.A. Sikora & J. Bridge, eds.). CAB International, Wallingford, United Kingdom.
- INIBAP. 1998. INIBAP Annual Report 1997. INIBAP, Montpellier, France.
- Jones D.R. 1994. International *Musa* Testing Programme Phase II. Pp. 23-31 in *The Improvement and Testing of Musa: a Global Partnership*. (D.R. Jones, ed.). INIBAP, Montpellier, France.
- Mateille T. 1992. Comparative development of three banana-parasitic nematodes on *Musa acuminata* (AAA group) cvs Poyo and Gros Michel *in vitro* plants. *Nematologica* 38: 203-216.
- Moody E.H., B.F. Lownsberry & J.-M. Ahmed. 1973. Culture of the root-lesion nematode *Pratylenchus vulnus* on carrot disks. *Journal of Nematology* 5: 225-226.
- Orjeda G. 1998. Evaluación de los bananos para las Sigatocas y el Fusarium. Guías Técnicas INIBAP 3. INIBAP, Montpellier, Francia.
- Orjeda G., J.V. Escalant & N. Moore. 1999. Programa internacional de evaluación de *Musa* (IMTP) fase II sinopsis del informe final y resumen de los resultados. *INFOMUSA* 8(1): 3-10.
- Pinochet J. & P.R. Rowe. 1978. Reaction of two banana cultivars to three different nematodes. *Plant Disease Reporter* 62: 727-729.
- Pinochet J. & P.R. Rowe. 1979. Progress in breeding for resistance to *Radopholus similis* on bananas. *Nematropica* 9: 76-78.
- Pinochet J., C. Fernandez, C. & J.-L. Sarah. 1995. Influence of temperature on *in vitro* reproduction of *Pratylenchus coffeae*, *P. goodeyi*, and

Radopholus similis. Fundamental and Applied Nematology 18 : 391-392.

Pinochet J., M.C. Jaizme, C. Fernandez, M. Jaumot and D. De Waele. 1998. Screening bananas for root-knot nematode (*Meloidogyne* spp.) and lesion nematode (*Pratylenchus goodeyi*) resistance for the Canary Islands. Fundamental and Applied Nematology 21 : 17-23.

Pires de Matos A., M. de Freitas Borges, S. de Oliviera e Silva, Z.J. Maciel Cordiero & S. de Moraes Andrade. 1998. Reaction of banana genotypes to *Fusarium* wilt (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*) under field conditions in Brazil. Pp. 311-319 in *Memorias XIII Reunion ACORBAT, Guayaquil, Ecuador, 23-27 Noviembre, 1998*. (Arizaga, ed.). CONABAN, Guayaquil, Ecuador.

Ploetz R.C. 1994. Fusarium wilt and IMTP Phase II. Pp. 57-69 in *The Improvement and Testing of Musa : a Global Partnership*. (D.R. Jones, ed.). INIBAP, Montpellier, France.

Price N.S. 1994. Field trial evaluation of nematode susceptibility within *Musa*. Fundamental and Applied Nematology 17 : 391-396.

Rowe P. & F. Rosales. 1993. Diploid breeding at FHIA and the development of Goldfinger (FHIA-01). *INFOMUSA* 2(2): 9-11.

Shepherd K., J.L.L. Dantas & S. de Oliveira e Silva. 1994. Breeding Prata and Maça cultivars in Brazil. Pp. 157-168 in *The Improvement and Testing of Musa : a Global Partnership*. (D.R. Jones, ed.). INIBAP, Montpellier, France.

Speijer P. & D. De Waele. 1997. Screening of *Musa* Germplasm for Resistance and Tolerance to

Nematodes. INIBAP Technical Guidelines 1. IPGRI, Rome, Italy ; INIBAP, Montpellier, France ; CTA, Wageningen, The Netherlands.

Tang C.Y. & S.C. Hwang, 1999. Performance of banana clones under the challenge of Fusarium wilt in Taiwan. *INFOMUSA* 8(1): 10-12.

Wehnt E.J., D.J. Hutchinson & D.I. Edwards. 1978. Reaction of banana cultivars to the burrowing nematode (*Radopholus similis*). *Journal of Nematology* 10 : 368-370.

Ruth Stoffelen, Raf Verlinden, Rony Swennen y Dirk De Waele trabajan en el *Laboratory of Tropical Crop Improvement, Catholic University of Leuven* (K.U.Leuven), K. Mercierlaan 92, 3001 Heverlee, Bélgica. Jorge Pinochet trabaja en *Agromillora Catalana S. A.*, El Rebato, s/n, 08739 T. M. Subirats, España.

Recursos genéticos

Evaluación precoz de la resistencia a nematodos

Cribado del germoplasma de *Musa* de Vietnam con respecto a la resistencia y tolerancia a los nematodos noduladores y lesionadores de las raíces en el invernadero

I. Van den Bergh, D. De Waele, Ho Huu Nhi, Duong Thi Minh Nguyet, Nguyen Thi Tuyet y Doan Thi Thanh

Vietnam se encuentra en el centro de origen de los bananos, con excelentes condiciones para la producción bananera. Entre los cultivos frutícolas, los bananos ocupan el primer lugar en términos de producción bruta y áreas productoras (Vinh y Quy 1995). Los bananos se cultivan principalmente para el consumo doméstico.

Durante 1994-1995, en Vietnam tuvo lugar una misión de recolección de bananos. Se recolectaron más de 80 genotipos y especies silvestres (Khoi y Valmayor 1995). Después de la caracterización preliminar, se identificaron 64 genotipos distintos y 9 especies silvestres (INIBAP 1997). Estos genotipos están siendo mantenidos en una colección de campo en el *Phu Ho Fruit Research Institute* (provincia Vinh Phu) y en una colección *in vitro* en el *Vietnam Agricultural Science Institute* (Hanoi). Una parte también ha sido enviada al Centro de Tránsito de INIBAP (ITC) en Lovaina (Bélgica) para ser incluidos en la colección mundial de bananos.

Estos genotipos ahora deben ser evaluados con respecto a su desempeño total y sus características de resistencia o tolerancia a

plagas y enfermedades. En este estudio, se cribaron los genotipos más importantes con respecto a su resistencia o tolerancia a *Meloidogyne* spp., nematodos noduladores de las raíces que causan agallas en las raíces primarias y secundarias (De Waele y Davide 1999), y a *P. coffeae*, nematodos lesionadores de las raíces que causan un sistema radical necrótico y reducido (Stoffelen *et al.* 1999).

Materiales y métodos

Se realizaron dos experimentos con *Meloidogyne* spp. y dos con *P. coffeae*. Los genotipos utilizados en los experimentos se presentan en la Tabla 1. En total, se cribaron 19 genotipos de banano de Vietnam y dos genotipos de bananos de ITC. Los genotipos 'Yangambi Km 5', 'Gros Michel' y 'Grand Nain' fueron incluidos como genotipos de referencia : altamente resistente a *R. similis*, moderadamente resistente a *R. similis* y susceptible a todos los nematodos, respectivamente (Speijer y De Waele 1997).

En todos los experimentos se utilizaron plántulas *in vitro*. Las plántulas fueron cultivadas y propagadas en el medio de Murashige y Skoog (1962). Luego fueron transferidas a bandejas llenas de arena esterilizada y tratadas varias veces con el fungicida Daconil. Después de dos a tres semanas, las plantas fueron transferidas a potes plásticos de 12 de cm de diámetro, llenados

con una mezcla de suelo esterilizado y humus. Luego, las plantas fueron tratadas nuevamente con el Daconil y también con los insecticidas Suprathion, Ortus, Trebon o Dipterex. Las plantas se regaban cuando era necesario y se les aplicó una solución nutritiva dos veces.

Después de 6 a 14 semanas, se escogieron al azar 20 plantas de cada genotipo y fueron arregladas en un diseño aleatorio de bloque completo. De cada genotipo, 10 plantas fueron infestadas con 4000 nematodos juveniles y huevos de *Meloidogyne* spp., obtenidos de raíces de tomate mezcladas, o 1 000 nematodos vermiformes de *P. coffeae*, obtenidos de discos de zanahorias mezclados (O' Bannon y Taylor 1968). Otras 10 plantas fueron utilizadas como plantas testigo.

Las plantas fueron cosechadas de 11 a 15 semanas después de la inoculación. Se registraron diversos datos para evaluar el daño causado por los nematodos (medida de tolerancia o sensibilidad de los genotipos) y la reproducción de los nematodos (medida de resistencia o susceptibilidad de los genotipos).

Siguiendo el método descrito por Speijer y de Waele (1997), se registraron los siguientes datos :

Datos generales : altura de la planta (cm), peso de los retoños (g), peso del sistema radical (g), cantidad de hojas, circunferencia en la base (cm).

Datos sobre la reproducción de los nematodos : cantidad de hembras ponedoras de huevos en una sección de las raíces cortadas en cinco segmentos de 10 cm (ELF), para el experimento con *Meloidogyne* spp., cantidad de nematodos en 10 g de raíces y por sistema radical.

Datos para la evaluación de los daños causados a las raíces : porcentaje de raíces muertas (%), formación de agallas y nudos en las raíces (RKG), para el experimento con *Meloidogyne* spp., índice de

Tabla 1. Genotipos utilizados en los experimentos de cribado.

Nombre	Grupo	Número VN	Código ITC	<i>Meloidogyne</i> spp. <i>P. coffeae</i>			
				1998	1999	1998	1999
'Tay But'	AA	VN1-001	ITC1367	✓		✓	✓
'Ngu Tien'	AA	VN1-004	ITC1420	✓		✓	
'Com Lua'	AA	VN1-117	ITC1421		✓		✓
'Ngu Thoc'	AA	VN1-017	ITC1358		✓		✓
'Tien'	AA	VN1-075	ITC1368			✓	
'Tieu Mien Nam'	AA	VN1-120	ITC1370	✓			✓
'Tieu Xanh'	AAA	VN1-006	ITC1406	✓		✓	
'Tieu Cao'	AAA	VN1-042	ITC1376	✓		✓	
'Tieu Vua Trang'	AAA	VN1-064			✓		✓
'Ben Tre'	AAA	VN1-065	ITC1410		✓		
'Cao Hong'	AAA	VN1-079	ITC1407	✓		✓	✓
'Man'	AAB	VN1-035	ITC1379		✓		✓
'Com Chua'	AAB	VN1-116	ITC1380		✓		✓
'Xiem Mat'	AAB	VN1-141	ITC1425	✓		✓	
'Voi'	AAB	VN1-144	ITC1381		✓		✓
'Tay'	ABB	VN1-012	ITC1426		✓		
'Gao'	ABB	VN1-015	ITC1357	✓		✓	
'Ngop Lun'	ABB	VN1-024		✓		✓	
'Ngop Cao'	ABB	VN1-025	ITC1364		✓		✓
'FHIA-23'	AAAA		ITC1265	✓		✓	
'Kluai Hom Khom'	AAA		ITC0527	✓		✓	
'Yangambi Km 5'	AAA		ITC1123	✓		✓	✓
'Gros Michel'	AAA		ITC1122		✓		✓
'Grand Nain'	AAA		ITC1256		✓		✓

necrosis radical (A, %), para el experimento con *P. coffeae*.

Para la extracción de los nematodos se utilizó el método de maceración y tamizado.

Con respecto al análisis estadístico de los resultados, se utilizó el paquete de programas SPSS 9.0 para Windows. Con respecto a las poblaciones normales, para el análisis de los datos se utilizó ANOVA, y la separación promedio se realizó mediante la prueba de diferencia significativa de Tukey. Con respecto a las poblaciones no normales, para el análisis de los datos se utilizó la prueba de rangos sin parámetros de Kruskal-Wallis, y la separación promedio se realizó mediante el método de KW-Bonferroni. El nivel de confianza combinada de todas las pruebas niveladas es al menos de 0.95 (coeficiente de confianza combinada (= 0.05)).

Resultados y discusión

Meloidogyne spp.

Datos generales

En el primer experimento, la infección con *Meloidogyne* spp. dio como resultado un aumento del sistema radical y una disminución de la cantidad de hojas. No se produjo efecto sobre la altura, peso de los retoños o la circunferencia de las plantas. En el segundo

experimento, la infección con *Meloidogyne* spp. no produjo efecto sobre ninguno de los datos generales medidos (Tabla 2).

Reproducción de los nematodos

En el primer experimento, no se detectaron diferencias en la cantidad de nematodos en los diferentes genotipos. En el segundo experimento, no hubo diferencias en la cantidad de hembras ponedoras de huevos o en la cantidad de nematodos por 10 g de raíces de los diferentes genotipos, pero sí se detectaron diferencias significativas en la cantidad de nematodos por sistema radical de diferentes genotipos. El 'Ngu Thoc' tuvo una cantidad significativamente más baja de nematodos por sistema radical que el 'Tieu Vua Trang', 'Com Chua' y 'Ben Tre' (Tabla 3).

Evaluación de los daños a las raíces

Nunca hubo diferencias en los porcentajes de raíces muertas de los diferentes genotipos, pero en ambos experimentos podían detectarse algunas diferencias significativas en la formación de agallas y nudos en los diferentes genotipos. En el primer experimento, 'Yangambi Km 5' mostró una formación de agallas y nudos significativamente más baja que 'Voi'. En el segundo experi-

mento, 'Man', 'Ngu Thoc' y 'Tay' mostraron una formación de agallas y nudos significativamente más baja que 'Ben Tre' (Tabla 3).

Discusión

En el primer experimento, los nudos formados por *Meloidogyne* spp. probablemente puedan explicar el aumento del sistema radical de las plantas infectadas. En el segundo experimento, la formación promedio de agallas fue mucho más baja que en el primer experimento (0.8 en comparación con 2.4), lo que se podría explicar ya que en el segundo experimento, la infección con *Meloidogyne* spp. no tuvo efecto sobre el peso de las raíces. La cantidad de hembras ponedoras de huevos y de nematodos por 10 g de raíces y por sistema radical, también fue más baja en el segundo experimento que en el primero (Tabla 3). Esto podría explicarse porque en el segundo experimento, la infección con *Meloidogyne* spp. no tuvo efecto sobre la cantidad de hojas.

En el primer experimento, todos los genotipos mostraron el mismo nivel de resistencia o susceptibilidad a *Meloidogyne* spp. El segundo experimento indica que el 'Ngu Thoc' podría mostrar alguna resistencia a *Meloidogyne* spp., mientras que el 'Tieu Vua Trang', 'Com Chua' y 'Ben Tre' probablemente son muy susceptibles a *Meloidogyne* spp. Sin embargo, estos resultados no son muy convincentes y es necesario realizar más investigaciones.

En ambos experimentos, hubo algunas diferencias significativas en la formación de agallas y nudos entre los diferentes genotipos, lo que indica la existencia de diferencias en la tolerancia y sensibilidad de los genotipos a *Meloidogyne* spp. Posiblemente, el 'Yangambi Km 5', 'Man', 'Ngu Thoc' y 'Tay' muestran algún grado de tolerancia a la actividad de formación de agallas de *Meloidogyne* spp., sin embargo, para 'Ngu Thoc', la baja formación de agallas y nudos también podría representar una consecuencia de la baja cantidad de nematodos en las raíces en vez de una evidencia de tolerancia. Probablemente, 'Voi' y 'Ben Tre' son altamente sensibles a la actividad formadora de agallas de *Meloidogyne* spp.

P. coffeae

Datos generales

En el primer experimento, la infección con *P. coffeae* resultó en una disminución de la

Tabla 2. *Meloidogyne* spp. : Datos generales obtenidos en los experimentos.

	Altura de la planta (cm)		Peso del retoño (g)		Peso de las raíces (g)		No. de hojas erectas		Circunferencia del pseudotallo (cm)	
Experimento 1998	A		B		C		D		E	
No infectadas con <i>Meloidogyne</i> spp.	27.6	a	81.8	a	28.3	a	6.7	b	8.2	a
Infectadas con <i>Meloidogyne</i> spp.	27.8	a	79.0	a	31.6	b	6.2	a	8.3	a
Experimento 1999	F		G		H		I		J	
No infectadas con <i>Meloidogyne</i> spp.	28.2	a	117.2	a	52.6	a	5.7	a	10.5	a
Infectadas con <i>Meloidogyne</i> spp.	27.5	a	112.8	a	54.7	a	5.7	a	10.4	a

A, D, E, I, J : Datos no fueron transformados antes de analizarlos. B, F, H : Datos fueron transformados mediante el log₁₀x antes de analizarlos. Los datos no transformados se presentan en la tabla. C, G : Datos fueron transformados mediante la raíz cuadrada antes de analizarlos. Los datos no transformados se presentan en la tabla. Los promedios en la misma columna seguidos por la misma letra no difieren significativamente, de acuerdo a Tukey (A, B, C, F, G, H) o KW-Bonferroni (D, E, I, J) para α= 0.05.

Tabla 3. *Meloidogyne* spp. : resultados de la evaluación de daños y datos sobre la reproducción de los nematodos.

Nombre	Grupo	Raíces muertas (%)		RKG ⁽¹⁾		ELF ⁽²⁾		Nematodos por 10 g de raíces		Nematodos por sistema radical			
Experimento 1998		A		B		C		D		E			
'Tay But'	AA	2.2	a	2.0	ab	4.3	a	7,057	a	17,036	a		
'Ngu Tien'	AA	0.9	a	1.7	ab	3.6	a	7,039	a	21,385	a		
'Tieu Mien Nam'	AA	1.5	a	2.2	ab	3.9	a	7,813	a	21,626	a		
'Tieu Xanh'	AAA	5.4	a	2.4	ab	4.0	a	8,579	a	17,448	a		
'Tieu Cao'	AAA	2.0	a	2.8	ab	3.6	a	5,896	a	21,918	a		
'Cao Hong'	AAA	7.4	a	2.6	ab	3.6	a	6,552	a	23,213	a		
'Xiem Mat'	AAB	2.2	a	2.7	ab	3.5	a	8,003	a	30,107	a		
'Voi'	AAB	3.1	a	2.9	b	4.5	a	8,699	a	26,333	a		
'Gao'	ABB	2.0	a	2.8	ab	4.0	a	3,676	a	14,185	a		
'Ngop Lun'	ABB	2.0	a	2.6	ab	3.9	a	4,939	a	15,870	a		
'FHIA-23'	AAAA	4.3	a	2.6	ab	3.9	a	5,252	a	17,688	a		
'Kluai Hom Khom'	AAA	2.2	a	2.3	ab	4.0	a	4,213	a	11,835	a		
'Yangambi Km 5'	AAA	2.5	a	1.4	a	3.6	a	6,707	a	21,371	a		
Total		2.9		2.4		3.9		6,493		19,990			
Experimento 1999		F		G		H		I		J		T	D
'Com Lua'	AA	4.5	a	0.8	ab	1.0	a	3,320	a	14,096	a	ab	
'Ngu Thoc'	AA	1.8	a	0.4	a	0.5	a	1,431	a	6,317	a	a	
'Tieu Vua Trang'	AAA	0.0	a	1.5	ab	1.3	a	4,368	a	28,154	a	b	
'Ben Tre'	AAA	0.0	a	1.9	b	1.7	a	4,056	a	18,630	a	b	
'Man'	AAB	0.0	a	0.2	a	0.2	a	2,347	a	12,020	a	ab	
'Com Chua'	AAB	0.0	a	0.6	ab	0.5	a	3,052	a	27,297	a	b	
'Tay'	ABB	0.0	a	0.4	a	0.2	a	1,308	a	7,252	a	ab	
'Ngop Cao'	ABB	0.0	a	1.0	ab	0.5	a	2,508	a	14,403	a	ab	
'Gros Michel'	AAA	0.0	a	0.7	ab	0.8	a	1,468	a	7,163	a	ab	
'Grand Nain'	AAA	0.0	a	0.5	ab	1.0	a	2,360	a	9,260	a	ab	
Total		0.7		0.8		0.8		2,661		15,039			

A, B, C, F, G, H : Datos no fueron transformados antes de analizarlos. D, E, I, J : Datos fueron transformados mediante el $\log_{10}(x + 1)$ antes de analizarlos. Los datos no transformados se presentan en la tabla. Los promedios en la misma columna seguidos por la misma letra no difieren significativamente, de acuerdo a Tukey (D, E, I, J), Duncan (I) o KW-Bonferroni (A, B, C, F, G, H) para ($\alpha = 0.05$).

(1) RKG : Raíces con agallas. 0 = sin agallas; 1 = rastros de infecciones con unas pocas agallas; 2 = < 25 % de raíces con agallas; 3 = 25 - 50 % de raíces con agallas; 4 = 50 - 75 % de raíces con agallas; 5 = > 75 % de raíces con agallas. (2) ELF : hembras ponedoras de huevos. 0 = sin masas de huevos; 1 = 1 - 2 masas de huevos; 2 = 3 - 10 masas de huevos; 3 = 11 - 30 masas de huevos; 4 = 31 - 100 masas de huevos; 5 = > 100 masas de huevos.

altura de las plantas y del peso de los retoños. No hubo efecto sobre el peso del sistema radical, la cantidad de hojas o de la circunferencia de las plantas. En el segundo experimento, la infección con *P. coffeae* no tuvo efecto sobre ninguno de los datos generales medidos (Tabla 4).

Reproducción de nematodos

En el primer experimento, 'Yangambi Km 5' y 'Tieu Xanh' tuvieron una cantidad de nematodos más baja que 'Ngop Lun' y 'Voi'. En el segundo experimento, 'Ngop Cao' fue el único genotipo con una alta cantidad de nematodos (Tabla 5).

Evaluación de los daños a las raíces

Nunca hubo diferencias en el porcentaje de raíces muertas de los diferentes genotipos. Sólo en el primer experimento se podría detectar algunas diferencias significativas en la necrosis radical de los diferentes genotipos. 'Yangambi Km 5' mostró una necrosis radical significativamente más baja que 'Ngop Lun' (Tabla 5).

Discusión

En el segundo experimento, las cantidades de nematodos encontrados en las raíces de casi todas las plantas fueron muy bajas, lo que podría explicar porqué no se pudo detectar diferencias entre las plantas infectadas y no infectadas.

'Ngop Lun', 'Voi' y 'Ngop Cao' son muy susceptibles a *P. coffeae*. En el primer experi-

mento, 'Yangambi Km 5' y 'Tieu Xanh' tuvieron la menor cantidad de nematodos en las raíces; sin embargo, no se puede concluir directamente que estos genotipos son resistentes a *P. coffeae*, ya que en el segundo experimento, la cantidad de nematodos encontrados en las raíces de 'Yangambi Km 5' no difería significativamente de la cantidad encontrada en las raíces del genotipo de referencia altamente susceptible 'Grand Nain'. En ambos experimentos, esta cantidad fue baja para casi todas las plantas.

En el primer experimento, las altas cantidades de nematodos en las raíces coincidieron con los altos niveles de daños y viceversa. Los bajos niveles de daños en el segundo experimento no pueden ser atribuidos a la tolerancia de los genotipos, pero probablemente se deben a las bajas cantidades de nematodos en las raíces de casi todas las plantas. Sólo con respecto a 'Ngop Cao', se puede concluir que una cantidad de nematodos significativamente baja en las raíces no causó ningún daño significativo.

Conclusión

Meloidogyne spp.

La infección con *Meloidogyne* spp. puede dar como resultado un aumento en el peso del sistema radical y una disminución de la cantidad de hojas, pero es necesario realizar más investigaciones. La infección con *Meloidogyne* spp. no causó efecto significativo sobre la altura de las plantas, el peso de los retoños o la circunferencia de las plantas.

Existen indicios de que 'Ngu Thoc' podría mostrar cierta resistencia a *Meloidogyne* spp., mientras que 'Tieu Vua Trang', 'Com Chua' y 'Ben Tre' son muy susceptibles a *Meloidogyne* spp.

Posiblemente 'Yangambi Km 5', 'Man', 'Ngu Thoc' y 'Tay' muestran alguna tolerancia a la actividad de la formación de agallas de *Meloidogyne* spp. mientras que 'Voi' y el 'Ben Tre' son altamente sensibles a esta actividad.

P. coffeae

La infección con *P. coffeae* puede dar como resultado una disminución de la altura de las plantas y del peso de los retoños, pero es necesario realizar más investigaciones. También hubo efectos de la infección con *P. coffeae* sobre el peso del sistema radical, la cantidad de hojas o circunferencia de las plantas.

'Ngop Lun', 'Voi' y 'Ngop Cao' son muy susceptibles a *P. coffeae*. Existe algún indicio de que 'Yangambi Km 5' y 'Tieu Xanh' podrían mostrar cierto grado de resistencia a *P. coffeae*.

'Ngop Cao' y 'Yangambi Km 5' fueron las únicas fuentes posibles de tolerancia encontradas en los experimentos.

Ciertamente, es necesario realizar más investigaciones y experimentos de cribado. Ya que las cantidades de nematodos encontrados en el sistema radical generalmente fueron muy bajas, aún en el genotipo de referencia 'Grand Nain' altamente suscepti-

ble, la investigación sobre el poder patógeno (potencial de reproducción y de daños) de la población de *P. coffeae* utilizada en los experimentos, podría revelar alguna información interesante. ■

Agradecimiento

Se agradece el apoyo financiero de la Red Internacional para el Mejoramiento de Bananos y Plátanos (INIBAP), de la *Flemish Agency for Development Co-operation and Technical Assistance* (VVOB), del *Flemish Interuniversity Council* (VLIR.) y del *Australian Centre for International Agricultural Research* (ACIAR).

Bibliografía

De Waele D. & D. Davide. 1999. Plagas de *Musa* - Hoja divulgativa No. 3. Nematodos nodula-

dores de las raíces del banano *Meloidogyne incognita* (Kofoid & White, 1919) Chitwood, 1949 *Meloidogyne javanica* (Treub, 1885) Chitwood, 1949. INIBAP, Francia. 4pp.

INIBAP. 1997. Networking banana and plantain : INIBAP Annual Report 1996. INIBAP, Montpellier, France. 60pp.

Khoi N.D. & R. Valmayor. 1995. Recolección, caracterización, evaluación y conservación del germoplasma de *Musa* en Vietnam. *INFOMUSA* 4(1): 3-4.

Murashige T. & F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15 : 473-497.

Neter J. *et al.* 1990. Applied linear statistical models (3rd edition). Irwin, USA, 1181pp.

O' Bannon J.H. & A.L. Taylor. 1968. Migratory endoparasitic nematodes reared on carrot discs. *Phytopathological Notes* : 385.

Speijer P.R. & D. De Waele. 1997. Screening of *Musa* germplasm for resistance and tolerance to nematodes. INIBAP Technical Guidelines No. 1. INIBAP, Montpellier, France, 42 pp.

Stoffelen R. *et al.* 1999. Estudio de los bananos de Papua Nueva Guinea con respecto a los nematodos noduladores y de lesiones de la raíz. *INFOMUSA* 8(1): 12-15.

Vinh D.N. & T.D. Quy. 1995. Banana production in Vietnam : constraints and potential. Pp. 51-57 in Vietnam : banana production, biotechnology and diversity : Report of an international workshop (George P. *et al.*, eds). Banana Improvement Project.

D. De Waele trabaja en el *Laboratory of Tropical Crop Improvement, Catholic University of Leuven* (K.U.Leuven), K. Mercierlaan 92, 3001 Heverlee, Bélgica. **Otros autores** trabajan en el *Vietnam Agricultural Science Institute, Van Dien, Thanh Tri, Hanoi, Vietnam*.

Tabla 4. *P. coffeae* : Datos generales obtenidos en los experimentos.

Experimento 1998	Altura de la planta (cm)		Peso del retoño (g)		Peso de las raíces (g)		Hojas		Circunferencia (cm)	
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
No infectadas con <i>P. coffeae</i>	22.4	b	52.7	b	16.6	a	6.5	a	6.7	a
Infectadas con <i>P. coffeae</i>	21.3	a	47.2	a	15.4	a	6.4	a	6.5	a
Experimento 1999	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
No infectadas con <i>P. coffeae</i>	30.9	a	124.7	a	57.0	a	5.5	a	8.2	a
Infectadas con <i>P. coffeae</i>	30.6	a	119.4	a	53.2	a	5.4	a	8.1	a

A, B, G, H : Datos fueron transformados mediante la raíz cuadrada antes de analizarlos. Los datos no transformados se presentan en la tabla.

C : Datos fueron transformados mediante la raíz cúbica antes de analizarlos. Los datos no transformados se presentan en la tabla.

F : Datos fueron transformados mediante el log₁₀x antes de analizarlos. Los datos no transformados se presentan en la tabla.

D, E, I, J : Datos no fueron transformados antes de analizarlos.

Los promedios en la misma columna seguidos por la misma letra no difieren significativamente, de acuerdo a Tukey (A, B, C, F, G, H) o KW-Bonferroni (D, E, I, J) para $\alpha = 0.05$.

Tabla 5. *P. coffeae* : resultados de la evaluación de daños y datos sobre la reproducción de los nematodos.

Nombre	Grupo	Porcentaje de raíces muertas (%)		índice de necrosis radical (%)		Nematodos por 10 g de raíces		Nematodos por sistema radical	
Experimento 1998		A	B	C	D	E	F	G	H
'Tay But'	AA	1.7	a	1.9	ab	94	ab	114	abc
'Ngu Tien'	AA	0.9	a	0.6	ab	146	ab	208	abc
'Tien'	AA	1.8	a	1.9	ab	93	ab	174	abc
'Tieu Xanh'	AAA	4.5	a	0.3	ab	65	a	69	ab
'Tieu Cao'	AAA	0.0	a	0.9	ab	129	ab	221	abc
'Cao Hong'	AAA	0.0	a	0.3	ab	124	ab	313	abc
'Xiem Mat'	AAB	1.4	a	0.9	ab	344	ab	648	abc
'Voi'	AAB	7.1	a	12.8	ab	2,297	b	2,894	bc
'Gao'	ABB	1.7	a	2.2	ab	2,031	ab	3,890	abc
'Ngop Lun'	ABB	1.0	a	8.7	b	2,840	b	5,027	c
'FHIA-23'	AAAA	0.7	a	1.7	ab	393	ab	658	abc
'Kluai Hom Khom'	AAA	0.0	a	1.2	ab	601	ab	577	abc
'Yangambi Km 5'	AAA	0.0	a	0.1	a	29	a	42	a
Total		1.4		2.3		662		1,093	
Experimento 1999		E	F	G	H	I	J	K	L
'Tay But'	AA	0.0	a	0.0	a	60	ab	247	ab
'Com Lua'	AA	0.0	a	0.2	a	28	a	115	a
'Ngu Thoc'	AA	1.8	a	0.5	a	28	a	153	a
'Tieu Mien Nam'	AA	0.0	a	0.2	a	16	a	75	a
'Tieu Vua Trang'	AAA	2.9	a	0.7	a	48	ab	228	ab
'Cao Hong'	AAA	0.0	a	0.8	a	72	ab	425	ab
'Man'	AAB	0.0	a	0.0	a	16	a	121	a
'Com Chua'	AAB	0.0	a	0.3	a	16	a	109	a
'Ngop Cao'	ABB	0.0	a	0.7	a	534	b	2,886	b
'Yangambi Km 5'	AAA	3.8	a	0.0	a	12	a	46	a
'Gros Michel'	AAA	0.0	a	0.0	a	20	a	105	a
'Grand Nain'	AAA	0.0	a	1.6	a	36	a	118	a
Total		0.7		0.4		75		390	

Los promedios en la misma columna seguidos por la misma letra no difieren significativamente, de acuerdo a KW-Bonferroni para $\alpha = 0.05$.

Embriogenesis somática en medios líquidos. Maduración y aumento de la germinación en el cultivar híbrido FHIA-18 (AAAB)

R. Gómez Kosky, T. Gilliard,
L.A. Barranco y M. Reyes

La producción anual de los bananos y plátanos se estima alrededor de 88 millones de toneladas (FAO 1999). Esto lo coloca como uno de los alimentos de mayor producción mundial después del arroz, el maíz y el trigo (INIBAP 1997).

Este cultivo es amenazado seriamente por muchos problemas fitosanitarios entre ellos la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet), el Mal de Panamá o marchitamiento por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* y los virus del bunchy top (BBTV) y del rayado del banano (BSV) y los nematodos los cuales están causando grandes pérdidas en los rendimientos. Todo ello ha elevado los costos de la producción y cada día se hace más urgente la necesidad de desarrollar nuevas variedades.

Desde 1984, la FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) ha venido desarrollando un amplio programa para la búsqueda de híbridos resistentes a la Sigatoka negra, entre ellos el cultivar FHIA-18 (AAAB) que además de su tolerancia a esta enfermedad tiene un buen comportamiento en campo con muy buenas características agronómicas, siendo hoy unos de los cultivares principales en Cuba.

Los objetivos del presente trabajo son desarrollar en la embriogénesis somática de los bananos un medio de cultivo para la maduración de los embriones somáticos y aumentar los porcentaje de germinación hasta hoy alcanzados y evaluar en fase de aclimatación la existencia de posible variantes somaclonales en las plantas obtenidas.

Materiales y métodos

Establecimiento de las suspensiones celulares

Como material vegetal se usaron flores masculinas inmaduras de las inflorescencias del cultivar híbrido FHIA-18 (AAAB). Las inflorescencias fueron previamente colectadas directamente de la planta a una distancia entre 20-30 cm de la última flor femenina. Los brotes masculinos posteriormente se cortaron 10 cm antes del ápice y se eliminaron las brácteas, para reducirlos hasta un tamaño de alrededor de 3 cm estando listos para ser llevados al laboratorio.

La desinfección se realizó con alcohol al 70 % (v/v) durante 15 minutos y después bajo un microscopio estereoscópico se extrajeron

los 14 fascículos nodales (manos) más cercanos al meristemo floral, colocando desde el fascículo 5 hasta el 12 en frascos de cultivo conteniendo el medio de cultivo de inducción MA₁ propuesto por Escalant *et al.* (1994) para la formación de los callos.

Con el empleo de cultivos altamente embriogénicos compuesto por embriones somáticos obtenidos de los callos formados a partir de los fascículos florales, a los cinco meses de cultivo, se iniciaron los cultivos de células en suspensión. Para ello se empleó el medio de cultivo MA₂ propuesto por Bieberach (1995).

Inóculos entre 150-200 mg de peso fresco de masas de embriones somáticos se adicionaron a Erlenmeyers de 25 ml de capacidad con 2-3 ml de medio de cultivo y se colocaron en un agitador orbital, con temperatura controlada a 27 °C bajo condiciones de oscuridad y velocidad de 90 r.p.m.

Después de 15 días se filtró la suspensión celular que se formó a partir de los embriones somáticos, utilizando una malla metálica de tamaño de poro de 500 µm. Estos filtrados constituyeron las suspensiones que se utilizaron en los diferentes estudios realizados en el trabajo.

Los subcultivos se realizaron cada 15 días según lo propuesto por Escalant *et al.* (1994). Para determinar el crecimiento celular se utilizó el método del volumen de células sedimentadas (VCS) propuesto por Schoof (1997), para ello se emplearon tubos cónicos graduados de 15 ml de capacidad a los cuales se adicionaron alícuotas de 15 ml de suspensión celular y se dejaron posteriormente que las células decantaran durante 5 minutos midiéndose así el volumen de células sedimentadas. Durante cada subcultivo de la suspensión celular se ajustó la concentración final de células al 3 % independientemente de la capacidad total del Erlenmeyer usado.

Formación de los embriones somáticos

Para la formación de los embriones somáticos en medio de cultivo, se empleó el medio de cultivo modificado de Schenck y Hildebrandt (1972) : Sales SH, vitaminas de Murashige y Skoog (1962), extracto de malta 100 mg/l, L-Glutamina 100 mg/l, L-Prolina 230 mg/l, Acido Naftaleno Acético (ANA) 0,2 mg/l, 2 ip 0,2 mg/l, Kinetina 0,05 mg/l, Lactosa 10 g/l, Zeatina 0,05 mg/l, Sacarosa 45 g/l, con un PH de 5.3.

Se estudió la influencia de la concentración inicial sobre la formación de los embriones somáticos, para ello se evaluaron cuatro

pesos frescos de agregados celulares en el medio de cultivo, los cuales fueron 50, 100, 250 y 500 mg en 25 ml de medio de cultivo. Las evaluaciones del número de embriones formados fueron realizadas a los 15 y 30 días de cultivo, tomando varias muestras de 1 ml de cultivos celulares después de haber agitado el Erlenmeyer durante varios segundos. Fueron empleadas como réplicas cuatro Erlenmeyers de 250 ml de capacidad por tratamiento. Las condiciones de cultivo utilizadas fueron similares al epígrafe anterior.

Multiplicación secundaria de los embriones somáticos

Este experimento tuvo como objetivo determinar el efecto de la densidad de inóculo inicial sobre la multiplicación secundaria de los embriones somáticos en medio líquido en agitación. Para ello se empleó el medio basal MS suplementado con 0,3 mg/l, de 6 Benzyl Amino Purina (6-BAP), 1 mg/l de Acido Indol Acético (AIA), 3 % Sacarosa y un pH de 5.8 antes del autoclaveado. Las densidades de inóculo ensayadas fueron 0.2, 0.4 y 0.6 gramos de peso fresco de embriones somáticos en estado globular por 25 ml de medio y utilizando 5 Erlenmeyer de 250 ml de capacidad como réplicas por tratamiento. A los 60 días de cultivo se determinó el peso con el auxilio de una balanza analítica en cada una de las concentraciones anteriormente señaladas y el número de embriones formados, para esto se tomaron varias muestras de 1 g de peso fresco de embriones somáticos, los cuales fueron adicionados a una placa Petri de diámetro de 5 cm conjuntamente con una mezcla de phytigel y agua. Después de solidificar la mezcla se realizó el conteo bajo el microscopio estereoscópico e invirtiendo la placa de Petri para realizar la medición de los embriones somáticos con el auxilio de una regla graduada.

Maduración de los embriones somáticos

Para lograr la maduración de los embriones somáticos obtenidos se realizó un experimento en el cual se evaluó el efecto sobre la maduración de tres concentraciones, 400, 800 y 1000 mg/30 ml de peso fresco de embriones somáticos en etapa de globular. Estos fueron cultivados en Erlenmeyers de 250 ml de capacidad en medio de cultivo de Murashige y Skoog (1962) modificado : sales MS, vitaminas MS, Biotina 1.0 mg/l, 6-BAP 0.5 mg/l, AIA 2.0 mg/l, Sacarosa 45 mg/l con un PH de 5.8.

Las condiciones de cultivo utilizadas fueron oscuridad constante, temperatura de 27 °C y velocidad de 90 r.p.m. Las evaluaciones se realizaron semanalmente tomando muestras para observación bajo el microscopio estereoscópico para determinar el momento en que alcanzaban los embriones somáticos la etapa de maduración. La cual estaba dada por el cambio en el aspecto morfológico de los mismos.

Germinación

Los RITA utilizados en los distintos experimentos tenían una capacidad de 500 ml y se adicionaron 200 ml de medio líquido a cada uno y fueron colocados en estantes con fotoperíodo largo de 16 horas luz, a una temperatura de 25± 2 °C y una intensidad luminosa de 40 µm.m⁻².s⁻¹ empleando lámparas con tubos fluorescentes. La frecuencia de inmersión fue de 1 minuto tres veces al día (Escalant *et al.* 1994).

Para lograr la germinación de los embriones somáticos maduros se realizaron tres experimentos :

Efecto del Biobras-6 (análogo de brasinoesteroides) en medio de cultivo semi-sólido

Se ensayaron cinco tratamientos, los cuales se describen a continuación :

Tratamiento	Descripción
T1	Testigo (medio de germinación, Escalant <i>et al.</i> 1994)
T2	6-BAP + AIA + 0,005 mg/l Biobras-6
T3	6-BAP + AIA + 0,01 mg/l Biobras-6
T4	0,005 mg/l Biobras-6
T5	0,010 mg/l Biobras-6

Para ello se emplearon frascos de cultivo con 30 ml de medio de cultivo, se adicionaron 20 embriones somáticos por frasco. Estos fueron colocados en cámaras de crecimiento con luz solar con una intensidad luminosa de 50-62,5 µm.m⁻².s⁻¹ y una temperatura de 27± 2 °C. En este caso se utilizó un diseño completamente al azar con 15 réplicas por tratamiento. Las evaluaciones se realizaron a los 45 días mediante el conteo del número de embriones que formaron plantas completas.

Efecto de Biobras-6 sobre la germinación de embriones somáticos en frascos de cultivo RITA

En este experimento se ensayaron diferentes concentraciones del brasinoesteroide Biobras-6 (0, 0,005 y 0,01 mg/l), con una densidad de inóculo inicial de embriones de 0.5 g.

Efecto de la densidad de inóculo inicial de embriones somáticos sobre la germinación

En el tercer experimento se estudiaron cuatro concentraciones iniciales, fueron 0.3, 0.5, 0.7, 1.0 g de embriones somáticos en los RITA. Se utilizó un medio MS basal suple-

mentado con 0.5 mg/l 6 BAP, 2.0 mg/l AIA y la mejor concentración de Biobras-6 obtenida en el experimento anterior. Se utilizaron tres RITA por tratamiento utilizando el siguiente medio de cultivo de MS (1962) suplementado con 0.5 mg/l 6-BAP, 2.0 mg/l AIA, Sacarosa 30 g/l con un PH de 5.8.

Conjuntamente se montaron como control del proceso frascos de vidrio de 250 ml de capacidad con 30 ml de medio de cultivo semi-sólido (phytagel-2g/l) con igual composición de medio de cultivo de los RITA, colocando 20 embriones somáticos por frasco y empleando como réplica 12 frascos los cuales fueron cultivados en iguales condiciones. Estos y los RITA fueron colocados en cámaras de crecimiento con luz solar con una intensidad luminosa de 50-62,5 µm.m⁻².s⁻¹ y una temperatura de 27± 2 °C. En ambos experimentos se realizaron observaciones a partir de los siete días para evaluar el inicio de la germinación y a los 40 días el número total de plantas formadas por tratamiento.

Una vez obtenidas las plantas en los RITA fueron colocadas en frascos de cultivo de 250 ml de capacidad con 30 ml de medio de cultivo para completar su crecimiento durante un mes y cultivadas en cámaras de cultivo con luz natural. El medio de cultivo estuvo compuesto por las sales MS, 3 % sacarosa, solidificado con agar a razón de 6 g/l y con pH 5.8 antes de autoclavar.

Estudio morfológico comparativo entre plantas obtenidas por organogénesis y embriogénesis somática

Las plantas con un tamaño aproximado entre 4 a 5 cm fueron llevadas a fase de aclimatación. Las mismas fueron plantadas en bandejas de polietileno de 50 orificios con sustrato artificial formado por una mezcla de casting y zeolita (3:1). Recibiendo además tres riegos diarios de 2 minutos de duración y empleando microaspersores. Conjuntamente con las plantas obtenidas a partir de los embriones somáticos fue plantada una población de 200 plantas obtenidas por micropropagación vía organogénesis. En esta fase se evaluaron a los 50 días en cada una de las poblaciones 50 plantas al azar a las cuales se les realizaron las siguientes mediciones : altura de la planta, ancho de la hoja número dos, largo de la hoja número dos, largo del peciolo, distancia entre la hoja número dos y número tres, porcentaje de supervivencia, caracteres cualitativos tales como, color del pseudotallo y del limbo.

Resultados y discusión

Establecimiento de suspensiones celulares

Se establecieron suspensiones celulares embriogénicas en el cultivar híbrido FHIA-18 (AAAB) utilizando como explante inicial embriones somáticos en la etapa globular. A los 10 días de cultivo de las suspensiones celulares recién establecidas, se observaron células embriogénicas pequeñas, esféricas

con un contenido citoplasmático denso y gránulos de almidón y proembriones.

Similares resultados reportan Cote *et al.* (1996) los cuales establecieron suspensiones celulares a partir de flores masculinas, pero en el cultivar Gran Enano (AAA). Las suspensiones celulares en la fase de multiplicación estaban compuestas por un gran número de células esféricas en división activa, y agregados celulares heterogéneos, e irregulares, traslúcidos y no traslúcidos. Esto también coincide con lo planteado por De Vries *et al.* (1996) los cuales trabajaron con suspensiones celulares de zanahoria. Las características celulares anteriormente mencionadas se consideran como un indicativo de la condición embriogénica de las suspensiones celulares (Williams y Maheswaran 1986). Estudios en suspensiones celulares de *Musa* han confirmado la presencia de cuerpos protéicos y almidón en las células de los agregados embriogénicos (Sannasgala 1989, Bieberach 1995).

Durante los primeros dos meses de multiplicación de las suspensiones celulares estas tuvieron cambios en su composición predominando los agregados celulares, disminuyó la cantidad de células aisladas prácticamente a valores ínfimos. Estos agregados embriogénicos llegaron a ocupar entre 80-95 % de la suspensión y su tamaño varió entre 80-300 µm.

En este medio de cultivo las suspensiones celulares pueden llegar a adquirir una consistencia espesa que está directamente relacionada con la relación célula - volumen de medio de cultivo.

Formación de los embriones somáticos

A partir del décimo quinto día de cultivo comenzaron a formarse estructuras arenosas compuestas por proembriones y embriones somáticos en etapa globular en la base del Erlenmeyer con el medio de cultivo de formación de embriones.

Al analizar los resultados de las diferentes densidades de inóculo estudiadas, para la formación de embriones somáticos en medio de cultivo líquido, se obtuvo diferencias significativas entre todos los tratamientos a los 15 y 30 días de cultivo.

Los mejores resultados se lograron con la densidad de 100 mg/25 ml en la cual 1883 de embriones somáticos en etapa globular se obtuvieron a partir de 1 ml de la suspensión celular después de 30 días de cultivo (Figura 1).

Otros autores han reportado mejores resultados con respecto al número de embriones somáticos formados, pero en otros cultivos y poniendo 1 ml de células en medio semi-sólido (Bieberach 1995, Cote *et al.* 1996, Grapin *et al.* 1998).

El diámetro de los embriones somáticos obtenidos a partir de las suspensiones celulares varió entre 0.5 a 1.2 mm con un tamaño promedio de 0.86±0.25 mm. En

cuanto al peso de estos embriones somáticos, varió entre 0.65-0.90 mg dependiendo de la etapa de desarrollo. El peso promedio de estos se estimó a 0.73 ± 0.16 mg. Resultados muy similares señala Bieberach (1995) aunque en otros cultivares de bananos.

Multiplicación secundaria de los embriones somáticos

Se comprobó que la concentración inicial tuvo un efecto sobre la multiplicación de los embriones somáticos en el medio de cultivo MS modificado, donde se obtuvieron diferencias significativas entre todos los tratamientos en cuanto al peso fresco y el número de embriones formados a los 60 días (Tabla 1). Con la concentración inicial 0.6 g en 25 ml de medio de cultivo se lograron los mejores resultados en ambos parámetros. Lo cual resultó en un incremento de 42 veces después de 60 días de cultivo y donde además se logró el mayor número de embriones totales formados. Esto constituye el primer reporte en banano, empleando medio líquido en agitación.

Es de destacar que con la densidad más baja de 0.2 g, favoreció la maduración de los embriones somáticos y hubo muy poca multiplicación. Una vez más se demuestra la importancia de determinar la concentración de inóculo adecuado para cada una de las etapas del proceso de embriogénesis somática.

Es importante señalar que la embriogénesis repetitiva puede ocurrir en la ausencia de una auxina exógena, este proceso se llama autoembriogénesis y se le refiere algunas veces como proliferación o propagación masiva (Merkle *et al.* 1995). Los embriones en etapa globular se multiplican en forma de cascada, cada embrión formando entre 4 a 6 nuevos embriones somáticos, los cuales después de formados continúan el fenómeno. Los embriones somáticos pueden ser formados de la base o células epidermales del primer embrión (Escalant *et al.* 1994). Este proceso se puede mantener indefinidamente y permite la multiplicación de los embriones somáticos en biorreactores en vez de emplear suspensiones celulares finas.

Gómez *et al.* (2000, *in press*) reportaron la multiplicación repetitiva de embriones somáticos del cultivar Gran Enano (AAA) en medio de cultivo líquido en agitación. En este caso la densidad más baja 0.1 g de peso fresco de embriones en etapa globular, fue la mejor. Todo esto confirmó la influencia del genotipo en los procesos *in vitro* y la necesidad de hacer adecuaciones de la metodología para cada cultivar empleado.

Escalant *et al.* (1994) fueron los primeros en plantear la multiplicación secundaria de embriones somáticos en el cultivar Gran Enano (AAA), pero en sistemas de inmersión temporal. Los coeficientes de multiplicación alcanzados fueron muy similares a los del presente trabajo, sin embargo fue necesario un mayor tiempo (6 meses) para alcanzar los mismos resultados.

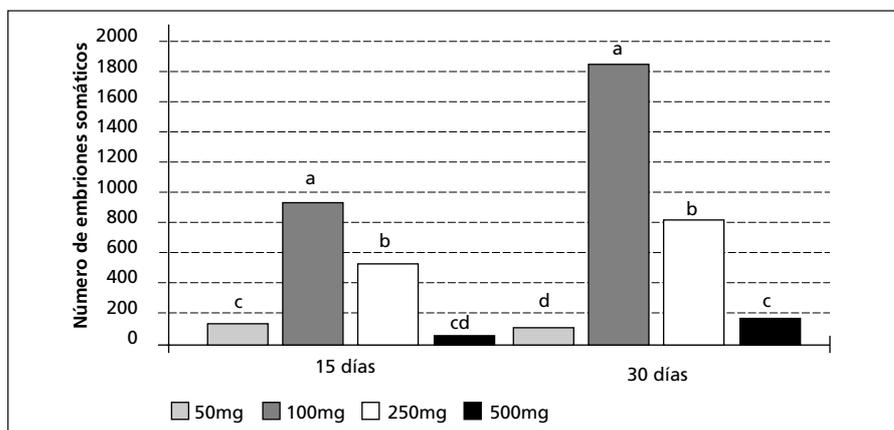


Figura 1. Influencia de la densidad de inóculo en la formación de embriones somáticos del cultivar FHIA-18 (AAAB) a los 15 y 30 días de cultivo.

Letras distintas difieren significativamente para Duncan $P < 0.05$ %.

Tabla 1. Efecto de la densidad inicial de inoculación en la multiplicación de embriones somáticos del cultivar híbrido FHIA-18 (AAAB) a los 60 días de cultivo.

Densidad de inóculo (g/l)	Número total de embriones somáticos	Peso fresco (g)
0.2	1200 d*	18.65 d
0.4	4550 c	15.50 c
0.6	16680 a	25.00 a
0.8	9450 b	12.35 b

* Letras desiguales distintas estadísticamente para la prueba de Dunnett $C P < 0.05$ %.

Tabla 2. Efecto de Biobras-6 en la germinación de embriones somáticos en medios de cultivos semi-sólido.

Tratamiento	Descripción	Número de embriones germinados	Porcentaje de germinación
T1	Testigo	80	27 cd*
T2	6-BAP + AIA + 0,005 mg/l Biobras-6	107	37b
T3	6-BAP + AIA + 0,01 mg/l Biobras-6	122	41a
T4	0,005 mg/l Biobras-6	100	33c
T5	0,010 mg/l Biobras-6	100	33c

* Letras distintas difieren estadísticamente para $P < 5$ %.

Maduración de los embriones somáticos

En este experimento donde se empleó medio de cultivo líquido en agitación para la maduración fue posible lograr la misma en dos de las densidades iniciales estudiadas. En la densidad de 800 mg se observó una rápida maduración de los embriones somáticos la cual ocurrió en solo 15 días, con alrededor de un 30 % de embriones maduros. Sin embargo con la densidad de 400 mg se logró una mayor sincronización en cuanto al tiempo, pero demoró más (22 días), y con un porcentaje de 70 %. Alternativamente, para el caso de la densidad de 1000 mg no se observó maduración de los embriones, la mayoría se mantuvieron en etapa globular. Este resultado demuestra la relación estrecha que existe entre la densidad inicial de embriones somáticos y el proceso de maduración, lo cual también indica que hay mayor acumulación de sustancias de reserva y menor multiplicación al utilizar densidades bajas en el rango de 400 mg en el presente trabajo. En la literatura revisada no se hace mención de este fenómeno debido al hecho de que al obtener embriones somáticos en etapa globular enseguida se pasan a medios de cultivos de germinación, donde hay mayor demora en cuanto a la germinación y bajos porcentajes de la misma (Schoof 1997).

Germinación

Efecto de Biobras-6 en medio de cultivo semi-sólido

En el primer experimento se apreció la mayor cantidad de embriones germinados en los tratamientos donde se combinó el Biobras-6 con AIA y 6-BAP (T2 y T3) con diferencias significativas con el resto de los tratamientos y el testigo. Estos dos tratamientos tuvieron porcentajes de germinación de 37 % y 41 %, respectivamente; estos resultados demuestran el efecto estimulador del Biobras-6 en el proceso de germinación (Tabla 2) actuando de forma sinérgica con la mezcla de reguladores para incrementar la germinación. El mejor tratamiento fue el tercero donde se utilizó una concentración de 0.01 mg/l de Biobras-6. Trabajos realizados por Rayas *et al.* (1999) sobre el proceso de calogénesis indican que dos análogos del brasinosteroides DAA-6 (Biobras-6) y MH-5 ejercieron un efecto favorable en el crecimiento y calidad de los callos, destacándose la concentración de 0.01 mg/l de Biobras-6 y 0.1 mg/l de MH-5. Al comparar la germinación de los embriones somáticos en medio semi-sólido y en sistemas de inmersión temporal, queda claro que este último método es superior en cuanto al tiempo que demoran los embriones en germinar así como el porcentaje de germinación que se alcanza.

Efecto de Biobras-6 sobre la germinación de embriones somáticos en frascos de cultivo RITA

Los resultados obtenidos en el segundo experimento cuando se pusieron a germinar los embriones somáticos en sistemas de inmersión temporal muestran que se obtuvo un mayor porcentaje de germinación de los embriones somáticos del cultivar FHIA-18 cuando se utilizó la concentración de 0,01 mg/l de Biobras-6 con diferencias significativas con el resto de los tratamientos. El número de embriones germinados así como el porcentaje de germinación alcanzado en este tratamiento fue de 600 embriones (81.5 %) superando en un 15 % al tratamiento sin Biobras-6 (Figura 2).

El empleo del Biobras-6 en el cultivo *in vitro* ha sido utilizado con resultados importantes para la germinación de embriones somáticos de papaya (Posada 1995). Según Nuñez (1996), los brasinoesteroides interactúan fuertemente de forma sinérgica con las auxinas; por otra parte, con las giberelinas, pueden funcionar como auxinas en un momento y como giberelinas o citokinas en otro.

Comparado con el medio semi-sólido el sistema de inmersión temporal mejoró la ontogénesis de los embriones somáticos dado por el efecto positivo de la inmersión temporal y la acción reguladora del Biobras-6 favoreciendo en este caso la germinación.

El parámetro formación de brotes es uno de los obstáculos más grandes durante la embriogénesis somática de muchas especies incluyendo las coníferas (Tautorus *et al.* 1992, Lelu *et al.* 1994) y en *Hevea* (Michaux-Ferrière *et al.* 1992, Etienne *et al.* 1997). Este parámetro se mejoró por el uso de los sistemas de inmersión temporal. El efecto positivo parece estar relacionado en la manera de utilizar el medio líquido. El cultivo por inmersión temporal combina las ventajas de inmersión constante con las de inmersión parcial con soporte inerte (Roberts y Smith 1990) y evita los problemas de vitrificación y falta de oxígeno por inmersión constante y la absorción ineficiente y un menor trabajo manual para la inmersión parcial con soporte.

La superficie completa del material vegetal en los sistemas de inmersión temporal está en contacto uniforme con los nutrientes del medio, aún cuando no están sumergidos porque una película de medio de cultivo se detiene sobre los tejidos vegetales por capilaridad. Dicha película es demasiado delgada para inhibir el intercambio gaseoso y cada vez que se hace una inmersión de nuevo se renueva su composición química. La aireación también es mejor y se renueva el ambiente con cada inmersión (Teisson y Alvard 1995). También ocurre una agitación del material vegetal de duración corta. El conjunto de estos elementos ha permitido la germinación de embriones somáticos de varias especies (*Citrus*, *Musa* y *Coffeae*) que

Tabla 3. Efecto de la densidad de inóculo inicial sobre la germinación de embriones somáticos del cultivar híbrido FHIA-18 (AAAB) a los 30 días de cultivo.

Densidad de inóculo (g)	No. de embriones iniciales	No. de embriones germinados (X±ES)	Porcentaje de germinación
0.3	750	320±14.1	45b*
0.5	750	600± 16.7	85a
0.7	1050	402±14.3	26bc
1.0	1500	260±12.3	17c
Testigo	300	43±7.71	14c

* Letras desiguales difieren estadísticamente para Dunette C al 0.5 %.

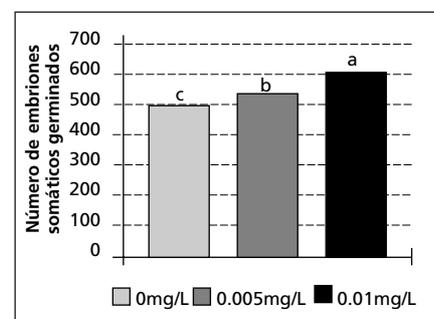
no era posible en Erlenmeyer o biorreactores y se obtuvo con los sistemas de inmersión temporal (Teisson y Alvard 1995). Estos sistemas tienen un mecanismo más sencillo, más barato y más fácil de manipular que los biorreactores (Etienne *et al.* 1997).

Se debe señalar que el uso de los sistemas de inmersión temporal evitó la oxidación de los embriones somáticos del cultivar FHIA-18 (AAAB). Bieberach (1995) reporta resultados similares en otros cultivares. Después de siete días de cultivo, una mayor proporción de embriones somáticos habían iniciado la germinación. Se reportan resultados similares en otros sistemas de inmersión temporal empleando botellones (compañía Nalgene) de una capacidad de 10 l donde se obtuvo una germinación de 65.5-73 % (500 a 800 plantas se obtuvieron de cada botellón - Gómez, datos no publicados). Los sistemas de inmersión temporal dan lugar a un desarrollo más consistente y sincronizado de los embriones somáticos. Etienne *et al.* (1997) en *Hevea brasiliensis* (Mull Arg) and Cabasson *et al.* (1997) en *Citrus deliciosa* (Ten) describen resultados similares utilizando embriones somáticos.

Efecto de la densidad de inóculo inicial de embriones somáticos en sistemas de inmersión temporal RITA sobre la germinación

La mejor densidad fue la de 0,5 g en la cual se logró el más alto porcentaje de germinación (85 %). Los porcentajes obtenidos en todos los casos donde se utilizó el sistema de inmersión temporal, fueron muy superiores al testigo (Tabla 3). Estos resultados constituyen unos de los más altos reportados para la germinación de embriones somáticos de los plátanos y bananos. Esto puede ser debido a varios factores dentro de los cuales están el efecto positivo ya descrito de la inmersión temporal, el efecto favorable del Biobras-6, y el genotipo por supuesto. Hasta ahora no hay ningún reporte específico en

Figura 2. Efecto del Biobras-6 en la germinación de embriones somáticos en los sistemas de inmersión temporal RITA.



Letras distintas difieren estadísticamente para P < 5 %.

cuanto a la germinación de embriones somáticos del cultivar híbrido FHIA-18 (AAAB).

Los porcentajes de germinación de embriones somáticos en el género *Musa* reportados, oscilan entre 0.45 a 80 % en varios genotipos y en diferentes medios de cultivo (Bieberach 1995, Cote *et al.* 1996, Schoof 1997, Grapin *et al.* 1998). Hasta la fecha los mayores porcentajes de germinación han sido reportados por Escalant *et al.* (1994) también utilizando los sistemas de inmersión temporal pero con embriones somáticos de otros cultivares de banano.

Estudio morfológico comparativo entre plantas obtenidas por organogénesis y embriogénesis somática en fase de aclimatación

Los resultados obtenidos muestran que no se obtuvieron diferencias entre las poblaciones de plantas provenientes de embriogénesis somática y organogénesis. Solamente se encontró diferencias significativas para el parámetro altura donde las plantas obtenidas de embriones somáticos fueron superiores (Tabla 4). No se encontraron en ambas poblaciones plantas fuera de tipo, tales como: variación enana, gigantes, y mosaico (Sandoval *et al.* 1997). Estos resultados coinciden con lo encontrado por Cote *et al.* (1999), los cuales trabajaron con suspensio-

Tabla 4. Comparación entre plantas obtenidas por vía embriogénesis somática y organogénesis del cultivar híbrido FHIA-18 (AAAB).

Tipo de morfogénesis	Largo del peciolo (cm)	Largo de la hoja 2 (cm)	Ancho de la hoja 2 (cm)	Distancia entre la hoja 2 y 3 (cm)	Altura de la planta (cm)
Organogénesis (yemas axilares)	1.95± 0.19 a*	13.22± 0.7 a	6.68± 0.6 a	1.90± 0.2 a	6.60± 0.4 b
Embriogénesis somática	1.86± 0.12 a	13.90±.62 a	7.10± 0.4 a	1.91± 0.2 a	7.30± 0.6 a
Media general ± Error estándar	1.90 ± 0.15	13.55 ± 0.67	6.90 ± 0.53	1.9 ± 0.2	6.95 ± 0.54
CV	0.13	0.21	0.13	0.15	0.3

* Letras distintas difieren estadísticamente para P < 5 %.

nes celulares del cultivar Gran enano (AAA) y al comparar las plantas derivadas de esta técnica con plantas obtenidas por organogénesis tradicional no observaron diferencias morfológicas en condiciones de campo.

Esto no quiere decir que no hubo variantes somaclonales en esta población sino que en esta fase no fue posible detectarlas. Sandoval *et al.* (1997) señalan que solamente se pudo detectar alrededor de un 60 % de variantes somaclonales en dicha fase de crecimiento. Estos autores también señalaron que es necesario las evaluaciones de estas plantas en campo hasta completar el ciclo de desarrollo por varias generaciones. Por otra parte Schoof (1999) reportó hasta un 97 % de variantes somaclonales de plantas de la variedad Williams derivadas de suspensiones celulares, este parece estar relacionada con la tecnología de los "scalps" donde muy altas concentraciones del 6 BAP son utilizadas. También el Laboratorio de Cultivos Tropicales de la Universidad Católica de Lovaina (INIBAP 1997) reportó 100 % de variantes somaclonales en plantas derivadas de suspensiones celulares del cultivar Gran enano (AAA). Dentro de las variantes más frecuentes fueron los enanos, hojas gruesas y distorsionadas a los seis meses de edad. ■

Reconocimiento

Al Dr Jean-Vincent Escalant por la revisión del trabajo y sus indicaciones para una mejor calidad del mismo.

Bibliografía

Bieberach C. 1995. Embriogénesis somática y regeneración de plantas en cultivares de *Musa* sp. Tesis para optar al grado de *Magister Scientiae*. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 84pp.

Cabasson C., D. Alvard, D. Dambier, P. Ollitrault & C. Teisson. 1997. Improvement of citrus somatic embryo development by temporary immersion. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 50 : 33-37.

Cote F., R. Domergue, S. Monmarson, J. Schwendiman, C. Teisson & J.V.Escalant. 1996. Embryogenic cell suspensions from the male flower of *Musa* AAA cv. Grand Naine. *Physiologia Plantarum* 97 : 285-290.

Cote F., R. Domergue, M. Feliot & C. Dubois. 1999. Desempeño en campo de las plantas de banano derivadas de las suspensiones de células embriogénicas (*Musa* AAA cv. Grande Naine). *INFOMUSA* 8(1): XII.

De Vries S.C., H. Booij, J. Cordewener, F.A. Van Angelen, A. De Jong, A. Van Kammen, F. Loschiavo, G. Schellekens, P. Sterk & H. Terzi. 1996. Developmental mutants and extracellular proteins in carrot somatic embryogenesis. Pp. 22-23 in ADEBIO, International Symposium of Biotechnology for Major Crops.

Escalant J.V., C. Teisson & F. Cote. 1994. Amplified somatic embryogenesis from male flowers of triploid banana and plantain cultivars (*Musa* spp.). *In Vitro Plant Cell. and Dev. Biol.* 30 : 181-186.

Etienne H., N. Lartaud, M. Michaux-Ferriere, P. Carron, M. Berthouly & C. Teisson. 1997. Improvement of somatic embryogenesis in *Hevea brasiliensis* (Mull. Arg.) using the Temporary Immersion Technique. *In Vitro Plant Cell. and Dev. Biol.* 33 : 81 87.

FAO.1999. Boletín Trimestral de Estadística. 12(34).

Grapin A., J.-L. Ortiz, R. Domergue, J. Babeau, S. Monmarson, J.V. Escalant, C. Teisson & F. Cote. 1998. Obtención de callos embriogénicos, iniciación y regeneración de suspensiones celulares embriogénicas a partir de flores inmaduras masculinas y femeninas de *Musa*. *INFOMUSA* 7(1): 13-15.

Gómez R., J.V. Escalant, M. Reyes, L. Posada & M. Freire. 2000. Embriogénesis somática en medio líquido en *Musa* (AAA) cv. Gran Enano. *CORBANA (in press)*.

INIBAP 1997. Annual report. International Network for the Improvement of Banana and Plantain. Montpellier, France.

Lelu et al.1994. An improved method for somatic plantlet production hybrid larch (*Larix X leptoeuropaea*) in somatic embryo maturation. Part 1. *Plant Cell Tissue Organ. Cult.* 36 : 07-115.

Michaux-Ferriere N. & J. Schwendiman. 1992. Histology of somatic embryogenesis. Pp. 247-259 in *Reproductive Biology and Plant Breeding* (Y. Dattée, C. Dumas & A. Gallais, eds). Springer-Verlag, Berlin.

Merkle S.A., W.A. Parrott & B.S. Flinn. 1995. Morphogenic aspects of somatic embryogenesis. pp. 155-203 in *In vitro* Embryogenesis in Plant (T.A. Thorpe, ed.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands.

Murashige T. & F. Skoog. 1962. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum* 15 : 473-497.

Núñez V.M. 1996. Los brasinoesteroides y su actividad biológica. INCA. La Habana, Cuba.

Posada L. 1995. Desarrollo de la embriogénesis somática en la Fruta Bomba (*Carica papaya*

L.). Trabajo de diploma. Universidad Central de Las Villas. 47 pp.

Rayas A., M. García & R. Landa. 1999. Efecto del *Biobras-6* en la organogénesis la malanga (*Xanthosoma* spp.). Libro de resúmenes cortos, Vº Coloquio Internacional de Biotecnología Vegetal. Ediciones GEO, La Habana, Cuba.

Roberts A.V. & E.F. Smith.1990. The preparation *in vitro* of chrysanthemum for transplantation to soil. I. Protection of roots by cellulose plugs. *Plant Cell Tissue Organ Cult.* 21 : 129-132.

Sandoval J.A., L. Pérez & F. Cote. 1997. Estudio morfológico y de la estabilidad genética de plantas variantes de banano (*Musa* AAA cv. Gran Enano). Etapas de cultivo *in vitro*, aclimatación y campo. *CORBANA* 22(48): 41-60.

Sannasgala K. 1989. *In vitro* somatic embryogenesis in *Musa*. Ph.D. thesis, K.U.Leuven, Belgium 189 pp.

Schenk R.U. & A.C. Hildebrandt. 1972. Medium and techniques for induction and growth of monocotyledonous and dicotyledonous plant cell culture. *Canadian Journal of Botany* 50 : 199-204.

Schoof H. 1997. The origin of embryogenic cells in *Musa*, Dissertationes de Agricultura. Catholic University of Leuven, Belgium. 258pp. + anexos.

Schoofs H., B. Panis, H. Strosse, A. Moyo, J. Lopez, N. Roux, J. Colezel & R. Swennen. 1999. Cuellos de botella en la generación y mantenimiento de las suspensiones celulares morfológicas de banano y la regeneración de la plantas vía embriogénesis somática a partir de ellas. *INFOMUSA* 8(2): 3-7

Taurus T.E., M.M. Lulsdorf, S.I. Kikcio & D.I. Dunstan. 1992. Bioreactor culture of *Picea mariana* Mill. and the species complex *Picea glauca-engelmannii* somatic embryos. Growth parameters. *Appl. Microbiol. Biotechnol.* 38 : 46-51.

Teisson C. & D. Alvard. 1995. A new concept of plant *in vitro* cultivation liquid medium : temporary immersion. Pp. 105-110 in *Current issues in plant molecular and cellular biology* (M. Terri, R. Cella & A. Falavigna, eds). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Boston, London.

Williams E. G. & G. Maheswaran. 1986. Somatic embryogenesis : Factors influencing coordinated behaviour of cells as an embryonic group. *Annals of Botany* 57 : 443-462

Rafael Gómez Kosky y Maritza Reyes trabajan en el Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central de Las Villas. Santa Clara, Cuba, e-mail : rgkosky@uclv.etceta.cu.; Terrence Gilliard en el Ministerio de Agricultura de Santa Lucía y Luis Antonio Barranco en la Universidad de Las Tunas, Las Tunas, Cuba.

Mejoramiento

Variabilidad inducida

Mejoramiento del clon híbrido de plátano FHIA-21 con el uso de la mutagénesis *in vitro*

I. Bermúdez, P. Orellana, J. Pérez Ponce, J. Clavero, N. Veitia, C. Romero, R. Mujica y L. García R

La enfermedad más destructiva de los bananos, plátanos y bananos de cocción en el mundo es la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet). Desde

su aparición en Cuba en noviembre de 1990, se ha convertido en la enfermedad fungosa más importante que afecta las plantaciones de plátanos y bananos en el país.

El desarrollo de variedades resistentes es la solución la más adecuada para reducir los daños de esta devastadora enfermedad. Desde 1984, la FHIA (Fundación Hondureña de Investigación Agrícola) ha venido desarrollando un amplio programa para la búsqueda de híbridos resistentes a la Sigatoka negra, entre ellos el plátano FHIA-21 (AAAB), tipo French (hembra), de alto rendimiento, buena calidad y tamaño de los frutos, resistente a *Fusarium oxysporum*, pero con un porte demasiado alto.

El empleo de mutagénicos conjugados con las técnicas de la biotecnología ofrece una oportunidad de intensificar la variabilidad genética para mejorar características agronómicas, tales como la precocidad a la fructificación, la resistencia a plagas y enfermedades, el rendimiento y la calidad (Ho *et al.* 1993, 1994). Adicionalmente, las técnicas de cultivo de tejidos también facilitan la inducción, la selección y propagación de los mutantes.

El cultivo de brotes *in vitro* ha sido utilizado para la inducción de mutaciones en varios genotipos de *Musa* con diferentes niveles de ploidia y combinación de genoma *acuminata* (A) y *balbisiana* (B) (Novak *et al.* 1986).

En vistas del estado actual de las técnicas de mejoramiento con el uso de la biotecnología, se desarrolló este trabajo con los siguientes objetivos :

- Seleccionar somaclones con porte bajo en poblaciones irradiadas del clon FHIA-21,
- Estudiar su comportamiento frente a la Sigatoka negra.

Materiales y métodos

Se estableció primero en material vegetal en el laboratorio, para luego multiplicarlo *in vitro* siguiendo el procedimiento que describen Orellana *et al.* (1991). Estos brotes se colocaron en medio MS (1962) suplementado con 6 Bencil Amino Purina (6-BAP) 20 mg/l, Acido Indol Acético (AIA) 0,65 mg/l y Sacarosa 30 g/l para la inducción de multiyemas. El pH del medio se ajustó a 5.8. Luego fueron irradiadas con dosis de 25 Gy de radiaciones Gamma, fuente C⁶⁰, para inducir variabilidad en el material vegetal (multiyemas). Posteriormente se multiplicaron durante cinco subcultivos y se regeneraron hasta obtener 10 000 vitroplantas enraizadas, las que se sembraron en invernadero durante 45 días y finalmente fueron transplantadas al campo, en la Estación Experimental de Remedios. Durante el desarrollo de la plantación, se realizó una labor cultural mínimo sin aplicaciones de fungicidas para observar la respuesta natural de las plantas.

Las evaluaciones realizadas consistieron en la selección de plantas con caracteres positivos en el campo y el estudio de la variabilidad de la población. Se evaluó la altura de la planta (estableciéndose tres rangos), diámetro del pseudotallo, número de

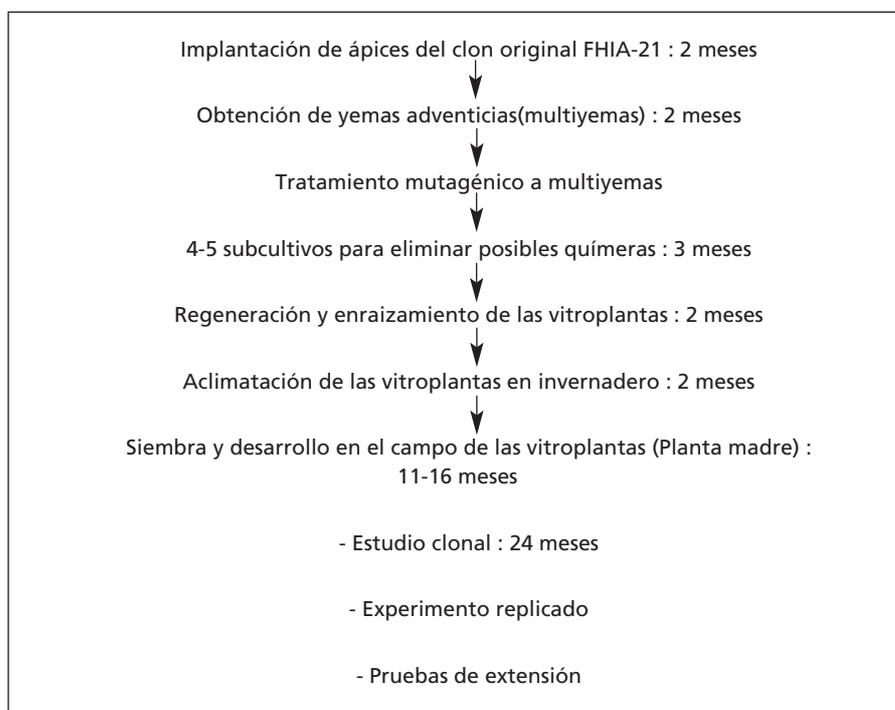


Figura 1. Esquema de mejoramiento por mutaciones seguido en el híbrido FHIA-21.

hojas totales y número de hojas manchadas por Sigatoka negra en la emisión y cosecha del racimo, número de manos y dedos del racimo (en tres rangos), largo del dedo central de la segunda y penúltima manos. Las líneas con características positivas se sembraron en la misma estación experimental, en forma de estudio clonal a cinco plantas por línea en comparación con el clon original. Las líneas más promisorias fueron implantadas *in vitro* para incrementar la población de cada una de ellas y realizar su estudio en otros ambientes.

El trabajo se desarrolló según el esquema siguiente (Figura 1).

Resultados y discusión

Las evaluaciones mostraron una alta variabilidad en el material vegetal en cuanto a la altura de la planta, diámetro del pseudotallo, número total de hojas, incidencia de la Sigatoka negra así como cambios en el racimo, lo cual indica la eficiencia de la combinación del mutágeno físico y el cultivo de tejidos. Novak *et al.* (1990) obtuvieron resultados semejantes en un programa de me-

joramiento por mutaciones en los clones de este género.

Una alta tasa de variación entre las plantas fue observada fundamentalmente en la altura de estas como se puede apreciar en la Tabla 1.

Los resultados de la tabla 1 evidencian que existió una marcada influencia ambiental en ambas poblaciones, pues la altura normal del clon original FHIA-21 para el primer ciclo oscila entre 250 y 300 cm. Sin embargo, se encontró dentro de las plantas de porte más bajo, en el material irradiado, varias con cambios favorables en cuanto al tamaño del dedo, forma del racimo y estructura foliar, muy diferentes a las del clon original. Los objetivos de la investigación no estaban encaminados sólo a la búsqueda de plantas de porte bajo, pues como indican los valores porcentuales, estos se mantienen muy similares, sino teniendo en cuenta el conjunto de otros caracteres positivos. Es importante señalar que muchos clones de plátanos y bananos no desarrollan, en el primer ciclo, la altura que alcanzan en los siguientes ciclos.

Tabla 1. Comportamiento de la variabilidad en la altura de las plantas durante el primer ciclo.

	Rangos de altura (cm)	No. de plantas seleccionadas	Frecuencia de cambios (%)
Material irradiado seleccionado			
	100-250	41	38.30
	251-300	61	57.00
	> 300	5	4.70
Total		107	100.00
Material irradiado sin seleccionar			
	100-250	103	35.76
	251-300	169	58.68
	> 300	16	5.55
Total		288	100.00

Tabla 2. Comportamiento del número de dedos por racimo en las plantas durante el primer ciclo.

	Cambios en el número de dedos	No. de plantas evaluadas	Frecuencia (%)
Material irradiado seleccionado			
	hasta 40 dedos	21	20.00
	de 41 a 60 dedos	24	22.80
	más de 60 dedos	60	57.10
Material irradiado sin seleccionar			
	hasta 40 dedos	16	10.08
	de 41 a 60 dedos	43	29.25
	más de 60 dedos	88	59.86

Tabla 3. Variaciones fenotípicas observadas en plantas seleccionadas durante el primer ciclo, en relación con el clon original.

No. plantas evaluadas	Porte bajo (posible Horn)	Dedos más largos	Dedos cortos y finos	Dedos pequeños y rectos	Alta resistencia a Sigatoka negra	Frecuencia total %
1024	4	10	20	12	3	4.78

Tabla 4. Valores del promedio y desviación de las poblaciones evaluadas.

Población	Valores de la media				Desviación			
	Altura de la planta (cm)	Diámetro del pseudo tallo (cm)	No. de manos por racimo	No. de dedos por racimo	Altura (cm)	Diámetro (cm)	No. de manos	No. de dedos
Material irradiado no seleccionado	270.71	48.48	6.61	68.78	25.40	6.29	6.19	18.83
Material irradiado seleccionado	250.44	47.91	6.40	67.59	25.94	5.25	1.04	20.78

Se observaron también grandes variaciones en el número de dedos del racimo en la población total, obteniéndose una mayor cantidad de plantas con racimos de más de 60 dedos (59.86 %) (Tabla 2), cuya frecuencia se mantuvo en las plantas seleccionadas (57.1 %).

Se ha planteado por muchos autores que la frecuencia de variantes fenotípicas y/o morfológicas (estatura de la planta, color de las hojas), fisiológicas (crecimiento y multiplicación de los brotes, tiempo de floración, maduración de los frutos) y caracteres agronómicos (cualidades del racimo) varía de 3 a 40 % en las plantas de la primera generación, dependiendo del genotipo y de las dosis de radiación (Novak *et al.* 1990).

La frecuencia de variantes fenotípicas en las primeras 1024 plantas evaluadas fue de 4.78 %, obteniendo cuatro somaclones con

posible cambio a Horn, aunque dos de ellos fueron afectados por la Sigatoka negra (Tabla 3).

Cuando se comparó la población de material irradiado seleccionada y no seleccionada en cuanto a su promedio y a la desviación típica de las poblaciones, el material irradiado no seleccionado presentó una altura media de superior a la del material seleccionado (Tabla 4). En el caso del número de manos por racimo, la media estuvo alrededor de seis manos en ambos casos. Al analizar los promedios del número de dedos por racimo, se encontró que las plantas lograron en la mayoría de los casos más de 60 dedos por racimo, mostrando una correlación positiva entre la altura de la planta y el número de dedos totales por racimo.

Al analizar los valores de la desviación de la población, la altura y el número de dedos

son los parámetros más variables, como ya fue señalado.

Entre las selecciones se destacaron cinco plantas que presentaron el mejor comportamiento integral en varios caracteres (Tabla 5) encontrándose diferencias entre ellas en cuanto a su reacción a la Sigatoka negra. En el caso de la altura de las plantas, se encontraron diferencias significativas entre las líneas y entre éstas y el FHIA-21 original; las líneas IBP 24-14 e IBP 47-4 mostraron los valores más bajos. Sin embargo, desde el punto de vista de algunos caracteres agronómicos importantes (número de dedos/racimo, peso del racimo), estas líneas alcanzaron valores inferiores a las demás y al testigo, presentando además un racimo típico Horn (FHIA-21 y las demás líneas muestran un racimo tipo French). De altura significativamente más baja que el testigo de FHIA-21, las líneas IBP 14-23 e IBP 17-13 presentaron un buen comportamiento agronómico en los demás indicadores de rendimiento, resultando muy promotoras en la búsqueda de plantas de porte más bajo en este híbrido.

Es importante señalar que existió una alta afectación por Sigatoka negra en el FHIA-21 de forma general, no llegando a llenar completamente los dedos del racimo, siendo esto contradictorio con reportes que plantean la alta resistencia de este (Cote *et al.* 1994).

Conclusiones

Durante el primer ciclo (planta madre), la frecuencia general de variación obtenida en el material irradiado de FHIA-21 fue de 4 %, siendo los caracteres más variables la altura de la planta y el número de dedos por racimo, además de variaciones en la morfología entre plantas. Los caracteres más estables fueron el diámetro del pseudotallo y el número de manos por racimo.

Aunque el FHIA-21 presente un racimo tipo "French", se encontraron varias plantas que mostraban un racimo típico de "Horn", con morfología general muy diferente del clon original.

La mayor parte de la población estudiada presentó una fuerte afectación por la Sigatoka negra, aunque se seleccionaron plantas que llegaron a cosecha con más de tres hojas activas. ■

Tabla 5. Parámetros de crecimiento evaluados en las líneas seleccionadas.

Código de la línea	Altura de la planta (cm)	Perímetro del pseudo tallo (cm)	THF*	THC**	Siembra a cosecha (meses)	No. de dedos/racimo	Peso del racimo (kg)	Perímetro del dedo central *** (cm)	Longitud externa del dedo central (cm)
IBP 14-23	281.6 b	54.2 a	12.0 a	6.2 b	11.6 c	83.2 b	14.08 b	3.4 a	22.8 a
IBP 17-13	282.5 b	47.5 b	10.5 ab	9.0 a	13.0 a	64.0 c	14.5 b	2.75 bc	20.0 a
IBP 50-5	294.8 ab	57.4 a	11.4 ab	4.6 b	11.6 c	100.0 a	21.08 a	3.40 a	23.6 a
IBP 24-14	236.0 c	45.4 b	9.4 b	5.0 b	13.0 a	45.0 d	5.15 c	3.1 abc	19.6 a
IBP 47-4	215.0 d	36.8 c	7.0 c	4.4 b	12.8 ab	57.2 cd	5.98 c	2.62 c	19.6 a
Testigo (FHIA-21)	302.8 a	56.6 a	9.8 ab	6.6 b	11.8 bc	105.0 a	13.8 b	3.32 ab	22.0 a
EE (x)±0.26	±0.14	±0.67	±0.69	±0.30	±0.69	±0.45	±0.16	±0.90	

*THF : Total de hojas a la floración, **THC : Total de hojas a la cosecha, ***Dedo central de la mano central, Letras iguales en una misma columna no difieren para P <0.05.

Bibliografía

- Cote F., F. Rosales, P. Rowe & C. Rivera. 1994. Reacción a Sigatoka negra y comportamiento agronómico de plátanos híbridos (AAAB) sometidos a desmane. Memorias XI Reunión ACOR-BAT. San José. Costa Rica : 339-405.
- Ho Y.W., Y.P. Tan & C. Mak. 1993. Micropropagation for commercial production of plantings materials with special reference to banana. En : Proceedings of a Seminar on The Fruits Industry in Malaysia, Jahor Bham, Malaysia, 7-9 september.
- Ho Y.W., C. Mak & Y.P. Tan. 1994. Strategies in the improvement of banana cultivars for commercial scale cultivation. Pp. 71-82 in Proceedings of International Planters Conference, Kuala Lumpur, Malaysia.
- Novak F.J., R. Afza, V. Phadivibulya, T. Hermelin, H. Brunner & B. Donini. 1986. Micropropagation and radiation sensibility in shoot tip cultures of banana and plantain. Pp. 439 in Nuclear techniques and *in vitro* culture for plant improvement. IAEA, Vienna.
- Novak F.J., R. Afza, M. Van Duren & M.S. Omar. 1990. Mutation induction by gamma irradiation of *in vitro* cultured shoot tips of banana and plantain (*Musa cvs.*). Tropical Agriculture (Trinidad) 67 : 21-28.
- Orellana P.P., J. Pérez, D. Agramonte, R. Gómez, E. Jimenez, S. Martinez, E. Almaguer & R. Gómez. 1991. La micropropagación del plátano a escala comercial en Cuba. ACEVIC. Boletín Científico 3(3): 29-38.

Los autores trabajan en el Instituto de Biotecnología de las Plantas (IBP), UCLV, Santa Clara, Villa Clara, Cuba.

Recursos genéticos

Resistencia de los diploides al Moko

Evaluación de *Musa* spp. para la resistencia a la enfermedad de Moko (*Ralstonia solanacearum*, raza 2)

S. de Oliveira e Silva, S. de Mello Véras, L. Gasparotto, A. Pires de Matos, Z.J. Maciel Cordeiro y B. Boher

La enfermedad del Moko del banano causada por *Ralstonia (Pseudomonas) solanacearum* raza 2 (Smith), induce el marchitamiento de las hojas, empezando por las más jóvenes, así como la necrosis de la hoja candela. Las frutas inmaduras de las plantas infectadas muestran color amarillento y pudrición seca de la pulpa. La infección temprana, antes de la floración, causa un desarrollo anormal del racimo, pudrición de la fruta antes de la maduración, y algunas plantas pueden no producir racimos. La enfermedad del Moko puede ser propagada por insectos, a través del suelo infestado o por contacto de las raíces. Estas características asociadas con la falta de cultivares resistentes y tecnología de baja producción convierten la enfermedad del Moko en un problema muy serio para el cultivo de bananos (Buddenhagen 1961, Stover 1972, Takatsu 1986, Matos *et al.* 1996).

La presencia de *R. solanacearum*, raza 2 en Brasil, fue registrada por primera vez en la región del Amazonas, Estado de Amapá (Tokeshi 1976). Actualmente, esta enfermedad también se encuentra presente en los estados de Amazonas, Para y Acre, todos localizados en la Región del Amazonas (Takatsu 1986). De acuerdo a las encuestas de diagnóstico, la cantidad de fincas bananeras en la región del Amazonas, afectadas por la sepa A de *R. solanacearum*, raza 2, ha estado creciendo en los últimos años (Matos *et al.* 1996, Pereira *et al.* 1997).

Varios genes recesivos están involucrados en la resistencia del banano al Moko (Vakilii 1965, Rowe y Richardson 1975). Los resulta-

dos registrados por Stover (1972) mostraron varios niveles de susceptibilidad al Moko en varios cultivares de banano, subrayando que el cultivar Pelipita (ABB) es altamente resistente al patógeno, indicando de este modo la resistencia genética como una medida de control viable para el Moko en las regiones donde el cultivo de bananos se realiza con tecnología de baja producción (Jones 1995).

A pesar de la posibilidad, no se encontró germoplasma resistente al Moko, cuando tetraploides (AAAB), como el PV03-44, JV03-15, PA03-22, Pioneira, los triploides (AAA) Caipira, Nam, Nanica y Nanição, (AAB) Pacovan, Prata, Prata Anã, Mysore, Thap Maeo y Ouro da Mata, y los plátanos (AAB) Pacovi, Pacovan y Bluggoe, (ABB) Figo, fueron sembrados en suelo infestado naturalmente (Silva *et al.* 1998).

El objetivo de este trabajo consistió en evaluar la reacción de 31 genotipos diploides (AA) a la inoculación con *R. solanacearum*, raza 2, dirigido a seleccionar los cultivares resistentes que se utilizarían como progenitores masculinos en el programa de mejoramiento de bananos bajo la conducción de Embrapa Mandioca e Fruticultura (CNPMPF).

Materiales y métodos

Se evaluó un total de 31 genotipos diploides (AA), 21 de los cuales son germoplasma natural y 10 son híbridos, del Banco de Germoplasma de Banano de CNPMPF, Cruz das Almas, Estado de Bahía. El experimento se realizó bajo condiciones de invernadero, en Embrapa de Amazonas Occidental (CPAA), localizada en la municipalidad de Manaus, Amazonas, norte de Brasil, donde la enfermedad del Moko es endémica.

Ocho plantas de cada genotipo diploide (AA) fueron inoculadas con el Biovar 1 de *R. solanacearum*, raza 2, inyectando 1mL

de una suspensión bacteriana en una concentración de 10^8 cfu.mL⁻¹, en el pseudotallo, a 10 cm desde el nivel del suelo.

Los síntomas externos fueron evaluados a intervalos semanales, basándose en la siguiente escala de evaluación de la enfermedad :

- Sin síntomas
- Necrosis de la hoja candela
- Amarilleo de 2-3 hojas
- Combadura del pecíolo
- Muerte de la planta.

Las plantas sin síntomas ocho semanas después de la inoculación fueron consideradas resistentes a la enfermedad del Moko.

Resultados y discusión

Seis semanas después de la inoculación, las plantas empezaron a mostrar síntomas externos característicos de la enfermedad del Moko. Todas las plantas que mostraron síntomas externos, también mostraron decoloración vascular característica de la infección con *R. solanacearum*, raza 2. Estos resultados indican la eficacia de la técnica de inoculación utilizada para evaluar los genotipos diploides (AA) de banano.

El germoplasma natural Berlin, Buitenzorg, Fako Fako, Jambi, Jaran, Jari Buaya, Khai, Khi Maeo, Lidi, Microcarpa, NBA 14, NBF 9, No. 118, Ouro, P. Serum, Pipit, Pa Phathalung, Tongat, Tambi y Zebrina y los híbridos 1304-04, 1318-01, 422306, F3P4, M-48 y M-61 mostraron una reacción de susceptibilidad al Biovar 1 de *R. solanacearum*, raza 2. Por otro lado, los híbridos diploides (AA) F2P2, 131901, 1741-01 y SH-3362, y Babi Yadefana, un cultivar diploide de Nueva Guinea, expresaron resistencia al patógeno. Algunas características de cinco genotipos resistentes al Moko se presentan en la Tabla 1.

Aunque hasta la fecha no se ha detectado resistencia a la enfermedad del Moko en las variedades comerciales triploides y tetraploides (Vakilii 1965, Silva *et al.* 1998), los resultados presentados en este trabajo muestran la ocurrencia de variabilidad genética entre los genotipos diploides (AA) de banano capaces de expresar la resistencia a *R. solanacearum*, raza 2.

Tabla 1. Algunas características de los genotipos diploides (AA) de banano resistentes a la enfermedad del Moko. Embrapa Amazonas Occidental, Manaus, Amazonas, Brasil, 1998.

Genotipo ¹	Altura de la planta	No. de dedos/racimo	Largo de los dedos (cm)	Reacción a las enfermedades ²		
				Marchitamiento por Fusarium	Sigatoka amarilla	Sigatoka negra
Babi Yadefana	Baja	60	12	-	S	-
F ₂ P ₂	Mediana	96	12	-	-	-
1319-01	Mediana	200	13	R	R	-
1741-01	Mediana	112	14	-	R	-
SH3362	Alta	192	15	-	-	S

¹ Babi Yadefana : cultivar de Nueva Guinea; F₂P₂ : híbrido de Ecuador; 1319-01 : cruzamiento entre Malaccensis (Tjau Lagada, selección 01; 1741-01 : cruzamiento entre Jari Buaya híbrido (Calcutta Madang); SH3362: híbrido de Honduras.

² R : resistente; S: susceptible.

La detección de resistencia a la enfermedad del Moko en los genotipos diploides (AA) abre una posibilidad real de crear variedades comerciales resistentes, a través de las técnicas de mejoramiento convencionales. Considerando que fue evaluado sólo un pequeño número de genotipos, se espera que las nuevas fuentes de resistencia a *R. solanacearum*, raza 2, serán detectadas a medida que continua la investigación. ■

Bibliografía

Buddenhagen I.W. 1961. Bacterial wilt of bananas : History and known distribution. *Tropical Agriculture* 38 : 107-121.
 Jones D.R., ed. 1995. The improvement and testing of *Musa* : a global partnership. First Global Conference of the International *Musa*

Testing Programme, La Lima, Honduras, 2730/04/1994. International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, France. 303p.

Matos A.P. de, S. de O. Silva & J.C.R Pereira. 1996. Doenças da bananeira no Médio Solimões, Amazonas : Moko, Mal-do-panamá e Sigatoka amarela. Informativo SBF, Brasília 15(4).

Pereira J.C.R., A.F. da S. Coelho, S. De M. Veras & L. Gasparotto. 1997. Levantamento da incidência e prevalência de doenças vasculares da bananeira no Estado do Amazonas. Relatório Final. MA/Sedag, Manaus. 15p.

Rowe P.R. & D.L. Richardson. 1975. Breeding bananas for disease resistance, fruit quality and yield. SIATSA. Bull. 2. Tropical Agriculture Research Service, La Lima, Honduras.

Silva S. De O., A.P. de Matos, J.C.R. Pereira, P.E. Meissner Filho, D.C. Costa & Z.J.M Cordeiro. 1998. Actividades del Programa de Mejoramiento de Banano en Embrapa Yuca y Frutales. Informe Final del Proyecto IPGRI/AM-0694-96. Embrapa-CNPMP, Cruz das Almas. 25p.

Stover R.H. 1972. Banana, plantain and abaca diseases. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey, UK.

Takatsu A. 1986. Riscos e consequências da disseminação do Moko para outras regiões do Brasil. Pp. 54-59 *in* Simposio sobre Moko da bananeira, Manaus, AM 1984. Anais. Embrapa-CNPMP, Documento 19. Embrapa-CNPMP, Cruz das Almas, BA.

Tokeshi H. & M.L.R. Duarte. 1976. Moko no Território Federal do Amapá. *Suma Phytopathologica*, São Paulo 2(3):224-229.

Vakilii N.G. 1965. Inheritance of resistance in *Musa acuminata* to bacterial wilt caused by the tomato race of *Pseudomonas solanacearum*. *Phytopathology* 55 : 12061209.

S. de Oliveira e Silva, A. Pires de Matos y Z.J. Maciel Cordeiro son fitomejoradores y fitopatólogos en Embrapa Mandioca e Fruticultura, C. Postal 007, CEP 44380 000, Cruz das Almas, BA, Brasil. El e-mail del primer autor es ssilva@cnpmp.embrapa.br, S. de Mello Véras trabaja en Embrapa/CNPq, C. Postal 219, CEP 69048.660, Manaus, AM, Brasil. L. Gasparotto es fitopatólogo en Embrapa Amazonia Occidental, C. Postal 219, CEP 69048.660, Manaus, AM, Brasil y B. Boher es agrónomo en el INPA, C. Postal, 478, CEP 69011-970, Manaus, AM, Brasil.

Recursos genéticos

Evaluación en Ghana

Evaluación multisitio de híbridos de la FHIA en Ghana

B.M. Dzomeku, B. Banful, A.A. Ankoma, D. Yeboah y S.K. Darkey

Los bananos y plátanos (*Musa* spp.) son productos amiláceos básicos muy importantes en Ghana. Ellos se consumen como alimentos energéticos y como postre. Los plátanos contribuyen con alrededor de un 13.1 % al Producto Doméstico Agrícola Bruto y su consumo anual *per capita* es de 85 kg por persona, mayor que el de otros productos básicos como el maíz y ñame. Los bananos y plátanos también son fuentes importantes de ingresos en las áreas rurales (Ortiz y Vuylsteke 1996).

A pesar de su alto valor, la producción ha sido afectada por las crecientes presiones de plagas y enfermedades, de las cuales la más notable es la enfermedad fungosa Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis*).

La enfermedad fue observada por primera vez en Assin Fosu en la región Central de Ghana a principios de los años 1980 y desde este momento se propagó a todas las regiones productoras de plátano en el país. Las pérdidas de rendimiento son altamente significativas, y varían de 20 a 50 %. Bajo condiciones muy severas, las pérdidas de rendimiento pueden alcanzar hasta un 80 % (Hemeng y Banful 1994).

La Sigatoka negra puede ser controlada aplicando fungicidas apropiados, pero su costo es prohibitivo. Además, los fungicidas no son amigables con el ambiente y por lo tanto amenazan a un ecosistema muy frágil. Por consiguiente, la mejor alternativa viable para el control de la Sigatoka negra es a través del uso de híbridos resistentes de alto rendimiento.

El Instituto de Investigación de Cultivos (*Crops Research Institute*) introdujo en

1994 algunos híbridos tetraploides de *Musa*, resistentes o tolerantes a la Sigatoka negra, de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) en Honduras. Esta introducción se basó en el hecho de que todas las variedades locales son susceptibles a la Sigatoka negra. Entre los híbridos se encontraban un banano de postre (FHIA-01), un banano de cocción (FHIA-03) y un plátano French (FHIA-21).

Materiales y métodos

Plántulas provenientes de los cultivos de tejidos de FHIA-21 y FHIA-01 fueron recibidas de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) en Honduras para su evaluación. Las plántulas fueron aclimatadas bajo un cobertizo durante seis semanas antes de sembrarlas en el campo.

Los ensayos se establecieron en tres sitios, Fumesua en la región de Ashanti, Assin Fosu en la región Central y Bunso en la región oriental. Los sitios fueron seleccionados basándose en la variación de los tipos de suelo y en la severidad de la incidencia de la Sigatoka negra. El diseño fue un bloque completo aleatorio con tres réplicas. Tres kilogramos de gallinaza fueron aplicados como

Tabla 1. Rendimiento y parámetros agronómicos seleccionados de FHIA-21 durante la cosecha (Fumesua, Bunso y Assin Fosu).

	Fumesua				Bunso				Assin Fosu			
	1997	1998	1999	Promedio SE	1997	1998	1999	Promedio SE	1997	1998	1999	Promedio SE
Altura de la planta a la cosecha (cm)	270.0	268.2	269.0	269.1 (0.2)	247.0	258.0	256.4	253.8 (7.8)	238.8	244.0	239.0	240.6 (1.9)
Altura del hijuelo más alto (cm)	195.0	156.0	148.0	166.3 (140.5)	135.0	125.0	115.5	121.5 (21.1)	145.0	134.0	136.2	138.4 (7.5)
Número de hijuelos	4.0	4.0	6.0	4.7 (0.3)	4.0	5.0	4.0	4.5 (0.1)	2.8	5.0	4.0	3.9 (0.3)
Número de hojas a la floración	14.0	13.0	12.0	13.7 (0.2)	12.0	13.0	14.0	13.0 (0.2)	11.3	13.0	14.0	12.8 (0.4)
Número de hojas a la cosecha	6.0	7.0	6.0	6.3 (0.1)	8.0	8.0	7.0	7.8 (0.1)	8.0	7.0	7.0	7.3 (0.1)
Rendimiento (t/ha)	41.7	38.4	39.2	39.8 (0.7)	30.3	32.4	35.7	33.7 (1.6)	35.3	37.4	38.5	37.1 (0.6)
Circunferencia del pseudotallo (cm)	55.0	56.0	55.2	55.4 (0.1)	57.0	55.0	44.0	49.8 (10.9)	53.8	51.6	47.3	50.9 (2.4)
Número de meses hasta la floración	11.4	11.6	11.3	11.4 (0.0)	11.5	11.3	11.8	11.5 (0.0)	11.1	11.4	11.3	11.3 (0.0)
Número de meses hasta la cosecha	14.9	15.3	15.1	15.1 (0.0)	455	448	455	15.1 (0.0)	14.5	14.8	14.7	14.7 (0.0)
Número de manos/racimo	8.0	7.0	8.0	7.7 (0.1)	8.0	7.0	8.0	7.7 (0.1)	7.0	8.0	7.0	7.3 (0.1)
Número de dedos/racimo	108.0	98.0	115.0	107.0 (16.2)	99.0	100.0	101.0	100.0 (0.2)	98.0	99.0	97.0	98.0 (0.2)

Tabla 2. Rendimiento y parámetros agronómicos seleccionados de FHIA-01 durante la cosecha entre 1997 y 1999 en Fumesua, Bunso y Assin Fosu.

	Fumesua				Bunso				Assin Fosu			
	1997	1998	1999	Promedio SE	1997	1998	1999	Promedio SE	1997	1998	1999	Promedio SE
Altura de la planta a la cosecha (cm)	237.0	241.0	240.0	239.3 (1.0)	265.0	250.0	248.2	254.4 (18.9)	245.0	240.0	250.1	245.0 (5.7)
Altura del hijuelo más alto (cm)	180.0	170.0	168.0	172.7 (9.2)	180.0	172.3	167.4	173.2 (9.0)	120.0	128.0	118.0	122.2 (5.7)
Número de hijuelos	3.2	5.0	6.3	4.8 (0.5)	5.2	6.1	4.0	5.1 (0.2)	3.0	6.0	4.0	4.3 (0.5)
Número de hojas a la floración	13.0	14.0	14.0	13.7 (0.1)	14.2	13.0	13.0	13.4 (0.1)	14.0	13.0	13.0	13.3 (0.1)
Número de hojas a la cosecha	7.0	8.0	7.0	7.3 (0.1)	5.6	7.0	8.0	6.9 (0.3)	6.0	8.0	7.0	7.0 (0.2)
Rendimiento (t/ha)	38.3	40.8	41.1	40.1 (0.5)	42.7	39.4	38.5	40.2 (1.0)	30.7	34.2	55.6	33.1 (1.4)
Circunferencia del pseudotallo (cm)	50.3	49.3	50.2	49.9 (0.1)	50.6	47.3	49.0	49.0 (0.6)	45.0	48.5	46.2	46.6 (0.7)
Número de meses hasta la floración	11.3	11.4	11.3	11.3 (0.0)	11.3	11.3	11.4	11.3 (0.0)	11.9	11.4	11.6	11.6 (0.0)
Número de meses hasta la cosecha	14.7	14.5	14.7	14.6 (0.0)	15.0	15.2	15.0	15.1 (0.0)	15.4	15.2	15.3	15.3 (0.0)
Número de manos/racimo	8.0	8.0	8.0	8.0 (0.0)	8.0	9.0	8.0	3.0 (0.1)	7.0	8.0	7.0	7.3 (0.2)
Número de dedos/racimo	109.0	103.0	112.0	108.0 (4.7)	110.0	102.0	104.0	105.3 (3.9)	101.0	98.0	99.0	99.3 (0.5)

Tabla 3. Rendimiento y parámetros agronómicos seleccionados de FHIA-03 durante la cosecha entre 1997 y 1999 en Fumesua, Bunso y Assin-Fosu.

	Fumesua				Bunso				Assin Fosu			
	1997	1998	1999	Promedio SE	1997	1998	1999	Promedio SE	1997	1998	1999	Promedio SE
Altura de la planta a la cosecha (cm)	225.0	221.0	220.0	222.0 (1.5)	226.0	230.0	228.2	228.1 (1.9)	235.0	233.0	230.1	232.7 (1.4)
Altura del hijuelo más alto (cm)	100.0	98.0	102.0	100.0 (0.8)	100	107.3	115.4	107.6 (4.4)	90.0	99.0	101.0	96.7 (7.6)
Número de hijuelos	3.0	3.2	4.0	3.4 (0.1)	1.0	1.0	1.0	1.0 (0.0)	2.0	2.0	3.0	2.3 (0.1)
Número de hojas a la floración	12.4	12.0	11.0	11.8 (0.1)	14.0	14.0	13.0	13.7 (0.0)	10.0	11.0	11.0	10.7 (0.1)
Número de hojas a la cosecha	8.0	7.0	6.0	7.0 (0.2)	6.3	6.0	6.0	6.1 (0.0)	5.0	4.0	6.0	5.0 (0.2)
Rendimiento (t/ha)	38.3	36.8	36.1	37.1 (0.3)	34.3	34.0	34.5	34.2 (0.0)	25.3	26.4	27.8	26.5 (0.3)
Circunferencia del pseudotallo (cm)	58.0	56.0	58.0	57.3 (0.3)	60.0	58.0	60.0	59.3 (0.3)	53.0	52.0	53.0	52.7 (0.1)
Número de meses hasta la floración	8.0	7.8	7.9	7.9 (0.0)	8.6	8.7	8.5	8.6 (0.0)	8.6	8.3	8.0	8.3 (0.6)
Número de meses hasta la cosecha	11.0	10.7	11.0	10.9 (0.0)	11.6	11.7	11.5	11.6 (0.0)	11.6	11.2	11.0	11.4 (0.0)
Número de manos/racimo	8.0	7.0	8.0	8.0 (0.0)	8.0	7.0	8.0	7.7 (0.1)	7.0	8.0	7.0	7.3 (0.2)
Número de dedos/racimo	92.0	90.0	94.0	92.0 (1.3)	91.0	90.0	93.0	91.3 (0.9)	93.0	90.0	92.0	91.7 (0.9)

Tabla 4. Comparación del rendimiento y de los parámetros agronómicos seleccionados de FHIA-21 con dos variedades locales de plátano French en Assin Fosu y Bunso.

	1997				1998			
	FHIA-21	Apem Pa	Apem oniaba	SE	FHIA-21	Apem pa	Apem oniaba	SE
Altura de la planta a la cosecha (cm)	252.3	352.0	273.0	30.4	256.0	353.0	272.0	30.0
Circunferencia del pseudotallo (cm)	54.7	59.2	47.1	3.3	49.7	57.5	50.3	2.5
Número de hijuelos	5.3	4.5	7.0	0.7	4.7	4.0	6.0	0.6
Número de hojas a la floración	12.1	10.0	8.0	1.2	13.3	11.0	9.0	1.2
Número de hojas a la cosecha	7.3	4.0	1.0	1.8	7.0	4.0	2.0	1.5
Número de meses hasta la cosecha	14.8	18.0	16.2	0.9	15.0	18.5	17.0	1.0
Número de manos/racimo	7.3	8.0	6.0	0.5	8.0	8.0	6.0	0.6
Número de dedos/racimo	101.0	109.0	98.0	0.5	100.0	111.0	100.0	0.7
Rendimiento (t/ha)	35.7	24.0	15.8	5.7	36.5	25.3	16.3	5.8

enmiendas al suelo durante la siembra. La densidad de siembra fue de 3 m x 2 m (1 667 plantas/ha).

La evaluación de la enfermedad fue realizada utilizando la escala de Stover de 1 a 10, aplicada a la tercera hoja.

Resultados y discusión

En cada uno de los tres sitios, FHIA-21 mostró un desempeño estable de rendimiento y de las características de crecimiento durante los tres años de estudio (Tabla 1). El desempeño de FHIA-21 con respecto al rendimiento y características de crecimiento durante los años en los tres sitios fue consistente y sugiere su estabilidad. Tendencias similares se observaron para FHIA-01 (Tabla 2). Estos resultados sugieren que el desempeño de los híbridos FHIA-21 y FHIA-01 no fue influenciado por las estaciones o sitios. Esto implica que bajo buenas prácticas de manejo agronómico, los agricultores estarían seguros de obtener buenos rendimientos independien-

temente del tiempo o época de siembra, siempre y cuando exista un buen suministro de humedad.

FHIA-03 (banano de cocción) mostró consistencia en el desempeño del rendimiento y crecimiento durante los años (Tabla 3). Las características agronómicas del híbrido no fueron afectadas por el sitio. Sin embargo, este híbrido no fue bien aceptado por los consumidores.

Comparando el desempeño de FHIA-21 con las variedades locales Apem pa y Apem oniaba, FHIA-21 mostró superioridad en crecimiento y rendimiento para todos los sitios examinados (Tabla 4). La estatura de FHIA-21 fue en un 21 % más baja y la circunferencia del pseudotallo en un 8 % más gruesa que el promedio de las variedades locales, lo que sugiere que las plantas de FHIA-21 fueron más robustas que las variedades locales. Por lo tanto, es más probable que FHIA-21 no sufra volcamiento. Trabajos anteriores (Hemeng *et al.* 1994) indican que las plantas con la circunferencia del

pseudotallo más gruesa experimentaban menos volcamientos. FHIA-21 también retuvo más hojas funcionales durante la floración que las variedades locales, lo que posiblemente contribuye a sus rendimientos más altos (Tabla 4): FHIA-21 produjo 43 % más que las variedades locales. ■

Bibliografía

- Hemeng O.B. & B. Banful. 1994. Plantain Development Project. Government of Ghana and International Development Research Centre, Canada. Final Technical Report 1991-1993.
- Ortiz R. & D. Vuylsteke. 1996. Improving plantain and banana-based system. Pp. 23-27 in Plantain and Banana Production and Research in West and Central Africa. Proceedings of a Regional Workshop, September, 1995 (R. Ortiz & M.O. Akoroda, eds.).

Los autores trabajan en el *Crops Research Institute*, PO Box 3785, Kumasi, Ghana.

Resultados de una encuesta sobre el banano entre los campesinos de la República Democrática del Congo

Bakelana-ba-Kufimfutu, Vangu Phaka y Mputu Kena Kudia

El banano es un alimento básico para la población congoleña y, a la vez, una fuente de ingresos muy importante para los campesinos que lo cultivan.

Para incrementar los datos estadísticos sobre la producción de este cultivo, se estableció y se llevó a cabo una encuesta indagatoria en las pequeñas explotaciones de banano repartidas en las diferentes zonas de producción del país.

La encuesta comenzó en el distrito de Cataractes, territorio de Mbanza-Ngungu, y en el distrito de Bas-Fleuve, territorio de Sehebanza. Treinta y seis campesinos fueron interrogados sobre los diferentes aspectos del cultivo y comercialización del banano. A continuación, se describen los resultados de la primera parte de esta encuesta.

Metodología

Se realizó un inventario de zonas productoras de banano en la provincia de Bas-Congo. Algunos campesinos, seleccionados al azar, fueron interrogados por el personal del Programa Banano del INERA M'vuazi sobre los recursos financieros y materiales dispo-

nibles. El número de campesinos encuestados era proporcional a las dimensiones del pueblo.

Resultados

Destino de los bananos producidos por los campesinos

El banano constituye, para la mayoría de los campesinos encuestados, a la vez un alimento y una fuente de ingreso. Los agricultores casi no utilizan el banano para la producción de bebidas locales que se elaboran generalmente a partir de piña, caña de azúcar y naranja (Tabla 1). En general, no saben la cantidad anual exacta de banano producida, consumida o vendida en el mercado.

Superficie y propiedad de la tierra cultivada

Aunque no se sabe con exactitud la superficie cultivada por cada agricultor, los agricultores de Bas-Fleuve cultivan extensiones de tierra más amplias que los del distrito de Cataractes (Tabla 2). Esto se explica por la cantidad de banano destinada al autoconsumo, por la población de cada distrito (Tabla 1) y también por la naturaleza más o menos favorable del medio de producción (sabana en el distrito de Cataractes y boscoso en Bas-Fleuve). El trabajo con azada

no permite que los campesinos cultiven superficies superiores a una hectárea.

La tierra pertenece sobre todo a la familia ampliada. Algunos maridos que residen en los pueblos de sus suegros cultivan las tierras de la familia política. Sin embargo, un 27 % de los agricultores arriendan tierras en el distrito de Bas-Fleuve, sector de Sehebanza, en donde se localizan amplias plantaciones de banano ubicadas en zonas forestales (Tabla 3).

Tipos de bananos cultivados

Todos los campesinos encuestados cultivan a la vez bananos y plátanos. Los bananos de cocción y de cerveza no se cultivan en los distritos estudiados. Ciertas familias utilizan, en algunas circunstancias, el banano de postre como banano de cocción y el plátano sobremadurado para la fabricación de bebidas locales.

Sistemas de cultivo

El monocultivo presenta una mayor importancia en el distrito de Bas-Fleuve que en el distrito de Cataractes (Tabla 4). El cultivo en huerto familiar es también más frecuente en el distrito de Bas-Fleuve debido a la importancia del banano como alimento de base entre los habitantes de este distrito.

Tabla 1. Destino del banano producido por los campesinos.

Destino	Distribución de los campesinos por distrito (%)	
	Cataractes	Bas-Fleuve
Consumo	40	70
Elaboración de bebida local	0	0
Fuente de ingresos	90	100

Tabla 2. Superficie cultivada.

Superficie (ha)	Distribución de los campesinos por distrito (%)	
	Cataractes	Bas-Fleuve
≤ 0.10	57	7
≤ 0.50	24	63
≤ 1.00	19	30

Tabla 3. Propiedad de la tierra cultivada.

Propietario de la tierra cultivada	Distribución de agricultores por distrito (%)	
	Cataractes	Bas-Fleuve
Familia ampliada	86	60
Familia política	14	10
Otros	0	27

Tabla 4. Sistemas de cultivo.

Sistemas de cultivo	Distribución de los campesinos por distrito (%)	
	Cataractes	Bas-Fleuve
Monocultivo en sabana	17	10
Monocultivo en bosque	16	35
Cultivo asociado	50	10
Cultivo en huerto familiar	17	20

Tabla 5. Fuentes de aprovisionamiento en material de plantación.

Fuentes de aprovisionamiento	Distribución de los campesinos por distrito (%)	
	Cataractes	Bas-Fleuve
En el campo del campesino	57	67
En el vecino	17	33
Compra en el mercado	26	0

Sistemas de trasplante de hijos

La mayoría de los agricultores trasplantan los hijos directamente en el campo tras deshije (81 % en el distrito de Cataractes, 93 % en el de Bas-Fleuve). Sólo el 19 % (Cataractes) y el 7 % (Bas-Fleuve) los plantan en hoyos previamente preparados en el campo.

Fertilización de las plantas

La fertilización de las plantas de banano con abonos químicos u orgánicos es indispensable para garantizar una buena nutrición durante el crecimiento y desarrollo de las plantas.

La mayor parte de los agricultores no fertilizan los cultivos de banano y, cuando lo hacen, utilizan estiércol (10 % en el distrito de Cataractes). Los campesinos no emplean fertilizantes químicos.

Procedencia del material de plantación

Hace 30 años, el cultivo de banano en el distrito de Bas-Fleuve era un cultivo a escala industrial y producía enormes cantidades de bananos "Gros Michel" que eran exportados a Bélgica. La degeneración de los cultivares y la continua destrucción de las antiguas plantaciones han dificultado la adquisición de material de plantación por los campesinos.

El material de plantación lo suelen producir los propios campesinos de forma natural. Algunos obtienen de sus vecinos un material de calidad superior gracias a sus buenas relaciones personales. La compra de material en el mercado es rara. (Tabla 5).

Almacenamiento de los productos del cultivo bananero

Los campesinos almacenan sus productos de varias maneras. La mayor parte guarda el producto de su cosecha en el pueblo, en las despensas de sus viviendas o en cobertizos construidos junto a sus viviendas, para poder vigilar mejor y evitar los robos (Tabla 6).

Las enfermedades

El cultivo del banano se ve frecuentemente afectado por diversas enfermedades fungosas, marchitamientos bacterianos, enfermedades virales y por los daños causados por plagas. Sólo el picudo llamado "Nyombé" es reconocido por la mayoría de los campesinos encuestados. De forma general, y debido a la falta de formación, los campesinos no reconocen las diferentes enfermedades. Por ejemplo, la Sigatoka negra la atribuyen a un agostamiento foliar originado por la vejez de la planta.

Organización del trabajo en el campo

¿Con quién trabaja el campesino en el campo? En más del 40 % de los casos, la familia nuclear (marido, mujer, hijos) participa en las labores agrícolas. No obstante, un gran número de maridos trabajan solos en el campo mientras que sus esposas se ocupan de otras tareas de interés familiar (Tabla 7).

Usos del banano

Los destinos del banano son múltiples y varían de una zona a otra. Todos los campesinos encuestados utilizan el banano dulce como postre y, algunos, lo toman también hervido o como pasta para condimentar otros alimentos (Tabla 8).

Distribución de la producción

Para los campesinos encuestados, el banano es sobre todo una fuente de ingresos. La parte destinada al autoconsumo representa aproximadamente un 30 % del total producido (Tabla 9).

La comercialización de los bananos

Muy pocos campesinos venden los racimos de banano en el campo. La mayor parte

Tabla 6. Lugares de almacenamiento.

Lugares de almacenamiento	Distribución de los campesinos por distrito (%)	
	Cataractes	Bas-Fleuve
En el campo del campesino	20	0
En el pueblo	80	100
En el mercado	0	0

Tabla 7. La mano de obra del campesino.

Mano de obra	Distribución de los campesinos por distrito (%)	
	Cataractes	Bas-Fleuve
Marido	43	27
Marido y esposa	10	27
Familia nuclear	43	47
Familia ampliada	4	9

Tabla 8. Usos del banano.

Usos del banano	Distribución de los campesinos por distrito (%)	
	Cataractes	Bas-Fleuve
Tomado de postre	100	100
Hervido	86	40
Machacado en pasta	14	60
Cerveza local	0	0

Tabla 9. Distribución de la producción.

Distribución de la producción	Distribución de los campesinos por distrito (%)	
	Cataractes	Bas-Fleuve
Autoconsumo	29	35
Fuente de ingresos	71	65

Tabla 10. La comercialización del banano.

Comercialización	Distribución de los campesinos por distrito (%)	
	Cataractes	Bas-Fleuve
En el campo	0	0
En el pueblo	42	76
Al borde de vías de comunicación	4	10
En mercados locales	30	6
En centros urbanos	22	0

vende su cosecha en el pueblo a los intermediarios que vienen de las ciudades. En los pueblos con buenas vías de acceso, como en Bas-Fleuve, la venta de banano en el pueblo es importante (Tabla 10).

En el distrito de Cataractes, en el que las carreteras de servicio agrícola se hallan a menudo en mal estado, pocos comerciantes van hasta el pueblo. Muchos campesinos tienen que desplazarse hasta los mercados locales para vender sus productos (Tabla 10). ■

Los autores trabajan en el *Institut National pour l'Etude et la Recherche Agronomique* (INERA), BP 2007, Kinshasa I, República Democrática del Congo.

Taller sobre plátanos de cocinar para los subtrópicos

Del 29 de Noviembre al 3 de Diciembre de 1999 se celebró en el Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA, Tenerife, España) un taller internacional sobre plátanos de cocinar para los subtrópicos. Asistieron al mismo Ramón Valmayor de Filipinas, Sylvio Belalcázar de Colombia, Thierry Lescot de Francia (CIRAD-FLHOR) y por parte del ICIA Juan Cabrera Cabrera, María José Grajal Martín y Víctor Galán Saúco, coordinador de dicho evento. Este encuentro estuvo motivado por

la necesidad de estudiar las posibilidades que presentan los plátanos de cocinar para los subtrópicos.

En esta reunión se expuso la importancia actual de los plátanos de cocinar en las distintas zonas del mundo (Asia, América y África). Se debatió sobre los grupos y cultivares más importantes por sus características y la posible potencialidad que estos tipos de plátanos pudiera tener para su cultivo en la zona subtropical. Se pensó que pudieran ser muy interesante abrir una

línea de trabajo a nivel internacional, bajo la coordinación del INIBAP, para la evaluación de material vegetal distinto de Cavendish en zona subtropical.

Como conclusión de este taller se elaboró un primer listado de material vegetal de plátano de cocinar al que se le añadió algunos tipos de banano distintos a Cavendish, todos ellos con interés para ser evaluados en condiciones subtropicales. Se prestó especial atención a la característica de poca altura de la planta. Este listado incluye las fuentes idóneas de donde deberían ser tomados estos cultivares con garantías, siendo remitido el material al INIBAP para futuras actuaciones, que podrían incluir su caracterización y evaluación en zonas subtropicales. Tres de las presentaciones que se hicieron durante el evento están publicadas a continuación. ■

Estudio preliminar sobre el interés del plátano de cocinar Topocho verde (ABB) para Canarias

J. Cabrera Cabrera y V. Galán Saúco

El cultivo de plátanos de cocinar en las Islas Canarias está limitado a algunas plantas que se mantienen de forma aislada en bordes de parcelas o en jardines, no existiendo cultivos comerciales ni un comercio organizado de los mismos.

Con el objeto de hacer una primera exploración, tanto desde el punto de vista agronómico como comercial, se planteó una experiencia con el cultivar Topocho Verde (ABB). El fruto de este cultivar es bien conocido y apreciado por la población emigrante retornada de Iberoamérica, Venezuela y Cuba principalmente, que constituye un grupo poblacional importante, no solo en las islas sino también en la España peninsular y en Europa.

Por otro lado el interés en la diversificación de la oferta gastronómica en el sector turístico, principal pilar de la economía canaria, puede ayudar al desarrollo de este cultivar u otros similares.

Planteamiento y desarrollo de la experiencia

Para el desarrollo de esta experiencia se contó con dos parcelas ubicadas en distintas zonas : una el sur de Tenerife en el término municipal de Guía de Isora al aire libre y otra situada en el Norte de Gran Canaria en el término municipal de Gáldar bajo invernadero de 9 m de altura.

El material vegetal utilizado se obtuvo de la colección de germoplasma del ICIA y fue propagado *in vitro* por el Departamento de ornamentales y horticultura de este instituto, garantizándose de esta forma el estado sanitario de dicho material. Se piensa que este clon es similar al denominado 'Bluggoe' o 'Cachaco'. En el cuadro siguiente se recogen los datos más significativos de la puesta en marcha de la experiencia.

Parcela	Fecha plantación	Marco plantación	Densidad (pl./ha)
Aire libre	26/08/96	2,5 m x 5,0 m (con 3 plantas/hoyo)	2.400
Invernadero	17/01/97	2,0 m x 6,0 m (con 2 plantas/hoyo)	1.666

En ambas parcelas se aplicó fertirrigación a través del riego localizado así como un programa de cuidados culturales similar a los estándares utilizados para el cultivar de Gran Enana. No obstante en la parcela bajo invernadero y durante el 2^{do} ciclo se dieron cortes al pseudotallo a 1,5 m sobre el nivel del suelo con el propósito de evitar que las plantas alcanzaran una excesiva altura.

En los dos emplazamientos se tomaron aquellos datos más significativos que permitieran evaluar tanto los aspectos de manejo agronómico como los de productividad

Por otro lado se hizo un seguimiento a la fruta en postcosecha, hasta la venta al consumidor, estudiando sus posibilidades co-

merciales y de aceptación por parte de este en el mercado local.

Resultados y conclusiones

Los datos de la tabla 1 muestran los resultados obtenidos en los dos emplazamientos estudiados a partir de los cuales se puede estimar la posibilidad de obtener cosechas anuales en torno a las 40 t/ha.

Bajo invernadero el recorte de las plantas en el 2^{do} ciclo para evitar que alcanzaran una excesiva altura produjo una importante reducción de la cosecha. Ello obliga a buscar clones de porte más bajo que faciliten su manejo así como su resistencia ante el viento en plantaciones al aire libre.

En esta línea se está multiplicando *in vitro*, para su posterior evaluación, un clon enano introducido desde Venezuela y cultivado en Canarias por un productor local; asimismo se están seleccionando otros posibles mutantes de porte bajo que puedan ser interesantes.

Por otra parte se han observado plantas cuyos frutos presentan un color plateado más o menos intenso, aunque no podemos aún confirmar si esta característica es estable en ciclos sucesivos. De serlo habría que seleccionar líneas diferenciadas y volver a propagarlas *in vitro* verificando dicha estabilidad.

En lo que respecta a la aceptación de esta fruta en el mercado local, podemos decir que esta fue muy buena, pagando por la fruta más del doble que lo marcado para los plátanos de postre.

Tabla 1. Plátano de cocinar Topocho ABB (Guia de Isora, Aire libre - Galdar, Invernadero) : Resultados de los ensayos.

	Altura (cm) pseudotallo (A)	Grosor (cm) pseudotallo (B)	(A)/(B)	Número de manos por racimo	Fecha recolección	Peso racimo (kg. brutos)	Rendimiento estimado (kg/ha)
Aire libre 1º ciclo	358	60	5.95	6.8	07/01/98	18.5	35899
Aire libre 2º ciclo	399	65	6.17	6.3	03/12/98	21.8	42294
Invernadero 1º ciclo	517	71.9	7.19	8.0	16/05/98	33.4	45047
Invernadero 2º ciclo	499	70.9	7.04	6.3	27/03/99	20.9	28136
	2ª mano superior			2ª mano inferior			
	Long. dedo (cm)	Ancho dedo (mm)	No. dedos	Long. dedo (cm)	Ancho dedo (mm)	No. dedos	
Aire libre 1º ciclo	20.0	43.0	13	19.0	41.0	12	
Aire libre 2º ciclo	22.0	48.0	12	19.0	45.0	12	
Invernadero 1º ciclo	28.2	50.3	sd	24.5	47.5	sd	
Invernadero 2º ciclo	28.4	46.8	sd	25.3	44.0	sd	

sd : sin datos.

Hay que señalar en este punto la ventaja que ofrece al agricultor y al comerciante poder vender esta fruta en verde sin necesidad de una maduración previa como normalmente hay que hacer con los plátanos de postre. La posibilidad de ofrecer un plátano

de cocinar que cubra un hueco en el mercado, aún pequeño, pero que sin duda puede desarrollarse, debe ser tenido en cuenta por los productores canarios. Esta experiencia ha querido iniciar un camino en este sentido, mostrando que existe una posibilidad real de

cultivar de forma rentable un cultivar de plátano diferente a los tradicionales. ■

Los autores trabajan en el Departamento de Fruticultura Tropical, Instituto Canario de Investigaciones Agrarias (ICIA), Apdo. 60, La Laguna, Tenerife, Islas Canarias, España.

Importancia de los plátanos de cocinar en Africa : Oportunidades para las zonas subtropicales

T. Lescot

La producción africana de musaceas esta estimada en 1998 en unos 29.6 millones de toneladas representando 33.8 % de la producción mundial.

Esta producción esta repartida de la manera siguiente (Figura 1) :

- Plátano (grupo AAB, subgrupo "plátano" : 10.3 millones de toneladas (incluyendo unos 6 000 toneladas que se exportan anualmente) que representa 34.9 % de la producción total de Africa.
- Otros plátanos de cocinar (grupos AAA, ABB y AAB excluyendo el subgrupo "Plátano") : 12.56 millones de toneladas, representando 42.5 % de la producción total de Africa.
- Banano o plátano de "postre" (grupo AA, AAA y AAB) : 6.7 millones de toneladas (incluyendo 467 000 toneladas que se exportan anualmente), o sea 22.6 % de la producción total de Africa.

Distribución varietal y utilización

Si el origen de los plátanos es el sudeste de Asia, el continente africano tiene la particularidad de haber contribuido a enriquecer la diversidad del genero *Musa* con dos zonas de diversificación secundaria :

- Plátanos "AAB", en Africa central, con unos 100 culti-variedades o clones.
- Banano "AAA" de altitud, en Africa del Este, con unos 100 culti-variedades o clones.

Prácticamente, todos los grupos y subgrupos del genero *Musa* (Sección "Eumusa") estan representados en el Africa ; y casi todos se consumen de dos maneras, frescos y/o cocinados (o transformados) :

- AA : sucrier
- AAA : Gros Michel, Red, Ibotá, Lujugira/Mutika (AA Aea)
- AAB : Plátano, Silk, Pome (Prata)

- ABB : Bluggoe, Pisang awak, Monthan, Pelipita.

Con la presencia de numerosos grupos étnicos, la cultura de la producción, consumo, transformación y uso de los subproductos es muy diversificada :

Existe una gran variedad de forma de cocinar :

- Hervido (verde) entero

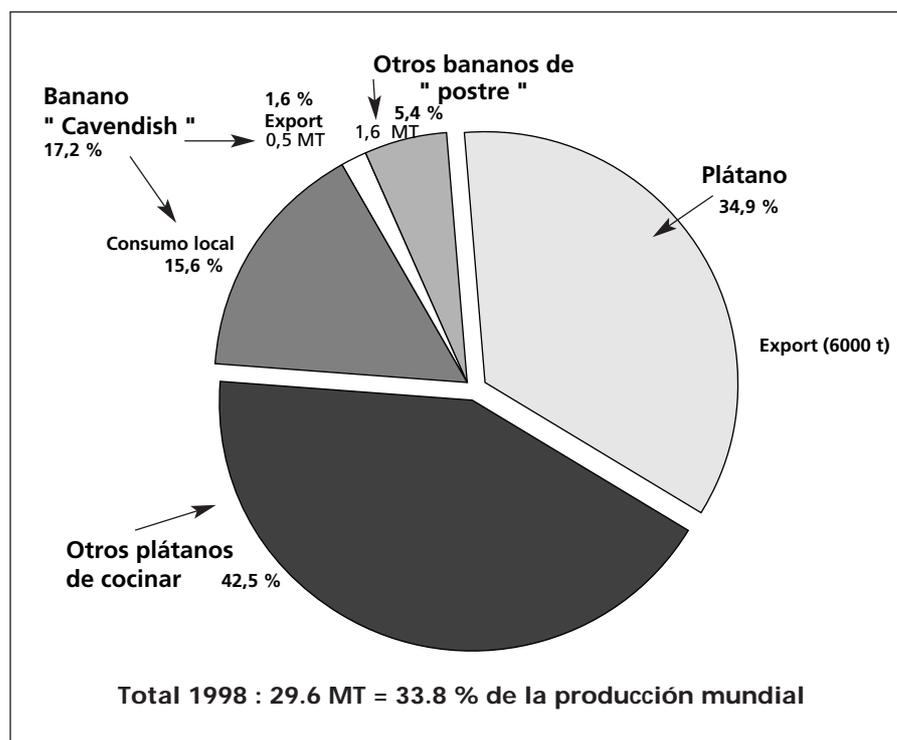


Figura 1. Producción de Musa in Africa.

- Hervido (verde) para puré (machacado)
- Frito con aceite (maduro/medio maduro)
- Asado al carbón/horno, con/sin cáscara (maduro/medio maduro)
- Majado/machacado (verde) y secado y mezclado con harina y agua para obtener una pasta/puré
- AAAea : Frutos fermentados (maduros) de los cuales se extrae un jugo que se pone a fermentar para obtener “cerveza/vino” o a destilar para la fabricación de alcohol
- Plátano AAB y bananos de cocinar ABB : chips y variantes. Igualmente, se encuentra una gran cantidad de subproductos :
- La cenizas de la cascara (alto contenido en potasio) se utilizan en la elaboración de jabón.
- La cascara secada y medio quemada sirve como aditivo al tabaco.
- Las fibras secadas del vástago (eje floral) se usan para fabricar esponjas.
- El pseudotallo fresco es un alimento para el ganado.
- Con el pseudotallo, el peciolo, la nervadura central de la hoja seca, se fabrican cuerdas, guita, etc.
- Las hojas secas/frescas tienen múltiples usos de empaque, cobertura (techo), etc. Los bananos son un alimento muy importante en la dieta :
En termino de producción alimentaria energética (carbohidrato), es un cultivo muy apreciado. Con base a un promedio de

Tabla 1. Bananos y plátanos y Africa : producción, exportación, consumo, y area plantada (fuente : T. Lescot 1999, *FruiTrop 63*).

	Producción de bananos plátanos (toneladas)					Estimación 98/99					
	Plátanos AAB	Bananos de altitud + ABB + otros bananos de cocinar	Bananos Cavendish	Gros Michel + otros bananos de postre	TOTAL	Exportación		Consumo (kg/capita)		Superficie (ha)	
						Cavendish	Plátanos	Bananos	Plátanos	Plátano	Banano comercial
Africa occidental y central											
Angola	140 000	10 000	275 000	10 000	435 000			23,47	11,95	23 333	
Benin	3 000	100	13 000	14 950	31 050			2,31	0,53	207	
Camerún	1 030 000	30 000	456 000	500 000	2 016 000	220 000	5 000	16,95	73,61	200 000	5 700
Cabo Verde	1	1	8 000	1	8 003	1 000		17,54	0,00		160
Congo	66 000	10 000	31 000	6 000	113 000			11,44	24,36	11 000	
Côte d'Ivoire	1 200 000	10 000	390 000	10 000	1 610 000	199 700	128	13,53	85,32	200 000	5 620
Gabón	120 000	30 000	11 000	10 000	171 000			9,67	105,54	20 000	
Ghana	1 798 000	60 000	19 000	500	1 877 500	3 400	500	0,84	96,35	299 667	
Guinea	419 000	10 000	130 000	10 000	569 000			17,75	57,20	69 833	
Guinea Bissau	34 500	1 000	4 000	500	40 000			3,52	30,37	5 750	
Guinea Ecuatorial	8 000	1 000	7 000	1 000	17 000			16,67	19,05	1 333	
Malí		10	10 200	10	10 220			0,98	0,00		
Liberia	35 000	5 000	58 000	22 000	120 000			24,15	14,57	5 833	
Nigeria	1 675 000	12 000	10 000	20 000	1 717 000		1	0,10	16,12	279 167	
Sao Tome & Príncipe	6 500	1 500	4 200	3 800	16 000		2	30,43	47,09	1 083	
Senegal	100	10	7 500	900	8 510			0,85	0,01	17	800
Sierra Leone	26 000	500	1 000	500	28 000			0,23	5,88	4 333	
Togo	1 000	500	14 100	500	16 100	15	72	3,29	0,22	167	
Rep. Centroafricana	70 000	10 000	60 000	40 000	180 000			17,54	20,47	11 667	
Zaire (RDC)	2 250 000	462 400	339 600	80 000	3 132 000		1	7,08	46,89	380 000	
TOTAL	8 882 101	654 021	1 848 600	730 661	12 115 383	424 115	5 704	5,42	33,77	1 513 390	12 280
%	73,31	5,40	15,26	6,03	%	3,50	0,05				
Africa oriental											
Sudáfrica			199 500	500	200 000	464		5,14	0,00		
Burundi	70 000	1 100 000	80 000	274 500	1 524 500		74	12,57	10,99	11 667	
Comoras	10 000	10 000	27 000	10 000	57 000			42,19	15,63	1 667	
Etiopía			81 000		81 000			1,39	0,00		
Kenya	390 000	135 000	120 000	10 000	655 000	66	3	4,22	13,71	65 000	
Madagascar	1 000	5 000	229 000	30 000	265 000	5 900		15,26	0,07	167	
Malawi	202 000	5 000	84 000	2 000	293 000			8,34	20,07	33 667	
Mauricio	1	5	9 000	10	9 016			7,94	0,00		
Mozambique	1 000	1 000	84 000	1 000	87 000			4,55	0,05	167	
Uganda	310 000	9 000 000	425 000	100 000	9 835 000	2 557	200	21,12	15,49	51 667	
Reunión (Isla)	1	5	10 000	10	10 016			14,86	0,00		
Rwanda	100 000	1 568 000	145 000	435 000	2 248 000		7	24,32	16,77	16 667	
Seychelles (Islas)	100	500	1 100	250	1 950			14,67	1,33	17	
Somalia	2 000	10	51 000	20	53 030	25 000		2,95	0,23	333	1 000
Sudan			70 500		70 500			2,54	0,00		
Swazilandia			500		500			0,54	0,00		
Tanzania	350 000	80 000	345 000	2 912	777 912			10,98	11,14	58 333	
Zambia			600		600			0,07	0,00		
Zimbabwe			80 000		80 000	2 012		6,95	0,00		
TOTAL	1 436 102	11 904 520	2 042 200	866 202	16 249 024	35 999	284	6,87	4,92	239 350	1 000
%	8,84	73,26	12,57	5,33	%	0,22	0,00				

Tabla 1. Continúa

Producción de bananos plátanos (toneladas)					Estimación 98/99						
Plátanos AAB	Bananos de altitud + ABB + otros bananos de cocinar	Bananos Cavendish	Gros Michel + otros bananos de postre	TOTAL	Exportación		Consumo (kg/capita)		Superficie (ha)		
					Cavendish	Plátanos	Bananos	Plátanos	Plátano	Banano comercial	
Africa del Norte/Medio Oriente											
Bahrein		800		800			1,37	0,00			
Cisjordania		7900		7900			24,69	0,00			
Egipto	10	1000	635 115	636 125	11	1	9,81	0,00		14000	
Emiratos Arabes Unidos		150		150			0,07	0,00			
Gaza		7000		7000	5000		2,01	0,00			
Irán		8000		8000			0,12	0,00			
Israel		111900		111900	777		18,96	0,00			
Jordania		72504		72504	14		16,03	0,00		1700	
Líbano	10	110000		110010		1	35,00	0,00			
Marruecos		102000		102000			3,79	0,00		2960	
Omán		28000		28000	647		11,87	0,00		1114	
Siria		160		160			0,01	0,00			
Túnez		55		55	1		0,01	0,00			
Turquía		37000		37000	360		0,58	0,00			
Yemen		85110		85110			5,22	0,00			
TOTAL	20	1000	1205694	0	1206714	6810	2	4,28	0,00	0	19774
%	0,00	0,08	99,92	0,00	%	0,56	0,00				
TOTAL AFRICA 10318223	12559541	5096494	1596863	29571121	466924	5990	8,34	18,58	1752740	33054	
%	34,89	42,47	17,23	5,40	%	1,58	0,02				

10 toneladas/ha/año, se produce unos 12 millones de kilocalorías/ha/año ; y, con una base en costo de producción promedio de 1 000 \$US/ha, una producción de 6 000 Kilocalorías por dólar.

Sistemas de producción

La importancia de los sistemas de cultivo y de producción, muy diversificados, carece varios aspectos :

- Existen varias estrategias de producción : subsistencia, autoconsumo, pionero (bosque tropical), asociación con cultivos de renta (café, cacao,...) y/o víveres, intensivo (mercado), renta (exportación) etc. Las densidades son variables.

- El banano es una fuente de alimento barato y permanente : costo de producción muy bajo, racimos cada semana.
- Es también una fuente de ingreso permanente : cultivo perenne, racimos cada semana ("cash crop").
- Su producción es sostenible : ciclo del C y N bastante equilibrado.
- Los rendimientos son variables pero bajos : 4-30 t/ha.

Potencial de adaptación en zonas tropicales

- Bananitos (AA, AAA, AAB) en fresco : bajo/mediano potencial en general, excepto en el caso de "Silk" AAB (produc-

ción en Australia y Sudáfrica) y de algunos diploides (AA) de Asia a comprobar.

- Plátanos (AAB) : potencial solo con los clones del subgrupo 'French' proveniente de zonas de altitud, salvo unos del subgrupo 'Falso cuerno'.
- Banano (AAa) de altitud : faltan informaciones, pero debe tener potencial.
- Otros plátanos de cocinar (ABB) : bajo/mediano potencial.

Susceptibilidad a plagas y enfermedades

Los datos relativos a la susceptibilidad de los diferentes tipos de bananos a las Sigatokas, al marchitamiento por Fusarium y a las plagas se presentan en la tabla 2.

Potencial de mercado

Aunque las exportaciones de bananos no 'Cavendish' representen hoy en día solo unos mercados 'nichos', que sean turísticos o étnicos, es innegable que el mercado europeo se abre poco a poco a estos otros tipos de bananos (Loeillet 1999, Tabla 3).

Conclusión

La diversidad existente de las Musaceas cultivadas en Africa es bastante alta (segundo después de la zona de origen : Asia del sudeste), especialmente con dos sub-grupos : plátanos (AAB) y bananos de Africa del Este (AAa). Varios clones pueden crecer normalmente en condiciones subtropicales, con una primera etapa de pruebas de comportamiento tanto a nivel agronómico como en post-cosecha/maduración. En Canarias, la valorización de la producción de estos clones depende del mercado potencial que no

Tabla 2. Susceptibilidad de los bananos a las enfermedades y plagas.

Grupo/clon	SA	SN	Foc	Picudo	Nematodos
AA					
Sucrier	***	*		*	***
AAA					
Gros Michel (1)	***	***	***	*	**
Red	**	***		*	**
Ibota (Yangambi Km5)					
Lujugira/Mutika (AAa)	***	***	**	***	***
AAB					
Plátano	*	**		***	***
Silk	***	***	***	**	***
Pome (Prata)	***	***		**	***
ABB					
Bluggoe (2)		*	***	*	**
Pisang awak		*		*	*
Monthan		*		*	*
Pelipita		*		*	*

SA : Sigatoka amarilla; SN : Sigatoka negra; Foc : *Fusarium oxysporum* f.sp. *cabense*; * : resistente ; ** : parcialmente resistente ; *** : susceptible ; (1) Existe un clon cubano de Gros Michel resistente a Foc (1-2) ; (2) Existe un clon cubano de tipo Bluggoe resistente a Foc (2) : "Burro CEMSA 3/4"

Tabla 3. Potencial de mercado de los bananos no Cavendish en la Unión Europea.

Grupo/clon	Importación Europea (t)	Tendencia	Origen	Precio €/kg
AA				
Sucrier*	18 000	↗	Am. Latina/Africa	2.3-5.7
AAA				
Gros Michel*, **	30 000	↗	Am. Latina/Africa	?
Red	4 000	↗	Am. Latina/Africa	1.2-3.7
Ibota (Yangambi Km5)	-			
Lujugira/Mutika (AAAea)	-			
AAB				
Plátano*	24 000	↗	Am. Latina/Africa	0.55-1.4
Silk*	2 000	→	Am. Latina	2-5
Pome (Prata)	-			
ABB				
Bluggoe	-			
Pisang awak	-			
Monthan	-			
Pelipita	-			

* con potencial "orgánico"

** transformado : puré

***precio mayorista.

puede ser de gran desarrollo : se trata de "nichos" de mercado tal como el turístico o el "étnico" (insular y peninsular/europeo). ■

References

- Lescot T. 1999. Banana : production, trade and varieties. *FruiTrop* 63 : 13-16.
- Loeillet D. 1999. Le marché international bananier : une gamme de produits très étroite. Pp. 567-576 in *Bananas and Food Security/Les productions bananières : un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire* (C. Picq, E. Fouré & E. Frison, eds). Proceedings of an international symposium held in Douala, Cameroon, 10-14 November 1998. INIBAP, Montpellier, France.

El autor trabaja en el CIRAD-FLHOR, BP 5035, 34000 Montpellier, Francia.

Bananos de cocción : Clasificación, producción y utilizaciones en el Sudeste de Asia

R.V. Valmayor

Se considera que el banano fue una de las primeras frutas cultivadas por el hombre. Las referencias más antiguas concernientes al banano aparecen en el Ramayana, un poema épico Sánscrito escrito hace siglos. El magnífico templo budista Borobudur, construido en Java central, Indonesia, alrededor del año 850 AC, muestra tallados en piedra de bananos ofrecidos al dios Buda. Los ejércitos victoriosos de Alejandro Magno describen el cultivo del banano en la parte baja del valle del Hindú en India, en el año 327 AC. El sur de China es otra área donde el cultivo de banano se remonta a tiempos antiguos. Las escrituras del período de reinado de la dinastía Han (206 AC - 220 DC) mencionan que el cultivo del banano se practica desde hace más de 2000 años. Debido a su antigüedad, a su larga historia de domesticación en India y China y a la gran diversidad de cultivares de postre y de cocción que se encuentran en estos dos países, algunos escritores creyeron que los bananos tuvieron su origen en India o China. Sin embargo, los resultados de las misiones de exploración bananera en Asia a mediados de este siglo y la revelación subsiguiente de la gran riqueza de los recursos de germoplasma de *Musa* que fueron recolectados, mostraron que lo más probable es que los bananos realmente tuvieron su origen en el Sudeste Asiático.

Clasificación de los bananos en el Sudeste Asiático

La clasificación y la nomenclatura de los bananos han sido un tópico complicado desde el principio. El problema empezó con la descripción simplista del plátano, *Musa paradisiaca* Linn. y del banano de postre, *Musa sapientum* Linn. por Carl Linneo, el padre de la nomenclatura botánica moderna. La complicación resultó de la cantidad limitada de especímenes disponibles para Linneo en Europa, donde se dieron los nombres originales. Mientras que la diferenciación entre los plátanos, un tipo especial de banano de cocción, y los bananos de postre se aplica de buena gana en Africa y América Latina, su adopción en el Sudeste Asiático causó confusión. Esto se debe a que en el centro de la diversidad de *Musa*, muchos cultivares locales poseen características que trascienden los caracteres de diagnóstico utilizados en otras partes para diferenciar entre bananos y plátanos.

En el centro de diversidad de los bananos, muchos cultivares se clasifican con doble propósito, las frutas se consumen frescas o cocinadas. También existen muchos cultivares de cocción amiláceos con frutas cortas, robustas y angulares con flores y brácteas masculinas dehiscentes. Estos bananos de cocción son distintos a los plátanos y no pueden ser clasificados bajo *Musa paradisiaca*. Además, la gran diversidad de los bananos de postre en términos de la estatura de la planta, tamaño y color

de la fruta (amarillo, verde, rojo y naranja) excede con creces la descripción limitada de la original de *Musa sapientum*. Para arreglárselas con la riqueza en la diversidad de germoplasma en su centro de origen, los taxónomos de banano posteriores aplicaron nombres descriptivos tales como *Musa nana* Lour. para el Cavendish enano, *Musa rubra* Firming. von Wall. para el banano Red, *Musa corniculata* Lour. para el plátano Cuerno y muchos otros. La proliferación de nombres científicos añadió más confusión a la nomenclatura de los bananos y la situación hubiera podido empeorar de no ser por Cheesman (1948) y Simmonds y Shepherd (1955), quienes explicaron el origen de los bananos comestibles y propusieron un nuevo esquema de clasificación.

Basándose en su pericia en genética y una amplia experiencia en citotaxonomía, Simmonds y Shepherd concluyeron que los nombres científicos de Linneo de *Musa paradisiaca* y *Musa sapientum* se basaron en cultivares híbridos, por lo que recomendaron su abolición. Asimismo, ellos concluyeron que los bananos comestibles se originaron a partir de dos especies silvestres con semillas, *Musa acuminata* Colla y *Musa balbisiensis* Colla que son endémicas del Sudeste Asiático. Cheesman reconoció tres grupos de cultivares distintos morfológicamente. El primer grupo muestra predominantemente los caracteres botánicos de *Musa acuminata*, mientras que el segundo grupo de cultivares exhibe principalmente las características

morfológicas de *Musa balbisiana*. El tercer grupo posee características que mezclan los caracteres morfológicos de las dos especies silvestres y son considerados como sus híbridos naturales. Los bananos comestibles primitivos eran diploides que evolucionaron a través del desarrollo de la esterilidad y partenocarpia en *Musa acuminata*. A través de la selección humana, varios clones comenzaron a ser cultivados especialmente en las partes lluviosas del Sudeste de Asia. Posteriormente, a través de la restitución de cromosomas, se desarrollaron los cultivares triploides. Ya que los triploides demostraron ser más vigorosos y productivos, ganaron una mayor popularidad. Cheesman sostuvo que los cultivares diploides comestibles sin semillas de *Musa acuminata* debían ser tratados como pertenecientes a la misma especie que sus progenitores silvestres, ya que ellos retuvieron las características morfológicas de sus antepasados silvestres. Asimismo, los cultivares triploides comestibles sin semillas que se desarrollaron a través de la restitución de cromosomas también debían ser reconocidos como pertenecientes a la misma especie que sus progenitores, ya que la adición de un juego de cromosomas a través de la autopoliploidia no introdujo nada nuevo a la constitución genética del clon. En las áreas más secas del Sudeste de Asia, donde predomina la *Musa balbisiana* silvestre y con semillas, ocurrió un desarrollo evolutivo paralelo que llevó a la aparición de los cultivares *balbisiana* diploides y triploides puros (Valmayor *et al.* 1991). Ya que el desarrollo de la esterilidad y la partenocarpia no alteró significativamente las características morfológicas de los clones resultantes, el nombre científico de *Musa balbisiana* debería ser aplicado a los cultivares comestibles diploides y triploides derivados de los progenitores *balbisiana* silvestres. En el centro de origen de los bananos, la distribución natural de *Musa acuminata* y *Musa balbisiana* silvestres se superpone y debido a que el cruzamiento entre ambas especies es compatible, ocurrió la hibridación. Los híbridos que evolucionaron de dos especies naturales incluyen diploides, triploides y unos pocos tetraploides en diversas combinaciones genómicas. La principal preocupación con respecto a los términos originales *Musa paradisiaca* y *Musa sapientum*, es su naturaleza híbrida. Pero de acuerdo a las reglas del ICNCP (*International Code of Nomenclature for Cultivated Plants - Código Internacional de Nomenclatura para las Plantas Cultivadas*) también se le puede dar nombres científicos a los híbridos. Sin embargo, el epíteto debe llevar el prefijo **x** para indicar la naturaleza híbrida de la especie. En el caso de los cultivares híbridos de banano, se debería adoptar *Musa x paradisiaca* Linn., ya que este binomio fue publicado antes de *Musa sapientum* y de hecho es reconocido como especie típica para el banano. *Musa x paradisiaca* Linn. que es

aplicable a todos los híbridos de *Musa acuminata* y *Musa balbisiana*, a pesar de su composición genómica (Greuter 1994, Karamura 1998).

La composición genómica de los cultivares de banano ayuda a diferenciar las variedades de postre de las variedades de cocción. Todos los clones puros de *Musa balbisiana* son bananos de cocción, mientras que muchas variedades puras de *Musa acuminata* son bananos de postre. Entre los híbridos se encuentran los cultivares de doble propósito (se consumen frescos o cocinados), bananos de postre y de cocción, incluyendo los plátanos. El término general plátano es aplicable sólo a un subgrupo específico de bananos de cocción y no incluye los numerosos y diferentes cultivares de cocción que son muy populares en Asia. Por otro lado, el término banano no se limita a las variedades de postre, sino que también cubre a todos los bananos de cocción, incluyendo los plátanos. En otras palabras, todos los plátanos también son bananos, pero no todos los bananos son plátanos! Esta es la razón del porque en los diferentes idiomas en el Sudeste de Asia no existe diferenciación entre los términos foráneos banano y plátano. El nombre común **pisang** en Malasia e Indonesia, **saging** en Filipinas, **kluai** en Tailandia, **choui** en Vietnam y **chiao** en China son aplicables a todos los bananos de postre y cocción, incluyendo el plátano.

Importantes cultivares de banano en el Sudeste de Asia

El centro de origen de los bananos es también el centro de su diversidad. En el Sudeste de Asia, los consumidores tienen una amplia selección de cultivares de postre y de cocción. Las variedades de banano varían en color, tamaño, forma y utilidad. Los cultivares comerciales importantes del Sudeste de Asia se presentan en la Tabla 1.

Sistemas de producción de bananos

La producción bananera en el Sudeste de Asia ha sido clasificada en cuatro sistemas. La más común es la producción en patios traseros y los agricultores cultivan bananos principalmente para el consumo casero. La selección de los cultivares depende de los requerimientos de la familia, si son bananos de postre o de cocción, preferencias de calidad de los miembros de la familia y facilidad de su producción. En el sistema de producción en el patio trasero, la mano de obra proviene enteramente de los miembros de la familia. No se utilizan fertilizantes o plaguicidas comerciales, sólo se aplican el compost y el abono animal.

El segundo sistema más popular es el sistema de producción mixta. En el Sudeste de Asia, la industria frutícola es una pequeña empresa principalmente, y los bananos se cultivan junto con otros cultivos. En el sis-

tema de producción mixta, los bananos pueden ser el cultivo primario o sólo secundario, cultivo permanente o temporal. Una práctica común en el Sudeste de Asia consiste en sembrar el banano como planta protectora de plantas amantes de sombra como son el cacao, café, pimienta negra, nuez moscada, etc. Pero en algunos casos, el banano es el que se cultiva bajo la sombra de plantas más altas, como en las plantaciones cocoteras. En Malasia y en el sur de Filipinas donde se usa el cultivo extensivo en plantaciones, el banano a menudo se siembra como un cultivo intercalado temporal con las plantas jóvenes de caucho y palmas de aceite. Los bananos proporcionan ingresos durante la etapa no productiva del cultivo permanente. Al establecerse el cultivo primario y al interferir los bananos con las plantas de caucho o palmas de aceite, las plantas de banano son eliminadas. En algunas partes de Filipinas, las palmas de coco, bananos, papayas y piñas se cultivan en la misma área en una combinación de pisos múltiples. Un sistema de cultivo basado en banano altamente recomendado en el Sudeste de Asia consiste en sembrar cultivos de corta duración entre las filas de los bananos recién plantados.

Un sistema de producción popular emergente es una pequeña plantación comercial donde los bananos se cultivan como monocultivo en áreas que varían entre 2 y 20 ha. Este sistema de producción está proliferando cerca de los centros de población donde la demanda del mercado es fuerte y constante. La selección de los cultivares a plantar es dictada por las preferencias de los consumidores, condiciones agroclimáticas prevalecientes y la situación con plagas y enfermedades. En las pequeñas plantaciones comerciales, los agricultores aplican fertilizantes y plaguicidas comerciales. También contratan mano de obra para controlar las malezas y en algunos lugares para regar la finca.

En el Sudeste de Asia también se encuentran grandes plantaciones bananeras comerciales que cultivan la fruta para los mercados de exportación, especialmente en Filipinas. Estas modernas fincas corporativas cumplen con requerimientos exactos del comercio internacional de bananos. Las fincas corporativas requieren de capital e involucran fuertes inversiones en las infraestructuras de las plantaciones. Las prácticas productivas se aplican en niveles óptimos y la productividad es muy alta. La calidad de la producción es de primera consideración.

Producción bananera en ambientes adversos

El problema climatológico más serio que confrontan los productores bananeros comerciales en Asia y el Pacífico son las tormentas tropicales y tifones. Los bananos son sensibles a los fuertes vientos, especialmente los cultivares altos con pesados racimos de frutas. Las tormentas con vientos de 54 a 72 kph

causan serios volcamientos y los tifones con vientos de más de 72 kph pueden resultar en la destrucción de las plantaciones bananeras. Taiwan, Sur de China, Vietnam, norte y centro de Filipinas y muchos países ubicados en las islas del Pacífico Sur anualmente son presas de esta calamidad. Pero la ocurrencia de tifones es estacional y coincide con los meses de los monzones. Después de sufrir consistentemente fuertes pérdidas causadas por las tormentas tropicales y tifones que ocurren con regularidad predecible, lo productores bananeros de Taiwan y de la región Ilocos en el norte de Filipinas, han adaptado un calendario de siembra con prácticas de manejo de plantaciones correspondientes que aseguran daños mínimos causados por fuertes vientos (Valmayor *et al.* 1998). En el caso del norte de Filipinas, los ciclones tropicales empiezan en junio y terminan en noviembre con la mayor frecuencia durante los meses de julio, agosto y septiembre. Para evitar los daños causados por los vientos de tormentas, la siembra se fija para mayo de tal forma que las plantas de banano todavía estén pequeñas y el daño sea mínimo cuando los tifones pasan sobre la región. Las lluvias de los monzones declinan en noviembre, así como la estación de tifones, y sólo reaparecen en junio del año siguiente. Con el riego, el crecimiento y el desarrollo continúan y la floración tiene lugar en febrero o a principios de marzo, los racimos maduran en abril o mayo, un año después de la siembra. La cosecha termina antes de la llegada de la época de tifones. El efecto resultante de la adherencia estricta a este sistema de cultivo es el cultivo anual de bananos. Después de la cosecha, el abastecimiento se vuelve muy escaso, pero los agricultores evitan fuertes pérdida debido a los tifones. Es importante que sólo los cultivos que maduran en 12 meses o menos, sean seleccionados para este sistema de cultivo. Todos los retoños que brotan de julio a enero deben ser removidos, ya que el permitirles desarrollarse los expondrá a los daños por fuertes vientos durante la siguiente estación de tifones. A los retoños que se desarrollan después de la floración se les permitirá crecer, pero sólo uno, el más vigoroso, será nutrido para reemplazar a la planta madre y empezar un segundo ciclo de cultivo. Para compensar la cosecha de sólo un racimo por mata durante un ciclo de 12 meses, se recomienda una distancia de siembra más estrecha de 2x2 metros.

En Tailandia, las inundaciones son un problema serio en las planicies anegadas alrededor de Bangkok, particularmente durante la estación lluviosa. Para resolver este problema de alta índice de agua y drenaje pobre, los agricultores cultivan los bananos en camas o crestas construidas entre los canales de drenaje. Las camas miden de 2 a 3 metros de ancho y varios metros de largo y se construyen depositando el suelo excavado de los canales a lo largo de las camas levantadas. Las filas de bananos se siem-

Tabla 1. Cultivares comerciales importantes de banano en el Sudeste de Asia.

País	Varietades de postre	Varietades de cocción
Indonesia	Pisang Ambon Putih	Pisang Kepok
	Pisang Ambon Lumut	Pisang Oli
	Pisang Raja Sereh	Pisang Kosta
	Pisang Raja**	Pisang Tanduk*
	Pisang Barangan	Pisang Nangka*
	Pisang Mas	
Malasia	Pisang Mas***	Pisang Awak
	Pisang Rastali	Pisang Raja**
	Pisang Embun	Pisang Nangka*
	Pisang Berangan	Pisang Tandok*
	Pisang Masak Hijau	Pisang Nipah
	Pisang Lemak Manis	
Tailandia	Kluai Hom Thong***	Kluai Namwa**
	Kluai Khai	Kluai Hakmuk
	Kluai Lep Mu Nang	Kluai Som
Vietnam	Chuoi Tien	Chuoi Mat
	Chuoi Tieu	Chuoi Sap
	Chuoi Tay	Chuoi Ngu
	Chuoi Bom	
Filipinas	Lakatan	Saba
	Latundan	Sabang Puti
	Buñgulan	Cardaba
	Inarnibal	Turangkog
	Amas	Matavia
	Morado	Tindok*
	Cavendish Gigante***	Laknau*
	Grande Naine***	

* Plátano, **Se consume fresco o cocinado, ***Variedad de exportación.

bran cuando las camas suben 1 metro por encima del agua del canal. Los agricultores vietnamitas en el delta del río Mekong, particularmente aquellos cercanos a Saigón también cultivan los bananos en camas levantadas. Los productores de mayores recursos en ambos países vacían el exceso de agua a través de bombas de volumen durante la estación de monzones y traen agua de los canales para regar sus bananos durante la estación seca.

Entre otras calamidades naturales que confrontan los productores bananeros en el Sudeste de Asia se encuentran las sequías y erupciones volcánicas. En el oriente de Indonesia, las partes occidentales de Luzon y Visayas en Filipinas, donde la estación seca es muy prolongada, se siembran variedades tolerantes a la sequía con composición genómica de *balbisiana* pura (BBB) como el Pisang Kepok, Saba y Cardaba, mientras que en las áreas secas de Tailandia y Malasia, un híbrido con la constitución genómica ABB conocido localmente como Kluai Namwa o Pisang Awak es el cultivar favorito. Los productores bananeros de la región son impotentes frente a las erupciones volcánicas, pero afortunadamente, estas ocurren raras veces y el área afectada generalmente no es tan extensa como la afectada por los tifones y sequías.

Procesamiento y utilización del banano

Los bananos se comercializan y consumen principalmente en forma fresca. Sin embargo, de los bananos de cocción y plátanos

se hacen excelentes chips, un bocadillo popular en los países del Sudeste de Asia. Filipinas es el mayor exportador de chips de bananos del mundo, con US\$22 millones por año. Tailandia e Indonesia también han desarrollado mercados para la exportación de chips de banano. Otros productos importantes derivados del banano que se procesan son el ketchup de banano y el alimento infantil embotellado. ■

Bibliografía

- Cheesman J. 1948. Classification of the bananas. III. Critical notes on species (c) *Musa paradisiaca* Linn. and *Musa sapientum* Linn. Kew Bull. 2 : 145-154.
- Greuter W. (ed.). 1994. International code of botanical nomenclature. Koeltz Scientific books, Königstein, Germany.
- Karamura D.A. 1998. Numerical taxonomic studies of the East African Highland bananas (*Musa* AAA-East Africa) in Uganda. The University of Reading, UK.
- Simmonds N.W. & K. Shepherd. 1955. The taxonomy and origins of the cultivated bananas. J. Linn. Soc (Botany) 55 : 302-312.
- Valmayor R.V., B. Silayoi, S.H. Jamaluddin, S. Kusumo, R.R.C. Espino & O.C. Pascua. 1991. Banana classification and commercial cultivars in Southeast Asia. PCARRD Info. Bull. 24. Los Baños, Philippines.
- Valmayor R.V., D.D. Ignacio & G.S. Pascua. 1998. Banana production in the typhoon prone region of Ilocos, Philippines. RISBAP Bull. 2(2).

El autor es Miembro Honorario de Investigaciones, INIBAP.

¿Qué variedad de banano debo cultivar?

J. Daniells

En Australia y en otras partes del mundo, existe un creciente interés en las variedades alternativas de bananos. Esto se debe en gran medida a:

- 1) Emergencia de nuevas enfermedades o nuevas cepas de las enfermedades exóticas
- 2) Deseo de reducir el uso de plaguicidas
- 3) Desarrollo de nuevos mercados

El *Queensland Department of Primary Industry* en Australia ha evaluado las características agronómicas y de resistencia a las enfermedades de cientos de variedades durante los últimos 15 años. A partir de estos estudios, se hizo bastante claro que no existe una variedad 'perfecta', la variedad que sea resistente a todas las plagas y enfermedades, de alto rendimiento, sabrosa y de fácil manejo. Cada variedad tiene sus propias ventajas y desventajas. Este artículo intenta proporcionar información útil sobre las mejores variedades identificadas por el QDPI. Sin embargo, los lectores deben tener en cuenta que la solución a sus problemas de producción puede no residir en los genotipos mejorados precisamente. Los enfoques holísticos de manejo integrado de los cultivos también tienen mucho que ofrecer (Daniells 1998).

Lista de variedades

En la tabla 1 se presenta una lista de comprobación de las mejores variedades con sus respectivas características positivas y negativas. Es necesario notar que las respuestas varietales pueden variar de acuerdo al ambiente donde se cultivan y a las cepas de enfermedades a las cuales están expuestas. La

decisión de si una variedad es adecuada para el postre o para la cocción se toma en gran medida, de acuerdo a las preferencias culturales. Las variedades adecuadas a las circunstancias particulares pueden ser seleccionadas deducidas a partir de esta lista.

Notas adicionales

Rendimiento

La mayoría de las alternativas para el Cavendish tienen un menor rendimiento que el Cavendish. Por lo tanto, si se cultivan para los mercados locales o de exportación, estas variedades deben exigir mejores precios o su producción debe ser más barata que la del Cavendish. Algunas variedades, por ejemplo el Sucrier, tienen un ciclo muy corto, pero esto no les ayuda mucho debido al peso más bajo de sus racimos.

Susceptibilidad a los vendavales

Como regla general, las variedades enanas son más resistentes a los daños ocasionados por los vientos y también se prestan con mayor facilidad al soporte mediante el apuntalamiento o amarre con sogas. Las enfermedades foliares, las plagas que atacan a los racimos, el embolse y corte de los racimos, y su cosecha, también son más fáciles de manejar en las variedades enanas. Desgraciadamente, las variedades enanas tienen una mayor tendencia al pasmo y algunas veces son asociadas con frutas de menor tamaño. Otras estrategias dirigidas a minimizar las pérdidas se presentan detalladamente en Daniells (1991b).

Propósito

Las frutas de casi todas las variedades de banano y plátano pueden ser consumidas crudas cuando están maduras (como pos-



El "Dwarf french Plantain" tiene una estatura baja.

tre) o cocinadas cuando están verdes o maduras. Las preferencias culturales determinan la selección del consumidor. Muchas 'nuevas' variedades aún deben ser evaluadas con respecto a sus propósitos potenciales.

Sigatokas

La severidad de la enfermedad depende de la resistencia o susceptibilidad de la variedad, la intensidad de la infección, condiciones ambientales y la 'cepa' del patógeno presente. La incidencia de las enfermedades será mayor en condiciones cálidas y húmedas con altos niveles de inóculo. El TU8 (T8) originalmente fue altamente resistente a la Sigatoka negra en las Islas Cook (Fullerton 1990), pero desde entonces las nuevas cepas de esta enfermedad han convertido esta variedad en susceptible en este ambiente.

Tabla 1. Lista de variedades – características generales y resistencia a las enfermedades.

Genoma	Variedad	Sinónimos/ subgrupo	Características de la planta				Resistencia a las enfermedades						
			Utilización	Rendimiento	Susceptibilidad al viento	Estatura	Comentarios	SN	SA	Foc ⁽¹⁾			
										Raza1 ⁽²⁾	Raza2	Raza4	
AA	Sucrier	Pisang Mas, Kluai Khai, Amas, Figue Sucrée	P	B	PR	I		S ⁽⁹⁾	S	R	R	S	
	Inarnibal Pisang Berlin	Pisang Lemak Manis	P	B	PR	e		R	S	R	R	S	
	Lakatan ⁽⁹⁾	Pisang Berangan	P	B-M	S	I	Vida verde larga	MS	MS	R	R	S	
AAA	Dwarf Red	Figue Rose Naine	P	M	R ⁽⁹⁾	e	Problemas de atasco	S	S	S	R	S	
	J.D. Yangambi	Pisang Kapas? /bota	P/C	M	PR	I		AR	AR	R	R	S	R al nematodo barrenador y al picudo negro
	Kluai Khai Bonng		P	B-M	MS	I	Fruta muy atractiva	R?	AR	R	R	S	R al picudo negro
	Williams	Cavendish	P	A	S	e	Vida verde larga	MS	MS	R	R	S	

Tabla 1. continúa

Genoma	Variedad	Sinónimos/ subgrupo	Características de la planta				Resistencia a las enfermedades						
			Utilización	Rendimiento	Susceptibilidad al viento	Estatura	Comentarios	SN	SA	Foc ⁽¹⁾			Comentarios
										Raza1 ⁽²⁾	Raza2	Raza4	
AAAA	T6	61-86 <i>Highgate hybrid</i>	P	M-A	S	I		R	AR	R	R	S	
	T12	Buccaneer, 65-168-12, <i>Highgate hybrid</i>	P	M-A	S	I		R	AR	R	R	S	
	SH-3436	<i>Highgate hybrid</i>	P	A	S	I		R	S	R	R	S	
	SH-3444	FHIA-23, <i>Highgate hybrid</i>	P	A	S	I		R	S	R	R	S	
	SH-3649	FHIA-17, <i>Highgate hybrid</i>	P	A	S	I		R	S	R	R	S	
	SH-3486	FHIA-02, Mona Lisa <i>Williams hybrid?</i>	P	M-A	PR	I		AR	S?	S	R	S	
AAAB	SH-3480	FHIA-18, <i>Pome hybrid</i>	P	M-A	PR	I		AR	R?	R	R	R	
	SH-3481	FHIA-01 Goldfinger, <i>Pome hybrid</i>	P	M-A	PR	I		AR	S	R	R	R ⁽⁶⁾	R al nematodo barrenador
	SH-3640.10	High Noon, <i>Pome hybrid</i>	P	M-A	PR	I		AR?	MS	R	R	R	
	SH-3697	<i>Maqueño hybrid</i>	C	M-A	S?	G		R	R?	S	R	S	
	PC 12.05	<i>Pome hybrid</i>	P	B-M	PR	G		S	R	R	R	S	
	PA 03.22	<i>Pome hybrid</i>	P	B-M	R	I		S	R	R	R	S	
AAB	Silk	Apple, Pisang Raja Sereh, Pisang Rastali, Latundan, Sugar, Figue Pomme, Manzano	P	B-M	PR	I		S	S	S	S	S	
	Pisang Ceylan	<i>Mysore⁽⁷⁾</i>	P	M	S	G		R	R	S ⁽⁶⁾	R	S ⁽⁶⁾	
	Pisang Raja		P/C	B-M	S	G		S	S	R	R	S	
	Prata Anã	Santa Catarina Prata, <i>Pome</i>	P	B-M	AR	I	Vida verde corta ⁽⁹⁾ , Problemas de atasco	MS	S	S	R	S	
	J. D. Finger	Rajapuri?, <i>Pome</i>	P	B-M	AR	e	Problemas de atasco	MS	S	S	R	S	
	Lady Finger	<i>Pome</i>	P	B-M	R	I		MS	S	S	R	S	
	Pacific Plantain	<i>Maia Maoli/Popoulu</i>	C	M	R	I	Vida verde larga	S	S	S	R	S	
	Mangaro Torotea	<i>Maia Maoli/Popoulu</i>	C	M	PR	G		S	S	S	R	S	
	Dwarf French Plantain	<i>Plantain</i>	C	B-M	R ⁽⁹⁾	e		S	R	R	R	S	MS al picudo negro
	Horn Plantain	Tanduk, Pisang Tandok, <i>Plantain</i>	C	B-M	S	I		S	R ⁽¹⁰⁾	R	R	S	MS al picudo negro
ABB	Kluai Namwa Khom	<i>Pisang Awak</i>	P/C	M	R ⁽⁹⁾	e	Problema de llenado de los dedos ⁽¹¹⁾ , Vida verde corta	AR	AR	S	R	S	
	Pisang Awak Ducasse, Kluai Namwa		P/C	M	PR	G	Vida verde corta	AR	AR	S	R	S	
	Bluggoe		C	B-M	PR	I		R	AR	R	S	S	
	Blue Java	Ney Mannan	P/C	B-M	PR	I		R	AR	R	S	S	
	Fa'i Afa	<i>Saba</i>	C	B-M	PR	G		R	AR	S	R	S	
	Gubao	IMTP Fase 2 'Saba'	C	M	S	I		R	AR	S	R	S	
	Kandrian	Simoi	C	B-M	PR	G		R	AR	R?	R	S	
AABB	SH-3565	FHIA-03	C	M-A	S	I		R	S?	S	R	S	

Abreviaciones utilizadas

Uso : P = postre ; C = cocción

Rendimiento : B = bajo ; M. = medio ; A = alto

Susceptibilidad al viento : MS = muy susceptible ; S = susceptible ; PR = parcialmente resistente ;

R = resistente

Estatura : e = enano ; I = intermediario ; G = alto

Resistencia a enfermedades : MS = muy susceptible ; S = susceptible ; R = resistente ; AR = altamente resistente

SN = Sigatoka negra ; SA = Sigatoka amarilla

Notas

(1) Nuevas razas pueden desarrollarse / = reacción habitual ; (2) Los GCV varían mas particularmente en los tipos de raza 1 por la patogénesis varietal ; (3) IMTP 1 estaba al limite sensible – resistente pero Sucrier estuvo resistente con certeza en ciertas condiciones (Jones 1993) ; (4) Se señaló que algunos Lakatan podrían ser AAA ; (5) Beneficia de un soporte al racimo ; (6) Señalado por INIBAP como tolerante pero discutible ; (7) Superficialmente idéntico ; (8) A veces resistencia del hijuelo ; (9) Vida verde corta en situación de estrés relacionado con el medio ambiente (temperaturas frescas, estación húmeda) ; (10) Susceptible en ciertas circunstancias (Daniells and Bryde 1999) ; (11) Algunos dedos no se llenan correctamente.

La Sigatoka negra se encuentra en muchos países productores, pero algunas de las principales áreas de producción, como Brasil, Australia, partes del Sudeste de Asia y áreas tropicales de gran altitud como en Camerún, aún están libres de la enfermedad. En estas áreas, la Sigatoka amarilla

sigue siendo la enfermedad foliar más importante.

Marchitamiento por *Fusarium (Foc)*

Las diversas razas de *Fusarium* presentadas en la lista de comprobación se basan en la interacción huésped-patógeno. Aunque durante la

última década, los aislados de *Foc* han sido caracterizados genéticamente de diferentes maneras, el término raza aún se utiliza por muchos para distinguir la variación patogénica del hongo. Tradicionalmente, se reconocen cuatro razas de *Foc*. Las razas 1, 2 y 4 afectan a los bananos, mientras que la raza 3 afecta a

Heliconia y es solo ligeramente patogénica en el banano. Es necesario notar que hasta la fecha, existen pocas variedades conocidas como resistentes a la raza 4 de *Foc*. Para detener la propagación de este patógeno, la cuarentena es extremadamente importante.

Varias razas del marchitamiento por *Fusarium* se encuentran presentes en la mayoría de las regiones productoras de banano del mundo, pero notoriamente está ausente en el Pacífico Sur. Los híbridos provenientes de distintos programas de mejoramiento, que pueden ser rechazados debido a su susceptibilidad al marchitamiento por *Fusarium*, de hecho podrían ser muy útiles en los lugares como el Pacífico sur, donde la resistencia a esta enfermedad no es importante. Un ejemplo es el SH-3697, un híbrido de Maqueño de alto rendimiento y resistente a la Sigatoka negra, pero susceptible a la raza 1 de *Foc*.

Es necesario notar que existen varios grados de resistencia al marchitamiento por *Fusarium*. Por ejemplo, el Lady Finger (AAB, Pome) es mucho menos susceptible a la raza 1 de *Foc* que el Sugar (AAB, Silk) en el ambiente del norte de Queensland. Las condiciones ambientales también pueden influenciar la severidad de la reacción a la enfermedad.

Caída de los dedos

Algunas variedades son muy propensas a la caída de los dedos durante la maduración, y esto ha restringido en el pasado la adopción de nuevos híbridos en algunas áreas (Marriot 1980). Sin embargo, la susceptibilidad de las variedades a la caída de los dedos puede ser minimizada variando las condiciones de maduración, incluyendo el uso de temperaturas más bajas y la etapa de madurez en la cual se cosecha la fruta (Paull 1996, Seberry y Harris 1998).

Vida verde de la fruta

La vida verde de la fruta, suficiente para su almacenamiento y transporte, es particularmente importante para la actividad de exportación. Una de las grandes virtudes de los bananos de tipo Cavendish es su larga vida verde cuando su manejo es adecuado. Algunas otras variedades no se adecuan tan bien para la exportación. Sin embargo, las técnicas como el empaque en atmósfera mo-



"J.D. Finger" es muy resistente a los daños ocasionados por los vientos.



"Lakatan" es la variedad la más apreciada en Filipinas.

dificada y buen manejo pueden ayudar a vencer estos problemas (Daniells 1991a).

Mercados nichos

Las siguientes variedades han sido identificadas como de gran potencial para los mercados nicho en Australia :

- Sucrier
- SH-3697
- Plátano French Enano
- Lakatan
- Silk
- Plátano Cuerno
- Dwarf Red
- Pisang Ceylan
- Kluai Namwa Khom
- Kluai Khai Bonng
- Prata Anã
- Pisang Awak
- SH-3480 (FHIA-18)
- Pacific Plantain
- Fa'i Afa

Bibliografía

- Daniells J.W. 1991a. How to avoid mixed ripe problems with bananas. Queensland Fruit and Vegetable News 62(4): 12-13.
- Daniells J.W. 1991b. How to minimize losses due to wind damage in bananas. Queensland Fruit and Vegetable News 62(13): 14,15,20.
- Daniells J.W. 1998. Integrated crop management for sustainable banana production. Pp. 67-76 in Proceedings 8th INIBAP-ASPNET Regional

Advisory Committee Meeting, Brisbane 21-23 October, 1998.

Daniells J.W. & N.J. Bryde. 1999. Estudio de 143 variedades de banano con respecto a su resistencia a la Sigatoka amarilla en el norte de Queensland. *INFOMUSA* 8(1): 15-21.

Fullerton R.A. 1990. Studies of *Mycosphaerella fijiensis* Morelet in the Pacific Islands. Pp. 29-37 in Sigatoka leaf spot diseases of bananas : Proceedings of an international workshop held at San Jose, Costa Rica, March 28-April 1, 1989 (R. A Fullerton & R.H. Stover, eds). INIBAP, Montpellier, France.

Jones D.R. 1993. Evaluating banana and plantain for reaction to black leaf streak disease in the South Pacific. *Tropical Agriculture (Trinidad)* 70 : 39-44.

Marriott J. 1980. Bananas - Physiology and biochemistry of storage and ripening for optimum quality. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 13 : 41-88.

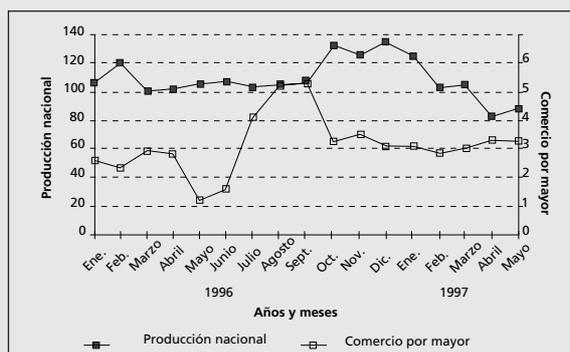
Paull R.E. 1996. Ethylene, storage and ripening temperatures affect Dwarf Brazilian banana finger drop. *Postharvest Biology and Technology* 8 : 65-74.

Seberry J.A. & D.R. Harris.1998. Postharvest evaluation of FHIA-01 and other new banana varieties for subtropical Australia. Pp. 537-546 in Proceedings of the First International Symposium on Banana in the Subtropics (V. Galán Saúco, ed.) *Acta Horticulturae* 490.

El autor trabaja en QDPI, PO Box 20South Johnstone Q 4859 Australia.

Errata en el número anterior de *InfoMusa* (Vol. 8, No. 2)

- **Evaluación de bananos en los subtrópicos de Florida con respecto a los mercados potenciales** : p. 18, 1ra columna, último párrafo, la frase "...diferencias entre los dos clones de 'Ney Poovan', uno de los cuales, el 'Sukali ndizi', desarrolla síntomas más lento que el otro, el 'Kisubi'..." se debe remplazar por "...diferencias entre los dos clones de 'Ney Poovan', uno de los cuales, el 'Kisubi', desarrolla síntomas más lento que el otro, el 'Sukali ndizi' ...".
- **Clones de *Musa* en Perú : clasificación, usos, potencial de producción y limitaciones** : p. 22, Figura 3, la escala del segundo eje 'y' (lado derecho) fue omitida. Se proporciona aquí la versión correcta de la figura.



Asia y el Pacífico

El "Food and Fertilizer Technology Center" de Taiwan publica un boletín sobre la producción de plántulas de banano libres de virus en Taiwan

En este boletín se discute el uso de plántulas de banano producidas a partir de los cultivos de tejidos en Taiwan. El programa de cultivo de tejidos para el banano empezó en 1983. Originalmente, el programa empezó a producir plántulas libres del marchitamiento por *Fusarium*, pero actualmente se utiliza para asegurar que el material de siembra de banano esté libre de los virus. Bajo este programa se produjo un total de 26 millones de plántulas. El Boletín describe los sistemas de producción para la obtención de plantas a partir del cultivo de tejidos y discute sus beneficios y desventajas, como la susceptibilidad a los daños ocasionados por herbicidas y el uso de este tipo de material de siembra. Finalmente, el boletín describe una serie de métodos culturales diseñados para proteger las plantas libres de enfermedades de una nueva infección con virus en el campo. El Boletín describe como la tecnología del cultivo de tejidos puede ser eficaz y factible para los pequeños agricultores, si se dispone del apoyo técnico necesario. El Boletín se basa en el trabajo que fuera presentado anteriormente en un seminario internacional sobre el 'Manejo de enfermedades de bananos y cítricos: Uso y manejo de los materiales de siembra libres de enfermedades' que se celebró en la ciudad de Davao, Filipinas, del 14 al 16 de octubre de 1998.

S.C. Hwang y H.J. Su, *Extension Bulletin 460, Food and Fertilizer Technology Centre, Taiwan, Noviembre de 1998.*

TBRI, Taiwan envía nuevas variedades de banano a INIBAP

El Instituto de Investigaciones Bananeras de Taiwan (*Taiwan Banana Research Institute*, TBRI) envió recientemente dos nuevas variedades de banano a INIBAP. Las dos variedades son variantes somaclonales del Cavendish, seleccionadas por los investigadores de TBRI como variedades de alto rendimiento y resistentes a la raza 4 subtropical de la enfermedad del marchitamiento por *Fusarium*. Actualmente, las variedades GCTCV-106 y GCTCV-247 están siendo indicadas por INIBAP para la presencia de los virus. Al completar la indización, INIBAP pondrá a disposición estas variedades para su evaluación a escala mundial.

Podredumbre del corno del banano en el norte de Queensland, Australia

Una nueva forma de podredumbre del corno ha sido identificada recientemente en varias plantaciones bananeras en el norte de Queensland. En adición, también se identificó una enfermedad de podredumbre del dedo llamada Mokillo, que ocurre

ocasionalmente en la región. La podredumbre del corno del banano parece ser endémica en el norte de Queensland y ha sido descrita anteriormente como podredumbre acuosa causada por *Erwinia carotovora* subsp. *carotovora*. Recientemente, las bacterias *E. chrysanthemi*, *E. chrysanthemi* subsp. *carotovora* y *E.c.* subsp. *atroseptica* han sido identificadas en las muestras de los bananos con podredumbre del corazón y podredumbre del corno en varias plantaciones de la región. La severidad de los síntomas parece estar correlacionada con las especies de *Erwinia* asociadas con el tejido infectado. Esta observación sugiere que la podredumbre del corno es causada probablemente por *E. chrysanthemi* y *E.c.* subsp. *atroseptica*, mientras que la podredumbre del corazón es causada principalmente por *E. c.* subsp. *carotovora*.

En el caso de la podredumbre del dedo del banano (Mokillo), se aislaron exitosamente las bacterias *E. chrysanthemi* de las muestras de los tejidos enfermos y se estableció el poder patógeno en las frutas de banano bajo condiciones de laboratorio.

Este es el primer informe sobre la presencia de *E.c.* subsp. *atroseptica* en bananos y sobre la habilidad de los aislados de *E. chrysanthemi* de la podredumbre del corno de causar el Mokillo.

Fuente : *Australian Bananas Vol. 8, Dec. 1999, Australian Banana Growers' Council Inc.*

El control biológico de nematodos podría convertirse en realidad

Los investigadores de Queensland, Australia, han identificado patógenos fúngicos potenciales de los nematodos de los bananos. En los cribados de las muestras de suelo provenientes de áreas tropicales y subtropicales de Queensland y Nueva Gales del Sur, se descubrió que la multiplicación de los nematodos en las raíces de las plantas de banano procedentes de los cultivos de tejidos fue significativamente menor en las plantas cultivadas en los suelos no tratados que en los suelos esterilizados. Las muestras de los hongos extraídos de las raíces de banano mostraron una reducción de la cantidad de nematodos barrenadores en potes de 80 %. Aunque todavía es necesario realizar más investigaciones para desarrollar un método aceptable de control biológico de nematodos, el potencial de un resultado exitoso para este trabajo parece ser bueno.

Fuente : *Bananatopics, Vol. 27, junio de 1999.*

Estudios sobre la fijación de límites críticos de K, Na y proporción K/Na para los bananos en condiciones de suelos salinos y sódicos

En algunas áreas de la India, los bananos se cultivan en suelos que son clasificados como "salinos-sódicos". En estos suelos, los bananos sufren daños ocasionados por las sales que producen síntomas externos de

clorosis marginal de las hojas y dan como resultado una reducción significativa de rendimiento. En la mayoría de los suelos salinos sódicos, las proporciones de K/Na son menores a uno. Pero en un cultivo amante de K como el banano, las proporciones de K/Na mayores a uno son esenciales.

Cincuenta muestras de suelo de la rizosfera y las muestras correspondientes de tejidos fueron recolectadas al azar en los suelos salinos sódicos de la finca del *National Research Centre for Bananas* (NRCB) y de las fincas vecinas. Los niveles de K y Na intercambiable en los suelos variaron de 0.31 a 2.54 cmol/kg, y de 1.74 a 6.78 cmol/kg, respectivamente. También se registró el rendimiento (peso de los racimos) correspondiente durante la cosecha. Las muestras del suelo y de los tejidos fueron analizadas con respecto a las concentraciones de Na y K mediante el flamefotómetro y se calcularon las proporciones K/Na.

Los coeficientes de correlación y las ecuaciones de regresión lineal fueron calculados para el contenido de K, Na y K/Na en el suelo y en la planta contra el rendimiento. Los resultados obtenidos indicaron que los rendimientos aumentaron gradualmente al aumentar el nivel de Na hasta 480 ppm en el suelo y 0.47 % en el tejido de las plantas. Por encima de este límite, el Na tuvo un efecto negativo sobre el rendimiento. De forma similar, los límites críticos de las concentraciones de K en el suelo y en el tejido de las plantas fueron fijados a 710 ppm y 2.82 % respectivamente.

Por lo tanto, para obtener rendimientos óptimos en los suelos salinos sódicos, el suelo debe tener al menos 710ppm de K, no más de 480 ppm de Na y la proporción de K/Na en el suelo debe ser al menos de 1.46. Al mismo tiempo, las hojas de los bananos deben mantener al menos 2.82 % de K, no menos de 0.47 % de Na y la proporción de K/Na en las hojas debe ser no menor de 5.7.

Mayor información solicitar a : K.J. Jeyabaskaran, NRCB, Vayalur Road, Trichy 620-017, Tamil Nadu, India.

Hierbas medicinales en los huertos de banano en Chhattisgarh, India

La infestación con malezas es una de las principales limitaciones para los altos rendimientos en los huertos de banano en Chhattisgarh. Para el manejo de las malezas los agricultores generalmente adoptan métodos de deshierbe manual y de control químico. Sin embargo, el aumento de los costos de la mano de obra y la demanda de los métodos de producción más orgánica dieron como resultado una búsqueda de métodos innovadores para el manejo de las malezas. Entre 1994 - 2000 el *Department of Agronomy, Indira Gandhi Agricultural University, Raipur*, llevó a cabo una serie de estudios. Los estudios incluyeron :

- Identificación de la flora existente de malezas en los huertos bananeros,

Tabla 1. Usos medicinales de 10 hierbas comunes en los huertos bananeros de Chhattisgarh.

Nombre científico	Nombre común	Uso medicinal
<i>Cyperus rotundus</i>	Motha	La raíz se utiliza para tratar lepra, sed, fiebre, enfermedades de la sangre, náusea, disentería, comezón intensa, epilepsia, problemas oftálmicos.
<i>Parthenium hysterophorus</i>	Gajar ghas	Como medicina homeopática para curar problemas respiratorios.
<i>Ageratum conyzoides</i>	Mahkua	Para los problemas de la piel.
<i>Euphorbia</i> sp.	Duddhi	Para los problemas respiratorios.
<i>Chenopodium album</i>	Bathua	Para el tratamiento de las lombrices, Leucoderma.
<i>Blumea lacera</i>	Kukurmutta	Para bronquitis, fiebres, sed y sensaciones de quemazón.
<i>Achyranthes aspera</i>	Latkana	Como antídoto; en enfermedades del sistema digestivo.
<i>Calotropis gigantea</i>	Fudhar	Para reumatismo y enfermedades reproductivas y orgánicas.
<i>Datura stramonium</i>	Datura	Para los problemas respiratorios.
<i>Jatropha curcas</i>	Ratanjot	En enfermedades de los sistemas digestivo, respiratorio y reproductor.

- Registro del potencial medicinal, alelopático e industrial de las malezas comunes,
- Búsqueda del mercado potencial para las malezas 'útiles'.

El estudio reveló más de 60 variedades de hierbas con usos medicinales, industriales o alelopáticos bien documentados que infestan los campos bananeros. En particular, se descubrió que 10 especies eran abundantes en todos los distritos encuestados y todos poseían potencial para usos medicinales, industriales o alelopáticos (Tabla 1).

El estudio de los aspectos de comercialización reveló que estas hierbas realmente son valiosas y más de 300 minoristas nacionales e internacionales están ansiosos de comprar estas hierbas a precios razonables. El estudio también reveló que después de arrancar las hierbas manualmente, y después de recolectarlas, procesarlas y venderlas con la ayuda de las sociedades cooperativas rurales, los agricultores pueden obtener ingresos adicionales y recuperar los costos del deshierbe manual.

Mayor información solicitar a : P. Oudhia, Department of Agronomy, Indira Gandhi Agricultural University, Paipur-492001, India.

Efecto de manipulación postcosecha del pseudotallo progenitor sobre la productividad del banano en el primer ciclo de cultivo

Los científicos de la *Agricultural University (Bidhan Chandra Krishi Viswavidyalaya)* de Bengala Occidental realizaron un experimento para investigar el efecto del pseudotallo progenitor cortado a diferentes alturas después de la cosecha del racimo, sobre el cultivo en el primer ciclo. Los tratamientos investigados fueron los siguientes :

- Altura del corte del pseudotallo progenitor :
 - Sin punta
 - Cortado a media altura
 - Cortado a nivel del cormo.
- Retención de los hijos :
 - Un hijo por mata
 - Dos hijos por mata.

La retención del pseudotallo progenitor sin punta resultó en un aumento de la altura y de la circunferencia del hijo, así

como un aumento en el tamaño de los dedos y de la cantidad de manos por racimo. Sin embargo, este tratamiento también retrasó la cosecha en 9 días en comparación con el tratamiento en que el pseudotallo fue cortado a nivel del suelo. La retención de dos hijos retrasó la emisión del tallo en 17 días, pero también dio como resultado un mayor rendimiento. Realmente, el mayor rendimiento entre todos los tratamientos (187.6 t/ha) fue producido por una combinación de dos hijos por mata unidos a una planta madre sin punta.

Mayor información solicitar a : Md Abu Hasan, B. Mathew y P.K. Chattopadhyay, Faculty of Horticulture, Agriculture University, Mohanpur, West Bengal, India.

Africa Occidental y Central Uso de micorriza en el control de los nematodos de banano

Los nematodos de banano representan una de las principales limitaciones para la producción de plátanos en Africa Occidental y Central. Los investigadores del CRBP han estado trabajando en los nematodos de los bananos por muchos años, y esta investigación ha permitido identificar las especies de nematodos, desarrollando las estrategias para su control. En Camerún, la principal especie parásita es *Radopholus similis*, mientras que *Pratylenchus goodeyi* se vuelve más importante a altitudes superiores a 1000 m. La reciente investigación fue enfocada en el uso de micorriza (del género *Glomus*) aislada en Camerún, con el fin de mejorar la tolerancia de los plátanos a ambas especies de nematodos. Los ensayos con la utilización del cultivar Bâtard de plátano se concentraron en el desempeño de las plantas procedentes de los cultivos de tejidos y de las plantas derivadas de los retoños, inoculadas con micorriza antes de sembrarlas en el campo. Los ensayos se realizaron en sitios de altitud baja y alta.

Todas las plantas inoculadas con micorriza en ambos sitios mostraron una masa de raíces aumentada y un contenido mayor de materia seca de plantas, que las plantas

sin inocular. Además, la presencia de las micorrizas dio como resultado una reducción de hasta 75 % de población de nematodos en las raíces de las plantas inoculadas.

Fuente : *Le Courrier du CRBP*, No. 65.

Exportación de plátanos a Europa

El transporte de plátanos desde Africa Occidental a los mercados europeos se realiza actualmente por aviones. Este tipo de transporte es costoso y reduce significativamente el margen de ganancias para los productores. Por lo tanto, los investigadores de CRBP han estado investigando las posibilidades de conservar la fruta de plátano a bajas temperaturas para poder transportarlas por barcos (un viaje de alrededor de 15 días). Se realizaron pruebas con las variedades French Clair, Bâtard y Big Ebanga. Las frutas fueron recolectadas a diversos grados de madurez y después de aplicarles un tratamiento y empacarlas en cajas de cartón, la fruta fue almacenada a temperatura ambiente (25 - 30 °C, 80 - 90 % de HR) por dos días, luego colocada en una cámara fría (12-14 °C, 85-95 % de HR) por 15 días.

La etapa de cosecha que permitió que la fruta se conservara verde por 15 días sin alguna declinación visible de calidad, resultó ser de alrededor de una semana antes de la primera aparición de un dedo en proceso de maduración en la primera mano del French Clair, entre una y dos semanas para Big Ebanga y de dos a tres semanas para Bâtard. Las frutas de las últimas dos variedades parecen ser las más adecuadas para el mercado de exportación, en términos de calidad y tamaño.

Fuente : *PlantInfo* No 39. Oct-Nov de 1999.

Manejo postcosecha de los bananos y plátanos en las áreas rurales del estado de Enugu, Nigeria

Un pobre manejo postcosecha de los bananos y plátanos a menudo da como resultado una significativa pérdida de ingresos para las poblaciones rurales. Se observó que los comerciantes de bananos y plátanos en la zona agrícola de Nsukka en el estado de Enugu de Nigeria venden frutas que tienen buenas cualidades físicas y de maduración. Por lo tanto se realizó un estudio para determinar las técnicas tradicionales de manejo practicadas por tres comunidades en esta área y que participaban en la comercialización de los bananos y plátanos. Se obtuvo información de 90 mujeres utilizando un cuestionario estructurado. Los resultados mostraron que todas las mujeres que respondieron a este cuestionario utilizaban técnicas tradicionales de manejo, las cuales reducían las pérdidas postcosecha. Los métodos empleados incluían los siguientes :

- Extensión de la vida verde de la fruta en un estado fresco y firme mediante el rociado diario de las frutas con agua fría en la mañana y en la tarde.

- Maduración de la fruta utilizando *Irvingia smithii* o *I. gabonensis*. (Los bananos se colocan dentro de bolsas plásticas con la fruta *Irvingia* y se mantienen sellados por un período de entre 24 y 72 horas, dependiendo de la temperatura exterior.)
- Transporte de la fruta en canastas forradas con hojas para prevenir daños durante su traslado.

Las personas encuestadas también destacaron la necesidad de una 'casa para los bananos' para almacenar la fruta, que esté localizada en el área más fresca posible. Se informa que un área de almacenamiento semejante puede reducir la temperatura alrededor de la fruta aumentando al mismo tiempo la humedad del área circundante. Los métodos de manejo practicados también incluyen el desmane inmediato del racimo de banano y la colocación de la fruta dentro de la casa para los bananos lo más pronto posible.

Las técnicas utilizadas son sencillas y eficaces y podrían ser adaptadas con facilidad en otras regiones.

Mayor información solicitar a : K.P. Baiyeri, C. Alor. Department of Crop Science, University of Nigeria, Nsukka, Nigeria.

Beneficios económicos del control integrado de plagas en Ghana

Los investigadores del IITA han estado introduciendo la técnica de pelado del cormo como método para el control de los nematodos y picudos negros, a los agricultores en Ghana. Desde la introducción de la técnica en 1993, el 40 % de los agricultores la han adaptado. En contraste, en una encuesta en Camerún, se descubrió que los agricultores desconocían la presencia de los nematodos y de sus efectos sobre la producción de plátanos y no sabían nada sobre la técnica de pelado. En Ghana, se descubrió que la adopción del material de plantación sano conjuntamente con las prácticas mejoradas de manejo, resultó ser rentable durante un período de 3 años, y dio como resultado US\$1 300 de retorno por hectárea, equivalente a un aumento de US\$475 en comparación con las prácticas tradicionales de los agricultores.

Fuente : Informe Anual del IITA, 1998.

América Latina y el Caribe Sigatoka negra se propaga a Haití

Siguiendo el informe presentado en INFO-MUSA 8 (2) sobre la amenaza que la Sigatoka negra presentaba para la producción bananera en Haití, la enfermedad ya ha sido identificada en este país (FruitTrop 67). Los investigadores de CIRAD-FLHOR están esperando confirmar muy pronto la identificación de la enfermedad, que parece haber cruzado la frontera del norte de Haití después de una estación lluviosa muy marcada a finales de 1999.

Para mayor información, contactar a : Thierry Lescot, thierry.lescot@cirad.fr

Efecto del humus líquido de lombriz roja californiana (*Eisenia foetida*) sobre el crecimiento en cormos de banano 'pino gigante' (*Musa AAA*)

El establecimiento de la población inicial de los cultivos en general, es el paso más importante para obtener buenos rendimientos. Esta labor, debe de tomar en consideración varios factores como la selección de "semillas" de buena calidad, además de contar con un reservorio de humedad y nutrientes en el suelo, disponibles para las plantas y que aseguren un crecimiento inicial rápido y uniforme (Roberts 1997).

El suelo, puede mantener su fertilidad gracias a diversos mecanismos relacionados con la materia orgánica, en los cuales los microorganismos (hongos, bacterias, protozoarios, algas, etc.) juegan un papel importante en la mineralización e inmovilización de nutrientes. A su vez, estos mismos organismos bajo ciertas condiciones, pueden funcionar como una fuente de reservorio que evitan pérdidas de nutrientes por lixiviación, volatilización y/o fijación a compuestos húmicos o minerales.

Como resultado de estos múltiples procesos biológicos en los cuales interaccionan raíces, microorganismos y compuestos del suelo, se obtienen minerales en formas disponibles (iónicas) para las plantas. La incorporación de compuestos orgánicos al suelo, como fertilización orgánica-mineral en cultivos comerciales es una alternativa de bajo impacto ambiental y económica para la agricultura (Pineda 1996, Sikora citado por Fernández *et al.* 1998). De igual modo, el uso de fertilizantes minerales tiene un efecto detrimental transitorio en la población microbiana del suelo, que puede ser restituida con el uso de abonos orgánicos (Pineda 1996). El uso de los conocimientos sobre los procesos biológicos del suelo, relacionados con la mineralización de compuestos orgánicos lábiles, tiene un papel de vital importancia para el desarrollo de una agricultura ecológicamente sostenible, donde la inoculación de microorganismos que actúan a nivel de la rizósfera reviste gran importancia (Reyes *et al.* 1995).

Sin embargo, el uso de fuentes orgánicas se reporta principalmente como fertilizantes destinados al suelo y/o follaje de plantas establecidas y no es señalado como tratamiento presiembra, para el acondicionamiento de material de propagación. Se sembraron cormos de banano 'Pino gigante' después de ser sumergidos en una solución de humus líquido producido por la lombriz roja californiana *Eisenia foetida*, en diferentes concentraciones y por varios tiempos.

El humus líquido tiene un efecto positivo en la brotación precoz y tasa de crecimiento de los cormos. Su utilización como pretratamiento a la siembra permite obtener un material más homogéneo y de mayor vigor en comparación a los cormos que no son tratados con humus. Esto aumenta las posibilida-

des del establecimiento del cultivo en menor tiempo, logrando un mejor aprovechamiento de los nutrientes existentes en la solución del suelo. Su mecanismo de acción no está del todo claro, sin embargo, se puede inferir que de una manera u otra activa mecanismos fisiológicos que inciden notable y directamente sobre el desarrollo y crecimiento de las plantas de banano, expresados en el vigor de las mismas. Por lo que se requiere llevar a cabo otras investigaciones al respecto y profundizar sobre aspectos de fisiología.

Bibliografía

- Fernández M., C. Alvarez, A. Borges-Perez & A. Borges-Rodriguez. 1998. Bacteria-enriched inoculant enhances banana development and influences nutrition. *Fruits*. 53 : 79-87.
- Pineda R. 1996. A propósito de ecología, agricultura y fertilizantes. Instituto de la potasa y el fósforo (INPOFOS). *Informaciones agrónomicas* 22 : 9-13.
- Reyes A., M. González, E. Gracia, C. Rodríguez, R. Martínez R & P. González. 1995. Influencia de la micorriza y una bacteria solubilizadora de fosfato en el crecimiento y desarrollo de plantas micropropagadas de banano. *INFO-MUSA* 4(2): 9-10.
- Roberts T. 1997. Papel del fósforo y el potasio en el establecimiento de los cultivos. Instituto de la potasa y el fósforo (INPOFOS). *Informaciones Agronómicas* 26 : 1-4.

Resultados preliminares proporcionados por Gustavo Martínez, Omar Tremont, Rafael Pargas y Edwuar Manzanilla, FONAIAP/CENIAP, Apartado postal 4663, Maracay 2101, Venezuela.

Africa Oriental y del Sur Propagación de la Sigatoka negra en la región del Océano Índico

Durante la década de los 90, la Sigatoka negra se propagó de Africa Oriental al archipiélago Comoras, lo que se confirmó en mayo de 1995. Desde entonces, la enfermedad se ha propagado a todas las plantaciones en estas islas. Se sospecha la presencia de la enfermedad en Madagascar y actualmente se analizan muestras en CIRAD-FLHOR para la confirmación.

Fuente : *FruitTrop* 67, marzo de 2000.

Presencia del virus del rayado del banano en la Reunión

El banano fue introducido en la isla de la Reunión hacia 1668 por marinos holandeses (Rivals 1960). No se ha identificado ninguna variedad indígena pero se han ido introduciendo varios cultivares en la isla que pertenecen a los subgrupos Sucrier, Cavendish, Silk, Pome, Bluggoe. También se puede encontrar en los jardines familiares Figue Rose (subgrupo Red), algunos plátanos y bananos ornamentales (*Ensete* sp., *M. balbisiana*, *M. ornata*, *M. zebryna*, *M. velutina*).

Los clones más cultivados pertenecen al subgrupo Cavendish (Valery y Pequeña Enana y, más recientemente, Gran Enana y Williams). Los bananos de los subgrupos

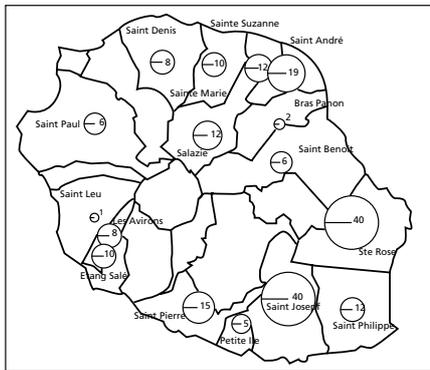


Figure 1. Distribución geográfica de los bananos cultivados en la Reunión (No. de ha cultivados).

Silk y Pome se plantan a menudo en los bordes de las plantaciones de caña de azúcar y constituyen un complemento en la renta doméstica cuando las otras variedades escasean en los mercados. Las parcelas semi-intensivas se localizan esencialmente en las zonas con más precipitaciones: costa noreste y el sur (Anon. 1998). La superficie media de una explotación no supera 2 ó 3 hectáreas y la superficie total cultivada ronda las 200 hectáreas (Figura 1) para una población total de 750,000 habitantes. Se estima que las plantaciones de banano en la Reunión cubren una superficie de 500 hectáreas, incluyendo las microparcels aisladas.

Los rendimientos varían de 10 a 30 toneladas por hectárea. La producción se reserva exclusivamente al consumo local.

El picudo (*Cosmopolites sordidus*) es la principal plaga. No se ha observado la presencia de Sigatocas amarillas o negras. Se registraron ataques de *Fusarium* sp. en plantas pertenecientes al grupo Silk.

Sólo individuos del cultivar Pequeña Enana presentan síntomas de mosaico del banano, con líneas que cubren áreas de la lámina foliar seguidas de una obstrucción de la planta (Figura 2). El racimo es deforme y de pequeño tamaño. Otros bananos del subgrupo Cavendish, plantados en las mismas parcelas, no presentan síntomas.

Este cultivar, que recibe el nombre local de Gabou, no se suele cultivar de forma intensiva aunque posee un rendimiento potencial satisfactorio en las condiciones climáticas de la Reunión. Sin embargo, suele utilizarse en los jardines frutales.

Se indizó una muestra de hojas en el laboratorio de virología del CIRAD. La observación mediante inmunoelectroscopia con el suero polivalente desarrollado por Lockhart contra el virus del rayado del banano (BSV) muestra partículas baciliformes (Figura 3). Por consiguiente, estos bananos están afectados por el badnavirus del rayado del banano.

Esta afección viral fue descrita por primera vez en Marruecos (Lockhart 1986) y, seguidamente, en numerosas zonas de producción bananera y en la zona del océano Índico: Isla Mauricio, Madagascar, África Oriental y Meridional, Australia (Caruana 1993). Se hizo inventario de los bananos que presentaban los síntomas de la enfermedad en todas las zonas de cultivo de la isla (ver mapa). La mayoría de los productores ya habían observado la presencia de estos síntomas desde "hacia mucho tiempo", sin vincularlos a una enfermedad; en efecto, la planta enferma no muestra síntomas más visibles como necrosis o muerte regresiva.

En las parcelas afectadas, la proporción de plantas enfermas varía del 20 al 50%: La progresión de la enfermedad no parece ligada a un vector animal: no se encontró ninguna chinche en los bananos. Al no poder transmitirse el badnavirus mediante los aperos, todo apunta a la propagación por plantación de material infestado como única vía de extensión de la enfermedad.

Se está procediendo, en colaboración con el Servicio para la Protección de Vegetales de la Reunión, a formar e informar a los agricultores reunitenses para que conozcan los mecanismos de transmisión de esta enfermedad y que sepan distinguir sus síntomas. Se recomienda que no se utilicen hijos enfermos en replantación y que se destruyan adecuadamente los brotes enfermos mediante herbicidas sistémicos. Por último,

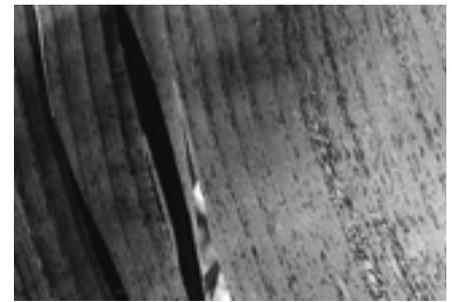


Figura 2. Síntomas del rayado del banano sobre una hoja de banano.

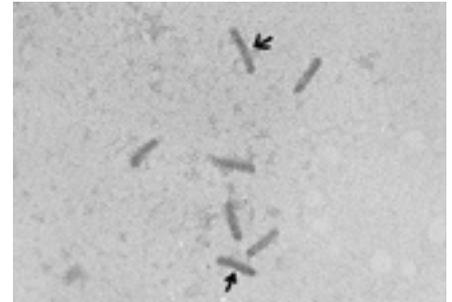


Figura 3. Partículas baciliformes de BSV (x 29000).

se aconseja la utilización de un material vegetal sano, procedente del cultivo *in vitro*, indizado para el BSV.

Bibliografía

- Agreste 1998. Données chiffrées DOM : Statistique agricole annuelle et valeur de la production agricole année 1997. Ministère de l'Agriculture et de la Pêche. 48 pp.
- Anon. 1998. Enquête fruitière. Chambre d'Agriculture de la Réunion. 27 pp.
- Caruana 1993. Principales maladies du bananier – Méthodes de lutte. Atelier Régional sur les maladies virales et l'amélioration génétique du bananier. IRAZ, Gitega, 15-20/02/1993.
- Lockhart. 1986. Purification and serology of a bacilliform virus associated with banana streak disease. *Phytopathology* 76 : 995-999.
- Rivals 1960. Les espèces fruitières introduites à la Réunion. 96 pp.

Para más información, contactar C. Lavigne, CIRAD-FLHOR, Station de Bassin-Plat, B.P. 180, 97455 Saint-Pierre Cedex, Isla de la Reunión.

Tesis

Interdependencia del desarrollo de las raíces y del tallo en el banano (*Musa* spp.) bajo condiciones de campo e influencia de diferentes factores biofísicos en estas relaciones

Tesis de Doctorado (PhD) presentada a la Katholieke Universiteit Leuven, Bélgica, Febrero 2000.

Guy Blomme

Los bananos y plátanos (*Musa* spp.) son cultivos importantes para los pequeños agricultores en las regiones tropicales húmedas y subhúmedas del

mundo. Se realizan esfuerzos intensivos de mejoramiento de este cultivo, pero todos se concentran en el mejoramiento de los parámetros externos de las plantas. Sin em-

bargo, el sistema radical de *Musa* es crucial para la absorción de nutrientes y de agua, el soporte de la planta y la producción de los reguladores de crecimiento de la planta. Las investigaciones anteriores de los sistemas radicales en *Musa* fueron limitadas a los bananos de postre de alto valor económico destinados a la exportación y pocas investigaciones se realizaron sobre el sistema radical de plátanos, bananos de cocción o híbridos de *Musa*. Por lo tanto, se llevó a cabo un amplio estudio del sistema radical de *Musa* durante el primer ciclo de cultivo. Este estudio involucró la investigación de 46 genotipos pertenecientes a todos los grupos y niveles de ploidia de *Musa* con el fin de proporcionar el apoyo básico para el mejoramiento genético de plátanos y bananos.

Las relaciones entre el sistema radical y los retoños en las plantas de *Musa* fueron evaluadas utilizando la correlación y el análisis de los componentes principales. Se observaron fuertes correlaciones positivas entre el crecimiento de las raíces y de los retoños de la planta madre durante la fase vegetativa temprana y media. Sin embargo, estas correlaciones fueron menos pronunciadas durante la fase reproductora, lo más probable debido al mejorado envejecimiento y a la aumentada competencia entre la madre planta y sus retoños (es decir, retoños laterales).

Se confeccionaron las curvas de crecimiento con respecto a diferentes caracterís-

ticas de las raíces y retoños. La proporción retoño-raíz aumentó durante la fase vegetativa. Por ejemplo, el sistema radical de las plantas derivadas de los cultivos *in vitro* comprendió de hasta un 40 % de materia seca de la planta durante la fase vegetativa temprana, pero menos del 15 % durante la fase reproductora. El tamaño del área foliar, así como del sistema radical disminuyó durante la fase reproductora.

La variabilidad en el tamaño del sistema radical se requiere para conducir un programa de mejoramiento dirigido al mejoramiento del sistema radical. Con niveles de ploidia superiores se observó un aumento en el tamaño del sistema radical. La variabilidad de las características de las raíces laterales entre los genotipos no pudo ser evaluada debido a fuertes influencias microambientales sobre el crecimiento radical lateral.

El crecimiento de los retoños y de las raíces es influenciado por el tipo de material de plantación vegetativo. Por ejemplo, las plantas procedentes de los retoños produjeron un sistema radical mayor durante la fase vegetativa media, en comparación con las plantas derivadas de los cultivos *in vitro*. Esto puede ser debido al cormo de mayor tamaño del material derivado de los retoños. Sin embargo, el tamaño del sistema radical de las plantas durante la emergencia de flores fue similar para ambos tipos del material de plantación.

Se desarrollaron métodos para una evaluación del sistema radical, rápida y sin destruirlas. Las características de las raíces fueron evaluadas a partir de los parámetros de los retoños de fácil medición. Adicionalmente, el muestreo del suelo (evaluando menos de 3 % del sistema radical de la mata) podría proporcionar información adecuada sobre el tamaño del sistema radical en una mata completa. Este método requiere sólo el 5 % del tiempo que se necesita para excavar y evaluar el sistema radical de la mata entera.

Hemos observado efectos significativos sobre del tipo de suelo, clima, infestación con los nematodos y reducción del área foliar sobre el tamaño del sistema radical. Por ejemplo, una infección con nematodos redujo el tamaño del sistema radical de hasta 70 % para los genotipos susceptibles. Sin embargo, la reducción en el crecimiento de los retoños fue generalmente menor que la reducción del crecimiento de las raíces. Por lo tanto, los genotipos susceptibles a los nematodos tendrán una alta proporción de retoños/raíces, lo que los hace mucho más susceptibles al volcamiento.

Los resultados de este estudio proporcionan un examen profundo del desarrollo y crecimiento del sistema radical de *Musa*, y podrían ayudar a los nematólogos y mejoradores en sus programas de investigación. ■

Utilización de derivados de semillas de neem para el control del picudo negro del banano, *Cosmopolites sordidus* Germar (Coleoptera : Curculionidae), y del complejo de nematodos parásitos

Tesis de Doctorado, PhD, presentado a la Universidad de Kenyatta, Nairobi, Kenia, Julio 1999.

Thaddée Musabyimana

Las pruebas fueron realizadas desde mayo de 1996 hasta febrero de 1999 en el laboratorio de la Estación Mbita Point del ICIPE (MPFS) y en los campos de los agricultores en Kenya occidental, una de las principales zonas bananeras del país. El polvo de las semillas de neem (NSP), polvo de los granos de neem (NKP), pastel de neem (NC) y el aceite de neem (NO) que contenían 4000, 5500, 5800 y 850 ppm de azadiractina A, respectivamente, fueron utilizados en forma de polvo o en forma acuosa.

Experimentos de laboratorio : en prueba escogidas, 48 h después de la liberación, menos del 30 % de picudos se establecieron debajo de los bananos tratados con neem, mientras que más del 50 % se establecieron debajo de los cormos sin tratar. En una prueba de alimentación, las larvas del picudo causaron pocos daños a los cormos tratados con neem, sin embargo en los cormos no tratados los picudos causaron fuertes daños. Esto indica un fuerte efecto antialimentario del neem sobre *C. sordidus*. Asimismo, las hembras pusieron de 3 a 10 veces menos huevos en los cormos tratados con neem que en los cormos sin tratar. La incubación de los huevos fue 25 % menos en los tratamientos

con neem y más de 50 % en los testigos. Los tratamientos con neem también inhibieron el crecimiento y el desarrollo de las larvas : de 40 % a 60 % de las larvas del segundo ciclo de desarrollo murieron en 14 días cuando estas fueron confinadas a los pseudotallos de banano tratados con neem ; los sobrevivientes tuvieron cuerpos más pequeños y pesaron de 4 a 6 veces menos que las larvas del testigo. Entre más concentrado sea el neem, mayor es el efecto de sus derivados.

La eficacia de los materiales a partir del neem contra *C. sordidus* y los nematodos fue evaluada en la estación experimental, bajo niveles controlados de infestación con estas plagas en tambores. Los métodos eficaces, la frecuencia y la tasa de aplicación de los materiales seleccionados de neem fueron determinados en la MPFS y en los campos de los agricultores bajo diferentes niveles de fertilidad de los suelos e infestación con plagas. En estos ensayos, se utilizó el Nakyetengu (AAA-EA), un cultivar altamente susceptible a las plagas mencionadas.

Experimentos en las parcelas y en los campos : en un experimento en una parcela, se aplicaron NSP, NKP y NC a 100 g/planta durante la siembra de retoños de banano pelados y sin pelar plantados en tambores con capacidad de 100 o 200 l, e inoculados con 2000 nematodos mixtos y cinco pares (machos y hembras) de picudos negros del banano por tambor. También se incluyó un tra-

tamiento con retoños sumergidos en un extracto de NO. Comparados con el testigo, 10 meses después de los tratamientos, los materiales de neem, conjuntamente con el Furadan aplicado a 40 g/planta, redujeron significativamente la población de los nematodos y los daños ocasionados por los picudos. Adicionalmente, los retoños sin pelar tratados con NSP y NC soportaron una cantidad de nematodos mucho menor que los retoños pelados con los mismos productos de neem, eliminando el pelado de los retoños. Sin embargo, las aplicaciones de NKP y NO resultaron tóxicas a la planta de banano.

La aplicación al suelo de NSP o NC en polvo fue más eficaz que su aplicación en forma acuosa. La aplicación de NSP o NC durante el período de siembra y luego a intervalos de 1, 2, 3, o 4 meses a las plantas cultivadas bajo niveles controlados de infestación en los tambores, redujo significativamente la densidad de los nematodos y los daños causados por los picudos. De forma similar en los campos de los agricultores, la aplicación al suelo de NSP o NC a 60, 80 y 100 g/mata durante la siembra y luego en un intervalo de 4 meses redujo significativamente los daños causados por los picudos negros y nematodos y aumentó los rendimientos en 27-50 % sobre los testigos (primer ciclo de cultivo) y en 30-60 % en el segundo ciclo de cultivo. El Furadan aumentó el rendimiento de las frutas en 27 % sobre el testigo en el primer ciclo de cultivo, pero en el segundo ciclo el rendimiento cayó en 2 %. Aún con una baja fertilidad del suelo y altos niveles de infestación con plagas, los tratamientos con neem controlaron las plagas y aumentaron marcadamente el rendimiento de las plantas de banano de 7 a 10 veces más que las plantas testigo. La aplicación de NSP o NC de 200 a 400 g/mata en intervalos de 6 meses resultó ser tóxica para las plantas de banano.

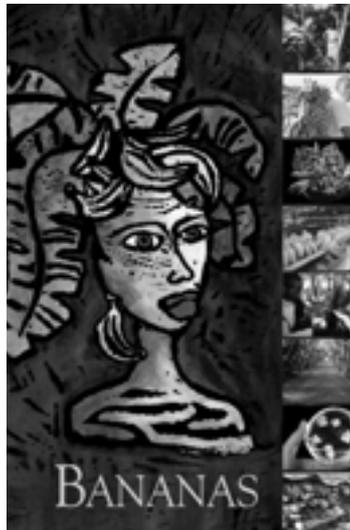
Dependiendo de la fertilidad del suelo y de las dosis de aplicación, la ganancia neta sobre el testigo obtenida con la aplicación de NSP o NC varió de US\$70 a US\$800 por hectárea. Sin embargo, se observó una pérdida de US\$700 por hectárea con la aplicación de Furadan. La aplicación de neem a dosis mayores de 200 g/mata no fue económica. Se discuten los efectos benéficos de la aplicación de los materiales de semillas de neem sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas de banano, control de plagas e implicaciones de estos descubrimientos para el manejo de las plagas y otras áreas de investigación. ■



(IMTP), se evaluó germoplasma con respecto a su resistencia a Sigatoka negra (*M. fijiensis*), Sigatoka amarilla (*M. musicola*) y marchitamiento por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*). La mayoría de los ensayos de la fase II del IMTP fueron sembrados durante 1996 y 1997. La primera parte del informe presenta una sinopsis del informe final y un resumen de los resultados (publicado en INFOMUSA Vol. 8 No. 1, pp. 3-10). La segunda parte presenta los resultados obtenidos en los sitios de evaluación de Sigatoka en Camerún, Colombia, Costa Rica, Honduras, Nigeria, Filipinas, Tonga y Uganda, y sitios de evaluación de *Foc* en Australia, Brasil, Honduras, Indonesia, Malasia, Filipinas, África del Sur, España, Taiwan, y Uganda.

Bananas

ISBN: 2-910810-37-2



Este folleto de 16 páginas, publicado primero en francés para la Feria Agrícola Internacional de París de 1998 esta ahora disponible en inglés. Presenta información sobre todos los aspectos del cultivo: origen, diversidad, importancia económica, papel en la seguridad alimentaria, comercialización, plagas y enfermedades, investigación, procesamiento. Para solicitar su ejemplar, diríjase a la sede de INIBAP en Montpellier.

IV seminario internacional sobre la protección vegetal

Palacio de las convenciones, Varadero, Matanzas, Cuba. 11 -15 junio 2001

El Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal (INISAV) y el Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA) organizan, del 11 al 15 de junio 2001, el IVO seminario internacional sobre la protección vegetal que se organizará en el Palacio de las convenciones en Varadero.

Investigadores, docentes, extensionistas y delegados de varios países podrán compartir sus resultados recientes así como las tendencias futuras en el área de la protección vegetal.

El programa científico incluye plenarios, talleres dentro de los cuales uno titulado "las enfermedades y plagas de los bananos: situación actual y retos para el futuro", reuniones, exposiciones de posters y una feria comercial.

Para mas información, contactar el Secretariado del Comité de organización:

Ileana Sandoval Ramírez

Instituto de Investigaciones de Sanidad Vegetal. (INISAV)

Calle 110 #514. between 5ta B and 5ta F. Playa. C.P 11600.

La Habana. Cuba

Fax: (537) 240535

E-mail: inisav@cenai.inf.cu

Maricela Díaz Rodríguez

Centro Nacional de Sanidad Agropecuaria (CENSA)

PO Box 10. San José de las Lajas,

La Habana. Cuba

Fax: (5364) 63897

E-mail: mdiaz@id.censa.edu.cu

Las personas que desean participar mas particularmente en el taller sobre las enfermedades y plagas de los bananos deben contactar el Dr Luis Pérez Vicente, organizador de este taller, a una de las direcciones electrónicas siguientes:

inisav@cenai.inf.cu o cnsv@cenai.inf.cu

Llamada a proyectos de la Fundación internacional para la ciencia (IFS)

la Fundación internacional para la ciencia apoya a investigadores jóvenes de los países en vías de desarrollo distribuyendo becas de investigación así como servicios complementarios como la compra de equipo para la investigación y la participación en reuniones científicas.

Las becas se limitan a 12,000 USD por periodo de un año a tres años máximo y pueden repetirse dos veces. Una beca de investigación sirve para los gastos de equipo de investigación, de funcionamiento y de documentación científica.

El candidato debe cumplir con los criterios siguientes:

Libros, etc.

Evaluating bananas : a global partnership. Results of IMTP Phase II

Compilado por G. Orjeda

ISBN: 2-910810-38-0

Durante la fase II del Programa Internacional de Evaluación de *Musa*

- ser ciudadano de un país en vías de desarrollo,
- conducir la investigación propuesta en un país en vías de desarrollo,
- tener menos de 40 años al momento del primer pedido de beca (menos de 30 años para los candidatos de China) y empezar su carrera científica,
- tener un diploma universitario de tercer ciclo (Maestría mínimo o equivalente),
- tener un empleo en una universidad o un instituto de investigación en un país en vías de desarrollo.

No se reciben candidaturas de ciudadanos de los países europeos, incluidos Turquía y Chipre así como de la ex-Unión Soviética.

La Fundación tomara en consideración pedidos de becas sobre la gestión, la utilización y la conservación de los recursos biológicos. Los temas de investigación prioritarios de la Fundación incluyen : los recursos acuáticos, la producción animal, la producción vegetal, la forestería/agroforestería, la producción agro-alimenticia y las sustancias naturales.

Para mas información y para pedir el formulario de pedido de beca en francés o en inglés, por favor contactar :

IFS, Grev Turegatan 19,
S-114 38 Stockholm, Suède
Fax : +46-8-54581801
Email : info@ifs.se
Http://www.ifs.se

Noticias de INIBAP

Primera reunión de MUSALAC

El día 6 de Junio 2000, en Cartagena de Indias, Colombia, 14 Instituciones Nacionales de Investigación y Desarrollo, en representación de sus respectivos países (Bolivia, Brasil, Colombia, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Honduras, Jamaica, México, Panamá, Perú, Puerto Rico, República

Dominicana y Venezuela) y cuatro instituciones regionales/internacionales (CATIE, CIRAD, IICA e INIBAP) firmaron, en el ámbito de FORAGRO, un Acuerdo de Constitución de la Red de Investigación y Desarrollo de Plátano y Banano en América Latina y el Caribe (MUSALAC).

El objetivo general de MUSALAC es incrementar la productividad y competitividad en la cadena agroalimentaria del plátano y el banano a través del desarrollo científico y tecnológico, fortaleciendo los sistemas nacionales de investigación y desarrollo, integrando actores, priorizando y coordinando acciones en América Latina y el Caribe.

Los objetivos específicos son los siguientes :

- Integrar y fomentar a los programas de mejoramiento genético convencional y no convencional para el rápido desarrollo de variedades mejoradas de Musa con una amplia base genética y aceptabilidad por el consumidor; y diseminación de estas variedades a los productores mediante los programas nacionales de investigación y desarrollo.
- Desarrollar y extender en forma participativa sistemas de manejo integrado para los problemas prioritarios bajo un enfoque sostenible y rentable.
- Generar y transferir tecnologías sobre manejo agronómico y poscosecha para incrementar la productividad y sostenibilidad del cultivo.
- Favorecer el desarrollo integral del productor, mediante el mejoramiento de su competitividad y promover el aumento de la demanda de productos y subproductos de Musa.

Organización de MUSALAC

MUSALAC se compone de :

- un **Comité Directivo** conformado por un representante de una institución de cada país miembro que determinará sus políti-

cas, planes y proyectos de acción a mediano y largo plazo. Este Comité se reunirá una vez al año. Fue elegida Presidente de este Comité la Dra Altagracia Rivera de Castillo del CEDAF-República Dominicana, y como Vicepresidentes los Drs. Rodrigo Aveldano y Alvaro Uribe, de INIFAP-México y CORPOICA-Colombia, respectivamente.

- una **Coordinación Ejecutiva** que se encargará de coordinar y dar seguimiento al plan general de acción de MUSALAC y de los programas anuales de trabajo. El Dr Franklin E. Rosales, Coordinador de INIBAP para América latina y el Caribe, fue elegido Coordinador Ejecutivo.

- **Núcleos Nacionales**, constituidos fundamentalmente por las entidades nacionales públicas y privadas, con mandato y responsabilidades sobre la investigación y desarrollo de plátano y banano a nivel nacional, así como mecanismos de coordinación (por ejemplo redes nacionales, grupos de apoyo, otros) si existiesen.

MUSALAC estimulará la participación de organismos internacionales o regionales de cooperación técnica y financiera, relacionados con Investigación y Desarrollo de plátano y banano, cuyos mandatos coincidan con los objetivos de la Red.

Cuatro componentes temáticos fueron considerados como los mas importantes en un principio :

- Mejoramiento genético
- Manejo integrado de plagas
- Manejo del cultivo
- Desarrollo socioeconómico

Después de la firma del Acuerdo de Constitución, los participantes definieron prioridades regionales, elaboraron un plan operativo de mediano plazo y se organizaron en cuatro talleres temáticos y elaboraron, con la ayuda del Dr. Jorge Saravia del CIAT, un marco lógico sobre cuatro temas prioritarios a nivel regional, definidos con el fin de desarrollar proyectos para MUSALAC.

El evento fue inaugurado por el Dr Juan Lucas Restrepo, Director de la Oficina de Desarrollo Agrario del Departamento Nacional de Planeación de Colombia. Se tuvo también una jornada de presentaciones magistrales a cargo de los Drs Enrique Alarcón del IICA, Costa Rica, Miguel Gómez Lim del CINVESTAV, México y Carlos Quirós del CIAT, Colombia, quienes cubrieron los temas de "Escenarios Agrícolas de América Latina y el Caribe desde la Perspectiva Tecnológica", "La Biotecnología Vegetal en América Latina. Oportunidades y Retos" e "Investigación Participativa", respectivamente. Dos miembros del personal de INIBAP en Montpellier también presentaron los programas "PRO-MUSA" y "IMTP" (J.V. Escalant) y "el sistema global de información de INIBAP" (C. Picq) respectivamente.



Participantes de la primera reunión de MUSALAC.



Franklin Rosales, Coordinador regional de INIBAP firma el Acuerdo de constitución de MUSALAC.

Nuevo personal en INIBAP

INIBAP ha contratado recientemente seis nuevos miembros de su personal.

Guy Blomme, ciudadano belga, es un científico en agricultura con especialización en cultivos y agricultura tropical. Completó dos años de estudios de postgrado en agricultura tropical en la Ecole supérieure d'agronomie tropicale en Montpellier. Guy acaba de sustentar exitosamente su Doctorado (PhD) en la KUL, Lovaina, Bélgica. El título de su trabajo de tesis fue La interdependencia del desarrollo de las raíces y retoños en banano (*Musa spp.*) bajo condiciones de campo y la influencia de diversos factores biofísicos sobre estas relaciones (*The interdependence of root and shoot development in banana (Musa spp.) under field conditions and the influence of different biophysical factors on this relationship*). La investigación se realizó en la Estación Onne High Rainfall del IITA donde Guy pasó casi cinco años, y fue supervisada por el Prof. R. Swennen y el Dr A. Tenkouano del IITA. Guy asumió su nueva posición como Científico Asociado, Transferencia de Tecnología en *Musa*, en la Oficina Regional de INIBAP para Africa Oriental y del Sur, Kampala, Uganda al principio de febrero de 2000.

Max Ruas, ciudadano francés, tiene un grado de Master en Biología (Maîtrise de biologie des organismes et populations) y un Grado post-Master en Ciencias Computacionales (*Informatique appliquée aux organisations*), ambos de la Universidad de Montpellier. Max tiene experiencia profesional previa como Administrador de Datos en Biología y como Programador de Computadoras. Max asumió su nueva posición como Asistente de Servicios

Computacionales en la oficina de INIBAP en Montpellier el 28 de febrero de 2000.

Deborah Karamura, ciudadana de Uganda, ha trabajado para la Organización Nacional de Investigación Agrícola (*National Agricultural Research Organisation*, NARO) en Uganda, como taxónoma de bananos y especialista en germoplasma desde enero de 1994. Deborah tiene un Doctorado en taxonomía de los cultivos, un grado de Master en Taxonomía Pura y Aplicada (Universidad de Reading) y una licenciatura en Botánica y Zoología (Universidad de Makerere). Deborah fue contratada recientemente por INIBAP como Especialista en Germoplasma de *Musa* para el Proyecto de Conservación de *Musa* In Situ que está siendo implementado en Uganda y Tanzania, y su base está en la Oficina Regional de INIBAP en Kampala. Deborah será responsable por varios aspectos del proyecto, incluyendo la documentación de la diversidad de los cultivares en la región y apoyará y capacitará al personal de los SNIA en las metodologías de caracterización de germoplasma. Deborah también dedicará el 30% de su tiempo a las actividades de investigación de germoplasma en NARO. En el proyecto, Deborah trabajará estrechamente con el personal de los SNIA de Uganda y Tanzania, IITA, ICIPE y una cantidad de ONG.

Charlotte Lusty, ciudadana británica, tiene una licenciatura con honores en Ciencias Biológicas (Zoología) de la universidad de Edimburgo (1988-1991). Después de graduarse de la universidad, Charlotte pasó más de dos años trabajando en diversos proyectos en el campo en el RU, Kenia y Tanzania. A partir de 1994, ella ha estado trabajando para el Centro Mundial de Vigilancia de la Conservación (*World Conservation*

Monitoring Centre, WCMC), dedicada principalmente al manejo de los recursos de información en el programa de plantas. Ella adquirió una amplia experiencia en el manejo de datos sobre las especies, la coordinación dentro de una red global de expertos, organización de talleres y producción de materiales y publicaciones. Charlotte asumió su nueva posición como especialista en la evaluación de impactos y sensibilización ciudadana en la oficina de INIBAP en Montpellier el 5 de junio de 2000. Entre las obligaciones de Charlotte en INIBAP se encuentran las siguientes: la evaluación y síntesis de datos e información científicos, preparación de materiales publicitarios para el programa de INIBAP, asistencia a los Coordinadores Regionales de INIBAP en el área de la sensibilización ciudadana y evaluación del impacto, así como asistencia en la producción de las publicaciones de INIBAP.

Luis Pocasangre, ciudadano hondureño, graduado en el Centro de Investigación de Agricultura Tropical y Educación Superior, Turrialba, Costa Rica en 1992 (Maestría en Fitomejoramiento con énfasis en biotecnología) y en la Universidad Nacional Autónoma de Honduras (Licenciatura en Agronomía) en 1988. Durante los últimos 10 años, Luis ha adquirido una vasta experiencia en varios laboratorios: patología, nematología, cultivo de tejidos, biotecnología, fisiología de las plantas y conservación de germoplasma. A partir de 1996, ha estado trabajando como Asistente de Investigación en la *Universität Bonn*, donde fue responsable por el mejoramiento biológico de las plántulas provenientes de los cultivos de tejidos para los sistemas de producción bananera. Luis sustentará su tesis de doctorado (PhD) en fitopatología y nematología en el *Institut für Pflanzenkrankheiten, Universität Bonn* en el mes de junio de 2000, y asumirá su nueva posición como Científico Asociado, Transferencia de Tecnología, el 1ro de julio de 2000. Luis asistirá al Coordinador Regional de INIBAP para América Latina y el Caribe.

Charles Eledu, ciudadano de Uganda, tiene una Maestría en Investigación de Suelos del Instituto Internacional para las Investigaciones Aeroespaciales y Ciencias de la Tierra (*International Institute for Aerospace Surveys and Earth Sciences*), Países Bajos, y una licenciatura con honores en agricultura de la Universidad de Makerere, Uganda. Durante los últimos tres años, ha estado trabajando como



Guy Blomme



Max Ruas



Deborah Karamura



Charlotte Lusty



Luis Pocasangre



Charles Eledu

Investigador Asociado especializado en los sistemas de información geográfica (SIG) en el Centro Internacional para la Agricultura Tropical (CIAT), en Uganda, donde fue responsable por el desarrollo e implementación de una base de datos sobre frijoles para África. También proporcionó apoyo SIG para el programa de banano del IITA en Uganda. Recientemente Charles ha sido contratado como Experto SIG para el proyecto de información bananera crítica que está siendo implementado en África Oriental y del Sur por INIBAP.

Partida de Gisella Orjeda

Gisella Orjeda se unió a INIBAP en mayo de 1996 como Científico en Mejoramiento de Germoplasma de *Musa*. Gisella, de nacionalidad peruana, asumió la responsabilidad de la segunda fase del Programa Internacional de Evaluación de *Musa* (IMTP) y, durante su trabajo en INIBAP, también se involucró activamente en la iniciación del Programa Global para el Mejoramiento de *Musa*, PROMUSA. Gisella viajó extensamente en relación con su trabajo en el IMTP, visitando los sitios de evaluación alrededor del mundo y trabajando con los programas participantes en la recolección y análisis de los datos de evaluación. Uno de los principales logros de Gisella durante su trabajo con INIBAP fue el desarrollo de la base de datos del IMTP, que actualmente contiene la información de más de 30 clones candidatos para evaluación en los futuros ensayos en el marco del IMTP. Gisella siempre puso un gran énfasis en asegurar la validez estadística de los datos generados por los ensayos del IMTP y trabajó duro para desarrollar formatos estándar para la recolección de los datos con el fin de permitir una fácil comparación de los datos recolectados en diferentes sitios. Al completar los ensayos de la Fase II, Gisella realizó un análisis estadístico completo de los resultados provenientes de 17 sitios y aseguró la publicación del informe final del IMTP II, que actualmente está disponible en INIBAP.

Después de tres años de trabajo con INIBAP como coordinadora científica, Gisella decidió que deseaba volver a la investigación. En consecuencia, sus últimos seis meses con INIBAP Gisella los pasó trabajando en colaboración con el CIRAD en la caracterización molecular de las células de banano derivadas de los experimentos de fusión de protoplastos. Al completar este pequeño proyecto de investigación, Gisella dejó INIBAP para continuar con su carrera de investigadora.

El personal de INIBAP quiere aprovechar esta oportunidad para desear a Gisella todo lo mejor para su futuro.

15° aniversario

Este año INIBAP celebra su 15° aniversario. En reconocimiento a este aniversario, se están realizando varias actividades e iniciativas especiales. Entre estas se encuentran la traducción de un bonito folleto 'Bananas'

del francés al inglés y la producción de una serie de hojas divulgativas que tratan los bananos como un producto alimentario mundial y el papel de INIBAP en la investigación y desarrollo de *Musa*.

El aniversario se celebrará formalmente durante la siguiente reunión global de PROMUSA que tendrá lugar en Tailandia en noviembre. Esta reunión coincidirá con un simposio bananero nacional y una exhibición.

Repasando los últimos 15 años, se puede ver que en este corto período INIBAP vio un destacado crecimiento y evolución. Se desarrolló de un pequeño instituto independiente con menos de 10 empleados hasta convertirse en un programa significativo del CGIAR, con más de 40 personas quienes actualmente trabajan en siete países alrededor del mundo. En la actualidad, INIBAP apoya activamente más de 40 proyectos de investigación bananera que se llevan a cabo en 30 países, mientras que más de 50 países son miembros de las redes regionales coordinadas por INIBAP.

Revisión externa de INIBAP

Durante los meses de febrero y marzo de 2000, el programa de INIBAP fue revisado por un panel de expertos externo comisionado por IPGRI. El panel de revisión lo conformaron el Dr Claude Fauquet (Director, ILTAB, USA), Prof. Joseph Mukiibi (Director General, NARO, Uganda), Dr Michel de Núcé de Lamothe (Presidente de Agropolis, France) y el Prof. Dolores Ramírez (Universidad de Filipinas, Presidente del Panel).

Cada uno de los miembros del panel visitó una oficina regional de INIBAP y dos o tres SNIA en diferentes regiones. El equipo también visitó el banco genético de INIBAP en Bélgica y la sede de INIBAP en Montpellier.

El panel de revisión dio un informe muy favorable sobre el programa de INIBAP, en términos de las actividades que se realizan tanto a escala regional como global. Se resaltaron fortalezas particulares en las áreas del intercambio de germoplasma, mejoramiento de germoplasma, documentación y capacitación. El panel de revisión también felicitó a INIBAP por su modo de operación y señaló que el trabajo en red y la obtención de fuentes externas permite realizar una impresionante cantidad de trabajo por un equipo pequeño.

Se identificaron varias áreas para distintas actividades en el futuro, incluyendo la necesidad de una estrategia de conservación para una cobertura más completa de la reserva total de *Musa*, y un mayor uso de la diversidad de *Musa* en las actividades de mejoramiento y selección. INIBAP ya está tomando pasos para abordar estos y otros tópicos levantados por el equipo de revisión.

Finalmente, el panel de revisión hizo la observación de que, en comparación con la importancia global de este cultivo, la investigación bananera es limitada, debido prin-

cialmente a los pocos fondos que se dedican a esta investigación. Sin embargo, el panel reconoció que las necesidades de la investigación bananera a escala internacional deben ser resueltas a través del enfoque de redes y cree que la estructura desarrollada por INIBAP se adapta bien para cumplir con futuras necesidades. Además, el panel recomendó que el modelo de INIBAP se tome en cuenta por IPGRI con respecto a CGIAR como un esquema para resolver los problemas de otros productos o sistemas.

EXPO 2000

La EXPO 2000, que tendrá lugar en Hannover, Alemania del 1 de junio al 31 de octubre, tiene como tema principal "Humanidad - Naturaleza - Tecnología - Todo un mundo nuevo". Una de las características únicas de la EXPO 2000 consiste en que la misma tiene lugar no sólo en Hannover. Se considera que la EXPO 2000 existe dondequiera que la gente desarrolle y realice ideas para el futuro. Una de las vías por la cual la EXPO2000 se propone convertirse en una Exposición Mundial en el verdadero sentido de la palabra, es a través de un concepto totalmente nuevo denominado "Proyectos alrededor del mundo". El banco genético de INIBAP ha sido seleccionado por la EXPO 2000 como uno de estos 'Proyectos alrededor del mundo'.

Al participar en la EXPO 2000, INIBAP confía en levantar el perfil de los bananos como un cultivo alimentario básico. INIBAP destacará el hecho de que más del 85 % de los 88 millones de toneladas de bananos cosechados en el mundo es producido por pequeños agricultores casi exclusivamente para el consumo local. Los bananos representan esencialmente un cultivo alimentario básico y este será el aspecto que INIBAP estará promocionando durante la EXPO 2000.

Sito Web de INIBAP

Tal como informamos en el último número de INFOMUSA (Vol. 8,2), INIBAP ha lanzado recientemente un nuevo sitio web que proporciona un amplio rango de información sobre INIBAP, así como un acceso en línea a las bases de datos de INIBAP y publicaciones seleccionadas. Estamos muy complacidos en anunciar que nuestro sitio web actualmente está disponible en tres idiomas: inglés, francés y español.

Las recientes adiciones al sitio web incluyen las versiones en inglés y español del informe del Taller Internacional sobre la Producción y Comercialización de los Bananos Orgánicos por Pequeños Agricultores, que se celebró en la República Dominicana en noviembre de 1999 y la información sobre el próximo Simposio Internacional sobre Biología Molecular y Celular de los Bananos y la siguiente reunión global de PROMUSA.

La dirección del sitio web es: <http://www.inibap.org>

Direcciones de l'INIBAP

• Sede

Parc Scientifique Agropolis II
34397 Montpellier Cedex 5 – FRANCIA
e-mail : inibap@cgiar.org
http://www.inibap.org

Director

Dr Emile FRISON
e-mail : e.frison@cgiar.org

Encargado de Recursos Fitogenéticos

Dr Jean-Vincent ESCALANT
e-mail : j.escalant@cgiar.org

Encargada de la Conservación de Germoplasma

Sra Suzanne SHARROCK
e-mail : s.sharrock@cgiar.org

Jefe Información y Comunicación

Sra Claudine PICQ
e-mail : c.picq@cgiar.org

Coordinadora MGIS

Sra Elizabeth ARNAUD
e-mail : e.arnaud@cgiar.org

Administrador Financiero

Sr Thomas THORNTON
e-mail : t.thornton@cgiar.org

• Red Regional para América Latina y el Caribe

Coordinator Regional
Dr Franklin E. ROSALES
Científico Asociado, Transferencia de Tecnología :
Dr Luis POCASANGRE
C/o CATIE, Apdo 60
7071 Turrialba
COSTA RICA
Fax : (506) 556 24 31
e-mail : inibap@catie.ac.cr

• Red Regional para Asia y el Pacífico

Coordinator Regional
Dr Agustín B. MOLINA
C/o Collaborator Center IRRI
College, Laguna 4031
FILIPINAS
Fax : (63 49) 536 05 32
e-mail : a.molina@cgiar.org

• Red Regional para África Occidental y Central

Coordinator Regional
Dr Ekow AKYEAMPONG
Experto Asociado, Entomología
Stjin MESSIAEN
C/o CRBP, B.P. 12438
Douala
CAMERUN
Fax : (237) 42 91 56
e-mail : inibap@camnet.cm

• Red Regional para África Oriental y del Sur

Coordinator Regional
Dr Eldad KARAMURA
Científico Asociado, Transferencia de Tecnología
Dr Guy BLOMME
PO Box 24394
Kampala, UGANDA
Fax : (256-41) 22 35 03
e-mail : inibap@imul.com

• Centro de Tránsito INIBAP (ITC)

Encargada de la Conservación de Germoplasma
Ing. Ines VAN DEN HOUWE
Katholieke Universiteit Leuven
Laboratory of Tropical Crop Improvement
Kardinaal Mercierlaan 92
B-3001 Heverlee, BELGICA
Fax: (32-16) 32 19 93
e-mail :
ines.vandenhouwe@agr.kuleuven.ac.be

• Expertos Asociados, Nematología

Inge VAN DEN BERGH – VASI
Van Dien, Than Tri – Hanoi, VIETNAM
Fax : (84-4) 861 39 37
e-mail : ingegeert@fpt.vn

Thomas MOENS

C/o CORBANA
Estación de investigaciones La Rita
Apdo 390-7210 Guápiles,
COSTA RICA – Fax : (506) 763 30 55
e-mail : investigaciones@corbana.com

Recomendaciones para los autores

Los textos mecanografiados deberán ser preparados en inglés, francés o español y enviados al Jefe de Redacción. Todas las páginas (incluyendo las tablas, figuras, leyendas y referencias) deberán estar enumerados consecutivamente. El título debe ser lo más corto posible. Incluya el nombre completo de todos los autores y sus direcciones completas al momento de realizar el estudio. También indique a la persona quien recibirá la correspondencia respecto al trabajo.

Si el manuscrito ha sido preparado en una computadora, por favor, envíe una copia en disquete (o por correo electrónico) junto con el ejemplar impreso, indicando el nombre y la versión del procesador de palabras utilizado.

• Resúmenes

Un resumen que no exceda 200-250 palabras deberá ser enviado en el mismo idioma del manuscrito, así como las traducciones (incluyendo el título) en los otros dos idiomas, si es posible.

• Siglas

Las siglas deberán ser transcritas completamente la primera vez que éstas aparecen en el texto, seguidas por las siglas entre paréntesis.

• Bibliografía :

Todas las referencias bibliográficas deberán ser presentadas en orden alfabético de autores. La referencia en el texto debe indicar el nombre del autor y el año de publicación (por ejemplo : Sarah *et al.* 1992). Por favor, siga los siguientes ejemplos :

Artículos de ediciones periódicas : Sarah J.L., C. Blavignac & M. Boisseau. 1992. Une méthode de laboratoire pour le criblage variétal des bananiers vis-à-vis de la résistance aux nématodes. *Fruits* 47(5): 559-564.

Libros : Stover R.H. & N.W. Simmonds. 1987. *Bananas* (3rd edition). Longman, London, United Kingdom.

Artículos (o capítulos) de publicaciones no periódicas : Bakry F. & J.P. Horry. 1994. *Musa* breeding at CIRAD-FLHOR. Pp. 168-175 in *The Improvement and Testing of Musa* : a Global Partnership (D.R. Jones, ed.). INIBAP, Montpellier, Francia.

• Tablas

Las tablas deberán estar enumeradas consecutivamente y las referencias en el texto se harán de acuerdo a esta numeración. Cada tabla debe incluir un título.

• Ilustraciones :

Las ilustraciones deberán estar numeradas consecutivamente y las referencias en el texto se harán de acuerdo a esta numeración. Cada ilustración debe incluir un título sencillo y claro.

Gráficos : suministrar los datos correspondientes junto con los gráficos.

Dibujos : si es posible, suministrar dibujos originales.

Fotografías a colores : suministrar pruebas de buena calidad y películas o diapositivas originales.

Nota : Si el material de plantación utilizado para los experimentos descritos proviene o está registrado en el banco de germoplasma de INIBAP, debe indicarse su número de acceso (código ITC) dentro del texto o en forma tabular.

Gracias por seguir nuestras recomendaciones. Esto facilitará y acelerará el trabajo de edición.

Publicaciones de INIBAP



Disponibles en la sede central en Montpellier

CIRAD/INIBAP 2000. Bananas.

INIBAP. 2000. G. Orjeda (compil.). Evaluating bananas: a global partnership. Results of IMTP Phase II.

INIBAP/CRBP/CTA/CF. 1999. C. Picq, E. Fouré & E.A. Frison (eds). Bananas and food security/Les productions bananières: un enjeu économique majeur pour la sécurité alimentaire. Proceedings of an International Symposium held in Douala, Cameroon, 10-14 November 1998.

INIBAP/FHIA. 1999. F.E. Rosales, E. Arnaud & J. Coto (eds). A tribute to the work of Paul H. Allen: a catalogue of wild and cultivated bananas.

INIBAP/CIID/EARTH. 1999. F.E. Rosales, S.C. Tripon & J. Cerna (eds). Producción de banano orgánico y, o, ambientalmente amigable. Memorias del taller internacional organizado en la EARTH, Guácimo, Costa Rica, 27-29 de Julio 1998.

INIBAP/RF/SDC. 1999. E.A. Frison, C.S. Gold, E.B. Karamura & R.A. Sikora (eds). Mobilizing IPM for sustainable banana production in Africa. Proceedings of a workshop on banana IPM held in Nelspruit, South Africa, 23-28 November 1998.

INIBAP 1999. E. Akyeampong (ed.). *Musa* Network for West and Central Africa. Report of the second Steering Committee meeting held at Douala, Cameroon, 15-16 November 1998.

INIBAP 1999. Annual Report 1998.

INIBAP 1999. K. Shepherd. Cytogenetics of the genus *Musa*.

INIBAP 1998. E. Akyeampong (ed.). *Musa* Network for West and Central Africa. Report of the first Steering Committee meeting held at Douala, Cameroun, 8-10 December 1998.

INIBAP 1998. E.A. Frison & S.L. Sharrock (eds). Banana streak virus: a unique virus-*Musa* interaction? Proceedings of a workshop of the PROMUSA virology working group held in Montpellier, France, 19-21 January 1998.

INIBAP 1998. C. Picq (ed.). Segundo seminario/taller de la Red regional de información sobre banano y plátano de America Latina y el Caribe. San José, Costa Rica, 10-11 de Julio 1997.

INIBAP 1998. B.K. Dadzie. Post-harvest characteristics of black Sigatoka resistant banana, cooking banana and plantain hybrids. INIBAP Technical Guidelines 4.

INIBAP 1998. G. Orjeda en colaboración con los grupos de trabajo de PROMUSA sobre Sigatoka y Fusarium. Evaluación de los bananos para las Sigatokas y al Fusarium. Guías Técnicas INIBAP 3.

INIBAP/ACIAR 1997. E. Arnaud & J-P Horry (eds). *Musalogue*, a catalogue of *Musa* germplasm: Papua New Guinea collecting missions 1988-1989.

INIBAP/CTA/FHIA/NRI/ODA 1997. B.K. Dadzie & J.E. Orchard. Evaluación post-de los híbridos de bananos y plátanos: Criterios y métodos. Guías Técnicas INIBAP 2.

INIBAP/CTA 1997. P.R. Speijer & D. De Waele. Screening of *Musa* germplasm for resistance and tolerance to nematodes. INIBAP Technical Guidelines 1.

INIBAP/The World Bank 1997. E.A. Frison, G. Orjeda & S. Sharrock (eds). PROMUSA: A Global Programme for *Musa* Improvement. Proceedings of a meeting held in Gosier, Guadeloupe, March 5 and 9, 1997.

INIBAP-IPGRI/CIRAD. 1996. Descriptores para el banano (*Musa* spp.).

Disponibles en la oficina regional de INIBAP-ASPNET

INIBAP. 2000. R.V. Valmayor, S.H. Jamaluddin, B. Silayoi, S. Kusumo, L.D. Danh, O.C. Pascua & R.R.C. Espino. Banana cultivar names and synonyms in Southeast Asia (*in press*).

INIBAP/ASPNET 1999. V.N. Roa & A.B. Molina (eds). Minutes: Eighth meeting of INIBAP/ASPNET Regional Advisory Committee (RAC) hosted by the Queensland Horticulture Institute (DPI) in Brisbane, Australia, 21-23 October 1998.

INIBAP/ASPNET 1998. Minutes: Sixth meeting of INIBAP/ASPNET Regional Advisory Committee (RAC) hosted by the Vietnam Agricultural Science Institute (VASI) in Hanoi, Vietnam, 21-23 October 1997.

INIBAP/ASPNET 1997. V.N. Roa & R.V. Valmayor (eds). Minutes: Sixth meeting of INIBAP/ASPNET Regional Advisory Committee (RAC) hosted by National Research Center on Banana (ICAR) in Tiruchirapalli, India, 26-28 September 1996.

INIBAP/ASPNET 1996. R.V. Valmayor, V.N. Roa & V.F. Cabangbang (eds). Regional Information System for Banana and Plantain - Asia and the Pacific (RISBAP): Proceedings of a consultation/workshop held at Los Baños, Philippines, 1-3 April 1996. (ASPNET Book Series N° 6).

Contenido

3ª reunión global de PROMUSA, Bangkok, Tailandia, del 6 al 8 de noviembre de 2000p. I

2º simposio internacional sobre la biología molecular y celular del banano, Byron Bay, Australia, del 29 de octubre al 3 de noviembre de 2000p. II

Iniciativa "la genómica del banano" . . .p. III

¿Qué es PROMUSA ?

El Programa Global para el Mejoramiento de *Musa* (PROMUSA) es un amplio programa que tiene el propósito de involucrar a todos los principales actores del mejoramiento de *Musa*. Este programa fue desarrollado como un medio de enlazar el trabajo realizado para resolver los problemas de los productores de bananos para la exportación, además de las iniciativas dirigidas al mejoramiento de la producción de bananos y plátanos a nivel de subsistencia y pequeña escala para los mercados locales. El programa global se construye sobre los logros existentes en la investigación y está basado en las iniciativas de las investigaciones en curso. Por lo tanto, PROMUSA es un mecanismo para maximizar los logros y acelerar el impacto de todo el esfuerzo mundial del mejoramiento en el área de *Musa*. El programa representa un mecanismo innovador que reúne investigaciones que se realizan tanto dentro, como fuera del CGIAR, creando nuevas asociaciones entre los Sistemas Nacionales de Investigación Agrícola (SNIA) e instituciones de investigación en países desarrollados y en vías de desarrollo. La formación de tales asociaciones también contribuirá a fortalecer la capacidad de los SNIA con respecto a la conducción de las investigaciones relacionadas con *Musa*.

La principal meta de PROMUSA es desarrollar un amplio rango de variedades mejoradas de banano, a partir de las cuales los productores de todo el mundo puedan seleccionar aquellas que más responden a sus necesidades. El programa reúne el mejoramiento convencional basado en las técnicas de hibridación, con el mejoramiento mediante la ingeniería genética y la biotecnología. Este amplio esfuerzo de mejoramiento genético es apoyado por las investigaciones que se realizan sobre plagas y enfermedades específicas dentro de varios grupos de trabajo de PROMUSA. Un mecanismo eficaz para la evaluación de nuevas variedades, desarrollado en el marco de PROMUSA, también representa un componente esencial del programa.



PROMUSA

Un programa global para el mejoramiento de *Musa*

3ª reunión global de PROMUSA, Bangkok, Tailandia. 6-8 de noviembre 2000

El Programa Global para el Mejoramiento de *Musa* (PROMUSA) es un programa amplio dirigido a involucrar a las principales personalidades del mejoramiento de *Musa*. El programa global se basa en las iniciativas de investigación en curso y es un mecanismo para maximizar ampliamente los resultados y acelerar el impacto del esfuerzo total en el mejoramiento de *Musa*.

La segunda reunión global de PROMUSA se celebró en Douala, Camerún, en noviembre de 1998. La reunión, a la cual asistieron 70 investigadores, consistió de una sesión plenaria, seguida por las reuniones de los grupos de trabajo individuales. El informe de esta reunión fue publicado en la sección PROMUSA de INFOMUSA Vol. 7, No. 2.

La tercera reunión global permitirá dar un paso más hacia adelante en el mejoramiento de la producción de bananos y plátanos a escala de subsistencia y de los pequeños agricultores.

Programa

Lunes 06 de noviembre de 2000 :

- Inauguración de la reunión
- Introducción
- Sesión plenaria
- Informe de los presidentes de los grupos de trabajo :

- Grupo de trabajo en mejoramiento genético,
- Grupo de trabajo en Sigatoka,
- Grupo de trabajo en nematodos,
- Grupo de trabajo en marchitamiento por Fusarium,
- Grupo de trabajo en virología, Introducción a los diferentes talleres.

Martes 07 de noviembre de 2000

Reunión del Comité Directivo

Talleres

- "Hacia una estrategia para el desarrollo de nuevos híbridos resistentes a los nematodos", que incluye el mejoramiento clásico y la biotecnología.
- "BSV en el mejoramiento e intercambio de germoplasma".

Miércoles 08 de noviembre de 2000 :

- Sesión plenaria
- Informes de los diferentes grupos de trabajo
- Informe del Comité Directivo
- Aspectos del funcionamiento de PROMUSA
- Visita a una exposición bananera (tentativa)

Jueves 09 de noviembre de 2000

Partida de los participantes

Participación

La participación en la reunión se limita solamente a los participantes de PROMUSA. Los no participantes de PROMUSA con interés en asistir a la reunión, serán invitados al contactar al Secretariado de la reunión en la siguiente dirección :

Meeting Secretariat

Jean-Vincent Escalant, INIBAP
 Parc Scientifique Agropolis II
 34397 Montpellier, Francia
 Tel : +33 4 67 61 13 02
 Fax : +33 4 67 61 03 34
 e-mail : j.escalant@cgiar.org
<http://www.inibap.org/promusameeting/promusameeting.htm>

2º simposio internacional sobre la biología molecular y celular del banano, Byron Bay, Australia, 29 de octubre - 3 de noviembre 2000

Primer anuncio

El Simposio inaugural sobre la Biología Molecular y Celular del Banano fue celebrado en marzo de 1999 en Ithaca, New York y tuvo un gran éxito, atrayendo a participantes de diversas áreas, reflejando así la magnitud de la utilización de la biología molecular en la agricultura moderna.

El programa del 2º simposio incluye : Recepción de bienvenida, sesiones de presentación de ponencias y carteles, excursión a los campos de ensayos bananeros, almuerzo.

Los tópicos cubiertos por el simposio serán los siguientes :

- Genómica,
- Expresión génica y en plantas transgénicas,
- Fitopatología y resistencia a las enfermedades,
- Biodiversidad y evolución,
- Bioquímica y maduración de la fruta,
- Propiedad intelectual y organismos modificados genéticamente.

Para recibir el folleto con todas la informaciones útiles para el **registro** y el envío de los resúmenes, por favor contacte :

Sra. Di O'Rourke, Banana symposium, Faculty of science, Queensland University of Technology, GPO Box 2434, Brisbane, Qld, 4001, Australia, Fax : 61 7 3864 5100.

Información adicional está disponible en la siguiente dirección :

<http://www.inibap.org/byronbay/Byronbay.html>

Publicaciones

En el marco del grupo de trabajo en nematología de PROMUSA, se realizaron la investigación y el cribado de nematodos y tres trabajos serán publicados como investigación de PROMUSA.

1) **Respuesta de la planta huésped de los cultivares de banano (*Musa***

spp.) del Sudeste asiático a los nematodos por R. Stoffelen, Vu Thi Thanh Tam, R. L. Swennen y D. De Waele, International Journal of Nematology (1999) Vol. 9(2): 130-136.

Resumen. Trece cultivares de los genotipos de *Musa* cultivados comúnmente en Malasia y Vietnam fueron evaluados con respecto a su resistencia al *Radopholus similis*, *Pratylenchus coffeae* y *Meloidogyne* spp. La respuesta nematodo – planta huésped fue comparada con la de los cultivares susceptibles ‘Grande Naine’ y ‘Cavendish 901’. Plántulas propagadas *in vitro* fueron sembradas en potes en suelo arenoso arcilloso en el invernadero e inoculadas con aproximadamente 1000 nematodos de lesión o 2500-5000 nematodos noduladores de las raíces juveniles, 4 semanas después de la plantación. La reproducción de los nematodos fue determinada 8 o 10 semanas después de la inoculación, en dependencia de la especie. Todos los cultivares de Malasia y Vietnam cribados fueron al menos tan susceptibles al *R. similis*, *P. coffeae* y *Meloidogyne* spp., como los cultivares de referencia susceptibles. Se observaron las diferencias en la susceptibilidad entre los cultivares.

2) **Respuesta de la planta huésped de los genotipos de *Musa* resistentes al marchitamiento por *Fusarium*, con respecto al *Radopholus similis* y *Pratylenchus coffeae*** por R. Stoffelen, R. Verlinden, J. Pinochet, R. L. Swennen y D. De Waele. International Journal of Pest Management (aceptado).

Resumen. Diez genotipos de *Musa* aceptados por el Programa Internacional de Evaluación de *Musa* (IMTP) como resistentes o moderadamente resistentes al marchitamiento por *Fusarium* causado por *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* y tres cultivares susceptibles al marchitamiento por *Fusarium* fueron evaluados con respecto a su resistencia al *Radopholus similis* y *Pratylenchus coffeae* y su respuesta nematodo-planta huésped, en comparación con el cultivar susceptible ‘Grande Naine’. Las plántulas propagadas *in vitro* fueron transferidas en el invernadero en arena arcillosa en potes e inoculadas con aproximadamente 1000 nematodos, 4 semanas después de la plantación. La reproducción del *R. similis* y *P. coffeae* en las raíces fue determi-

nada 8 y 10 semanas después de la inoculación, respectivamente. Las accesiones del ‘Pisang Jari Buaya’ ITC0312 y ITC0690 y el ‘Yangambi km5’ fueron resistentes al *R. similis*. El ‘Pisang Lilin’, ‘Bluggoe’, ‘Saba’, ‘Gros Michel’, ‘Williams’, ‘GCTCV 215’, ‘GCTCV 119’, ‘FHIA-01’, ‘PA 03.22’, ‘PA 03.44’ fueron tan susceptibles al *R. similis* como el ‘Grande Naine’. Ninguno de los 14 genotipos evaluados fue resistente a *P. coffeae*.

3) **Comportamiento al campo de plantas de banano (*Musa* sp.) obtenidas a partir de suspensiones de células embriogénicas después de crioconservación** por F.X. Côte, O. Goue, R. Domergue, B. Panis and C. Jenny. CryoLetters 21: 19-24 (2000).

Resumen. Este estudio describe el comportamiento al campo de plantas de banano (*Musa* sp.) obtenidas a partir de suspensiones de células embriogénicas después de crioconservación. Las observaciones enfocaron a los descriptores clásicos del desarrollo vegetal. Ninguna diferencia significativa fue observada entre las plantas procedentes de crioconservación y las plantas testigo en cuanto a la altura de la planta y su circunferencia, el número de hojas, el número de frutas, el largo del fruto, el diámetro y el peso del fruto, el peso del racimo y la fecha de la cosecha. Sin embargo, durante el primer ciclo de cultivo, 2 de los 11 descriptores analizados han mostrado diferencias significativas entre el testigo y las plantas procedentes de suspensiones celulares congeladas. Estos son el grupo de flores (comúnmente llamado ‘mano’ de flores) y la fecha de floración. Sin embargo estas diferencias se revelaron menores, los dos casos confundidos representando solamente 2 % del valor del testigo. Durante el segundo ciclo de cultivo, ninguna diferencia significativa ha sido observada, cualquier sea los parámetros estudiados. Estos resultados sugieren que, considerando las condiciones experimentales de este estudio, no hubo diferencia al nivel agronómico entre las plantas producidas a partir de suspensiones de células embriogénicas congeladas y las plantas testigo.

Iniciativa “la genómica del banano”

Informe de la reunión celebrada del 6 al 8 de abril de 2000 en Montpellier, Francia, en el marco de PROMUSA

Introducción

El mejoramiento moderno de cultivos está basado en la selección asistida con marcadores moleculares e introgresión de las características agronómicas de interés, como la resistencia a los plaguicidas o la calidad. Varios proyectos de investigación en curso han permitido construir mapas genéticos, clonar genes, realizar ensayos de expresión, examinar promotores y transferir constituyentes de genes a cultivares.

Aunque la genómica funcional de las plantas modelo se encuentra en su etapa inicial, sus resultados aumentarán el entendimiento de la biología básica de las plantas, así como la utilización de la información genómica para el mejoramiento de los cultivos. Para identificar las funciones de los genes de un organismo completo, actualmente la tecnología genómica se concentra en los métodos de alto rendimiento (*high throughput methods*, HTP) :

- Aislamiento de mutantes por inserción,
- Partículas de genes o microseries (*microarrays*),
- Proteómica.

Todas estas y otras técnicas HTP en el análisis de las funciones de los genes ofrecen nuevos usos para los genes, que son descubiertos mediante la secuenciación.

La creación de las herramientas para el estudio del genoma, el mismo transcrito, contribuirá en gran manera a un progreso rápido en el mejoramiento de *Musa*. Las bibliotecas BAC, EST y cADN, las micro/macro series (*micro/macroarrays*) y partículas de ADN, así como los mapas (genéticos, citogenéticos y físicos) y los esquemas de expresión, sostendrán el desarrollo de la genómica de *Musa* de la misma manera que los marcadores moleculares se beneficiaron del refinamiento de la genética de *Musa*.

La genómica de las plantas es un nuevo campo emergente que mantiene la promesa de describir todo el inventario genético de las plantas. La información derivada de los estudios de la genómica de las plan-

tas ayudará a entender como los genes hacen posible que una planta realice sus funciones como un organismo viviente y como la diversidad de las funciones en todas las plantas se relaciona con simples cambios en genomas individuales. Finalmente, la genómica de las plantas puede ser utilizada con el fin de modificar las plantas genéticamente logrando su desempeño óptimo en diferentes ambientes biológicos, ecológicos y culturales para el beneficio de la gente y del ambiente.

Con el fin de lograr un progreso rápido en la investigación de la genómica aplicada a PROMUSA, se reunieron los principales equipos de investigación que trabajan en esta área.

Al final de la reunión se alcanzó un destacado grado de consenso para la iniciativa de la genómica del banano. Todas las partes acordaron formar un Consorcio de la genómica del banano. Por lo tanto, PROMUSA brinda una buena oportunidad para que este consorcio se convierta en un líder en la investigación de la genómica del banano, a través del desarrollo e implementación de una estrategia visionaria que se extiende a diferentes instituciones alrededor del mundo.

Como el consorcio tomará ventaja de las fortalezas existentes

Descifrar el genoma del banano es una tarea enorme que requerirá la participación y colaboración de los científicos alrededor del mundo. El Consorcio de la genómica del banano reunirá y reforzará la experiencia y conocimientos combinados (tanto del sector público como privado).

El desarrollo de una estrategia para la genómica del banano y la interacción entre instituciones y disciplinas en el diseño de los experimentos, la interpretación de los datos y la formulación de las propuestas para nuevos proyectos reforzará en gran medida los esfuerzos globales en esta área de la genómica.

El Programa global para el mejoramiento de *Musa* (PROMUSA) ofrece un buen marco para asumir el liderazgo en la nueva iniciativa de la genómica del banano, cuyas actividades se desarrollarán dentro del Consorcio. PROMUSA es un programa de base amplia que apunta a involucrar a las principales personalidades que trabajan en el mejoramiento de *Musa*. El propósito principal de PROMUSA es desarrollar un

amplio rango de variedades mejoradas de *Musa*, reuniendo el mejoramiento convencional y la biotecnología apoyados por la investigación que se realiza sobre las plagas y enfermedades dentro de varios grupos de trabajo.

Objetivos

Asegurar la sostenibilidad del banano como un cultivo alimentario básico para una gran parte de la población mundial y sus necesidades alimenticias cambiantes y los ambientes que progresivamente se convierten en limitados. Esto puede ser logrado a través de un entendimiento genético y genómico que permitirá concertar el mejoramiento y las estrategias transgénicas.

Utilizar tecnologías postgenómica para dominar la biodiversidad con el fin de mejorar los bananos locales para el beneficio del pequeño agricultor.

Modus operandi

El Consorcio operará bajo la guía de un comité científico en el marco de PROMUSA.

Los criterios para la membresía en el consorcio se basarán en lo siguiente :

- Alto nivel de experiencia (publicaciones científicas),
- Facilidades,
- Compromiso para observar las reglas del consorcio.

Los miembros serán elegidos a través de una consulta abierta en el comité científico con una mayoría de dos tercios.

Composición y papel del comité científico

Dr Françoise Carreel, CIRAD-FLHOR, Montpellier, Francia,

Prof. James Dale, QUT, Brisbane, Australia,

Dr Jaroslav Dolezel, IEB, Olomouc, República Checa,

Prof. Peter Gresshoff, Queensland University, Brisbane, Australia,

Dr Pat Heslop-Harrison, John Innes Center, Colney, Reino Unido,

Dr Dieter Kaemmer, University of Frankfurt, Frankfurt, Alemania,

Dr Pierre Lagoda, CIRAD-BIOTROP, Montpellier, Francia,

Dr Michael Pillay, IITA, Nigeria

Dr Lazlo Sagi, KUL, Lovaina, Bélgica.

Cada miembro del comité será responsable de arreglar un reemplazo temporal o

permanente del grupo representado cuando sea apropiado. Los nuevos miembros serán invitados para unirse al comité científico basándose en el nombramiento por parte de un miembro del comité y un voto afirmativo de la mayoría. Se anticipa que el comité mantendrá comunicación regular y se reunirá anualmente aprovechando las facilidades de PROMUSA cuando sea posible.

Se acordó que el papel del comité científico consistirá en brindar observación y dirección al consorcio. Este comité también será responsable por el establecimiento de las prioridades del programa basándose en una discusión abierta dentro del grupo.

Reglas del consorcio

Las personas participantes en el consorcio (miembros) deben acordar lo siguiente :

- Compartir con los miembros del grupo toda la información obtenida de los proyectos financiados a través del consorcio. La información estará disponible para todos los miembros gratuitamente,
- El consorcio negociará con el sector privado el acceso a las tecnologías necesarias,
- Compartir los materiales relevantes para el desarrollo de las tecnologías necesarias
- Facilitar el acceso a la infraestructura dentro del consorcio.

(*Materiales* : éstos incluyen clones, bibliotecas, e información sobre las secuencias, así como los protocolos, métodos y preimpresos, material vegetal, muestras de tejidos, sondas de ADN. La paternidad literaria conjunta debe arreglarse con antelación para asegurar la propiedad de la tecnología.)

Como la genómica puede beneficiar el mejoramiento del banano

Actualmente, varias instituciones de investigación, universidades y compañías privadas están involucradas en el mejoramiento de los bananos de postre y de cocción mediante el mejoramiento convencional y, cada vez más, mediante la ingeniería genética. La estrategia del mejoramiento clásico involucra cruzamientos de una accesión diploide fértil con buenos cultivares triploides comestibles, con el fin de crear híbridos tetraploides. Otra estrategia se

concentra en la “reconstrucción” de los cultivares triploides cruzando los diploides mejorados con los diploides duplicados artificialmente (autotetraploides).

Este esfuerzo de mejoramiento podría ser fortalecido considerablemente y acelerado con un mejor conocimiento del genoma a niveles molecular y cromosómico.

Un problema muy importante para el mejoramiento y análisis genético es la variabilidad de la estructura cromosómica entre las diferentes accesiones debido a los rearrreglos estructurales. Las translocaciones e inversiones de los segmentos de cromosomas conducen a importantes irregularidades en la meiosis y una transmisión irregular de cromosomas. Los genes que usualmente se segregan independientemente mostrarán en este caso grados variables de enlaces en las progenies de los híbridos estructurales. El efecto total de esta hibrididad estructural interfiere con los esfuerzos de los mejoradores al recombinar y transferir las características deseables de los diploides silvestres y cultivados a los nuevos híbridos mejorados.

Es muy necesario desarrollar las nuevas herramientas moleculares que permitirán la localización de genes importantes para tales características como la resistencia a plagas y enfermedades y calidad de los cultivos, así como para mejorar el conocimiento sobre los mecanismos de herencia de estas características. Las técnicas de la citogenética molecular que involucran la hibridación *in situ* de las secuencias de ADN han demostrado representar un método valioso para obtener una visión del genoma. La hibridación *in situ* por fluorescencia (FISH) con sondas múltiples ha demostrado ser un método eficaz para el estudio de los aspectos fundamentales de la estructura y del comportamiento de los cromosomas. La hibridación genómica *in situ* (GISH) permite diferenciar cromosomas de diferentes genomas en la misma especie, haciendo posible la identificación de cromosomas de los progenitores en los híbridos interespecíficos. Debido a que los cromosomas de *Musa* usualmente no se etiquetan totalmente según el protocolo GISH, es importante desarrollar más marcas citogenéticas moleculares las cuales contribuirán a la construcción de los mapas físicos y permitirán la integración de los mapas genéticos y físicos, incluyendo el análisis con FISH de las secuencias

5.8S-25S y 5S de rADN, así como las secuencias teloméricas.

La transformación genética de los bananos también puede contribuir en gran medida a la creación de nuevos clones resistentes a plagas y enfermedades. Sin embargo, a pesar de que ya se han desarrollado exitosamente varios protocolos de transformación genética en diferentes instituciones, que permiten regenerar plantas transformadas de banano con genes de proteína antifúngica y genes antivirales, también se necesitan genes y promotores específicos de banano.

Es posible seguir diferentes enfoques para descubrir las secuencias y funciones de los genes, cada uno con sus ventajas y desventajas específicas : los genes expresados de una planta pueden ser catalogados secuenciando etiquetas de secuencia expresada (*expressed sequence tag*, EST) o ADN complementario (cADN). Existen más de 1000 EST de plantas disponibles en las bases de datos públicas, que ofrecen un método eficaz para descubrir genes en las plantas. Una comparación de las bases de datos de EST de diferentes plantas, tejidos y condiciones, revela la diversidad en las secuencias codificadoras entre las plantas. Sin embargo, al mismo tiempo esta comparación proporciona una perspectiva global de las similitudes en los genes para los procesos específicos, como las condiciones de maduración o la inducción de los patógenos. Un análisis de similitud de secuencias que utiliza herramientas bioinformáticas, permite la asignación de las funciones probables de los genes y la identificación de los genes que son similares entre las especies.