



FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

INFORME TÉCNICO 2004

PROGRAMA DE BANANO Y PLATANO



La Lima, Cortés, Honduras, C.A.
Marzo, 2005

CONTENIDO

Informe de Mejoramiento de Banano y Plátano	1
Actividades de Investigación.....	2
Proyecto FHIA-CHIQUITA de Banano y Plátano	2
Ampliación de lotes de cruzamiento.....	2
Producción de plantas híbridas durante 2004	2
Evaluación de nuevos híbridos experimentales	3
Técnica rápida para la evaluación de la oxidación de la pulpa de fruta de musáceas	4
Otras Actividades.....	7
Obtención de la patente de FHIA-26	7
Desarrollo de la tecnología pre y pos cosecha de FHIA 26.....	10
Observaciones del lote demostrativo de híbridos FHIA	14
Participación de Cursos y Congresos.....	15
Caracterización morfológica, fenológica, agronómica y reacción a Sigatoka negra de siete híbridos tetraploides (AAAB) y dos cultivares naturales (AAB) de plátano en Honduras.	23
Caracterización Nematológica del Centro Experimental y Demostrativo de Plátano (CEDEP). Año 2004.	31
Efectividad en control de Sigatoka negra del banano de productos aprobados para producción orgánica de cultivos	34
Evaluación de poscosecha del banano híbrido FHIA-29.....	40

Informe de Mejoramiento de Banano y Plátano

Juan Fernando Aguilar Morán

Programa de Banano y Plátano

Introducción:

La producción mundial de musáceas en el 2003 fue estimada en 102 millones de toneladas métricas, de este total 68% corresponde a bananos y 32% a plátanos. La producción, exportación e importación están concentradas en pocos países. Los principales países productores respondieron por 75% de la producción total en el 2003, siendo India, Ecuador, Brasil y China responsables por casi 50% de este volumen.

En cuanto a exportación, América Latina y las islas del Caribe fueron responsables por 80% del total mundial de exportación, cifra equivalente a 15 millones de toneladas métricas. Los líderes de producción fueron Ecuador, Costa Rica, Filipinas y Colombia (FAO, 2003).

Por otro lado, en términos de comercialización, la discusión sobre EL ARANCEL propuesto por la comunidad Europea se ha destacado en la media. Actualmente se tiene una tarifa de 75 Euros por Tonelada para países en desarrollo, siendo que la cuota esta limitada a 3 millones de toneladas y la tarifa de 680 Euros se aplica para volúmenes superiores. En esta categoría, África y las Islas del Caribe de la comunidad Europea están exoneradas. Actualmente se esta proponiendo la tarifa de 230 Euros, sin límite de volumen para todos los países. Este asunto continua siendo discutido por muchos países de la América Latina. Costa Rica y Ecuador sugieren que la mejor solución seria mantener el sistema actual hasta que mejores alternativas sean creadas.

En términos de demanda mundial de bananos se observa un crecimiento de 1.94% que ha sido determinado principalmente por el mayor consumo en Europa Oriental y los Estados Unidos. La preocupación con la salud junto con la “prisa” del mundo actual han hecho de la banana una excelente opción como alimento fresco o “snack”, como también se ha convertido en componente principal en productos industrializados tales como yogures, purés y dulces.

Bajo el punto de vista tecnológico-científico y las nuevas tendencias de mercado últimamente se ha enfatizado en la diversificación de mercados para la fruta de la banana, pues se sabe que aproximadamente la quinta parte de los bananos cosechados es descartada por estar fuera de los padrones establecidos de consumo. Siendo así, su uso en raciones de animales y fabricación de productos como chips, debe ser considerado. En esta línea de acción, una solución es la innovación o creación de nuevas variedades de musáceas que estén de acuerdo con las necesidades de los distribuidores y de los consumidores. El inicio, para la obtención de nuevas alternativas reside en el mejoramiento genético, pues la maduración, la textura y el sabor tienen control genético. Por ejemplo, la vida del sabor de la fruta (flavor life) es mas corta que la vida de anaquel (shelf life), el mantenimiento de la calidad del sabor de las frutas después de la cosecha es el mayor desafío para la obtención de nuevos mercados, y esto se complica cada vez que las cadenas de marketing se demoran mas como resultado de nuevas tecnologías de almacenamiento, manoseo o transporte.

En el pasado una de las dificultades en la adopción de los híbridos de FHIA por las compañías exportadoras de banano era la falta de productos similares al Cavendish y la falta de tecnologías de pre y poscosecha para su manejo. En la actual tendencia del Programa estas barreras se están venciendo pues estamos trabajando junto con fisiología de pos-cosecha, pruebas sensoriales y orientando el mejoramiento hacia las necesidades de los distribuidores y

consumidores en un enfoque integrado para la calidad de las características organolépticas de las musáceas adecuadas al mercado.

Actividades de Investigación

Proyecto FHIA-CHIQUITA de Banano y Plátano

En marzo del 2004 se dio inicio al proyecto FHIA-CHIQUITA de Banano y Plátano, este fue un marco trascendente en el programa de mejoramiento genético de Banano y Plátano de FHIA, pues el programa vuelve a trabajar con su fundador después de 10 años de mejoramiento desarrollado por FHIA.

Ahora estamos trabajando con un programa innovador que tiene como objetivo general crear y desarrollar híbridos de banano y plátano con valor agregado que represente un alto retorno en la cadena productiva de musáceas.

Ampliación de lotes de cruzamiento

Para poder realizar los cruzamientos programados en el Plan Operativo 2004 fue necesario destallar, nivelar, preparar y sembrar las secciones 3A y 29. Se sembraron 9,468 plantas de 39 variedades que están indicadas en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Renovación de lotes de cruzamiento durante 2003.

Pisang Mas	1595	3640	142	Pelipita	36
SH-4001	1172	Islas	112	Mil dedos	36
FHIA 01	1171	Novak	96	Lidy	36
3142	952	Khae	96	II 408	36
3437	828	Gross Michel	96	Bendita	36
AVP - 67	493	Manzano	92	Balbisiana	36
FHIA 26	452	Tuggia	48	3 dedos	36
3362	397	Rong rong	48	Galil 7	32
FHIA 02	276	Inarnibal	48	Topala	16
Ney Poovan	258	Aguila	48	Pisang Raja	16
Williams	208	Pitogo	36	Calcuta	16
Datil	208	Pisang Surong	36	3263	16
Hawaiano	160	Pisang Jari Buaya	36	3159	16
				Total	9468

Producción de plantas híbridas durante 2004

El Cuadro 2, muestra la cantidad de racimos polinizados, semillas extraídas, embriones cultivados y el total de plantas en diferentes fases en el invernadero producidas de enero a diciembre del 2004. Fueron polinizados 31,229 racimos con un equipo de 8 polinizadores.

La producción de semillas fue alta (90,493) pues los cruzamientos que incluyen diploides mejorados como progenitores femeninos producen muchas semillas. Otro motivo para tener alto número de semillas es que actualmente ya no se realiza el descarte de semillas vanas, pues existe la posibilidad de eliminar semillas sin endospermo pero con embrión que puede generar plantas híbridas en cruzamientos de baja fertilidad y estas semillas serian descartadas en la selección de semillas vanas.

De las 90,493 semillas se desarrollaron 10,891 plantas híbridas, pues 42% de las semillas obtenidas presentaban embrión viable y de estos embriones apenas 28% se desarrollaron

normalmente, lo que significa que en apenas 12 % de las semillas se desarrollaron plantas híbridas normales.

Cuadro 2. Racimos polinizados, racimos cosechados, semillas extraídas, embriones cultivados y total de plantas híbridas en invernadero. CEDPR, enero a diciembre del 2004.

Mes	Racimos Polinizados	Semillas Extraídas	Embriones Cultivados	Plantas en Invernadero
Enero	923	2552	426	249
Febrero	751	2160	911	156
Marzo	1442	11059	2555	148
Abril	2116	10359	2776	351
Mayo	3694	13195	3313	1074
Junio	4153	14883	3753	589
Julio	2684	9449	4921	2090
Agosto	2799	7624	5294	1149
Septiembre	2515	4221	2525	1527
Octubre	2540	3810	3001	1449
Noviembre	4252	6365	4188	792
Diciembre	3360	4816	4927	1317
Total	31,229	90,493	38,590	10,891

Evaluación de nuevos híbridos experimentales

Durante el 2004 se sembraron 7,051 plantas híbridas segregantes. El Cuadro 3, muestra las cantidades de los diferentes tipos de híbridos que iniciaron su evaluación en el 2004. El 74 % de los híbridos que están siendo evaluados son diploides. Lo que denota la importancia que durante el presente año se le dio al mejoramiento de las características organolépticas de los diploides mejorados. La siembra de estos ensayos se hizo en forma escalonada en las secciones 39, 3A y 29, a medida que hubo áreas disponibles y materiales experimentales desde el 23 de Febrero hasta el 10 de Diciembre.

Cuadro 3. Tipos de híbridos que fueron plantados durante el 2004.

Tipo de Híbrido	Plantas
Diploides	5264
Plátano	716
Bananos de postre	430
Testigos	250
Bananos de coccion	174
FHIA 26	91
Prata	53
Hembras Tetraploides	43
Especiales	19
Otros	11
Total	7,051

Técnica rápida para la evaluación de la oxidación de la pulpa de fruta de musáceas

El híbrido FHIA 01 siempre fue descrito como un híbrido con baja oxidación de la pulpa, pero esta característica solamente había sido determinada en forma visual o cualitativa, sin tener una determinación cuantitativa del fenómeno. Por tal razón, era necesario comprobar esto en una forma científica o cuantificable. Para este fin se evaluaron dos protocolos, el primero estaba relacionado con la determinación de color después de exponer tajadas de pulpa a la acción del oxígeno y el segundo protocolo estaba relacionado a una técnica que es utilizada en manzana para medir la oxidación de la pulpa.

Primeramente se hicieron evaluaciones de la variación del color de tajadas de pulpa expuesta al oxígeno con la ayuda de un determinador de colores en la escala a^* , b^* y c^* (Minolta). Con el uso de esta técnica se comprobó que a medida que el tiempo transcurría variedades susceptibles como Cavendish presentaban tonos más oscuros y esto nos proporcionaba una escala descendente, esta medida fue buena, sin embargo era una evaluación indirecta de la oxidación (Figura 1).

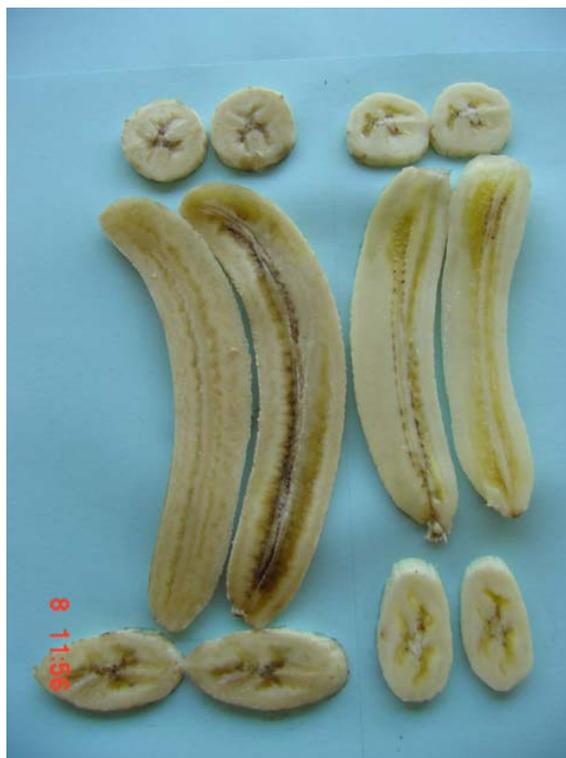


Figura 1. Comparación de oxidación de pulpa de Gran Naine (izquierda) vs. FHIA 01 (derecha) después de 12 horas de exposición.

Para tener una evaluación directa de la oxidación se usó la metodología de manzanas que es fundamentada en la evaluación del pelargonidin 3 glucosidasa, que es la antocianina en mayor concentración en el pigmento de las fresas. La evaluación de este pigmento se determina en relación a las alteraciones de pH, después de realizada la extracción del pigmento se determina el color y la intensidad del color de acuerdo con las alteraciones de pH. Este protocolo no fue posible de adaptar cuando se utilizaba una variedad susceptible como la Cavendish. Esto solo fue

posible cuando se utilizaba variedades como el FHIA 01 que tienen baja oxidación. Pero aquí cambia el concepto de la evaluación pues se está evaluando en cuanto las variedades susceptibles a la oxidación modifican su color en relación a una que no es susceptible, en otras palabras, no se está midiendo la resistencia a la oxidación de la variedad no susceptible sino de la variedad susceptible.

Este método no fue seguido pues es muy difícil la extracción a través de licuado y centrifugación de frutas de grado 6 de maduración de banano. Con base en las informaciones, se utilizó el concepto que provoca la oxidación en la pulpa de la banana para desarrollar un nuevo protocolo más simple, rápido y repetitivo. De esta manera, las muestras a un determinado grado de maduración, son licuadas con el recipiente de la licuadora abierto para facilitar el contacto del aire con la pulpa para causar la mayor oxidación posible en materiales susceptibles. Usando esta metodología ha sido posible identificar dentro del germoplasma de FHIA materiales resistentes, tolerantes y susceptibles a la oxidación (Figuras 2, 3 y 4).

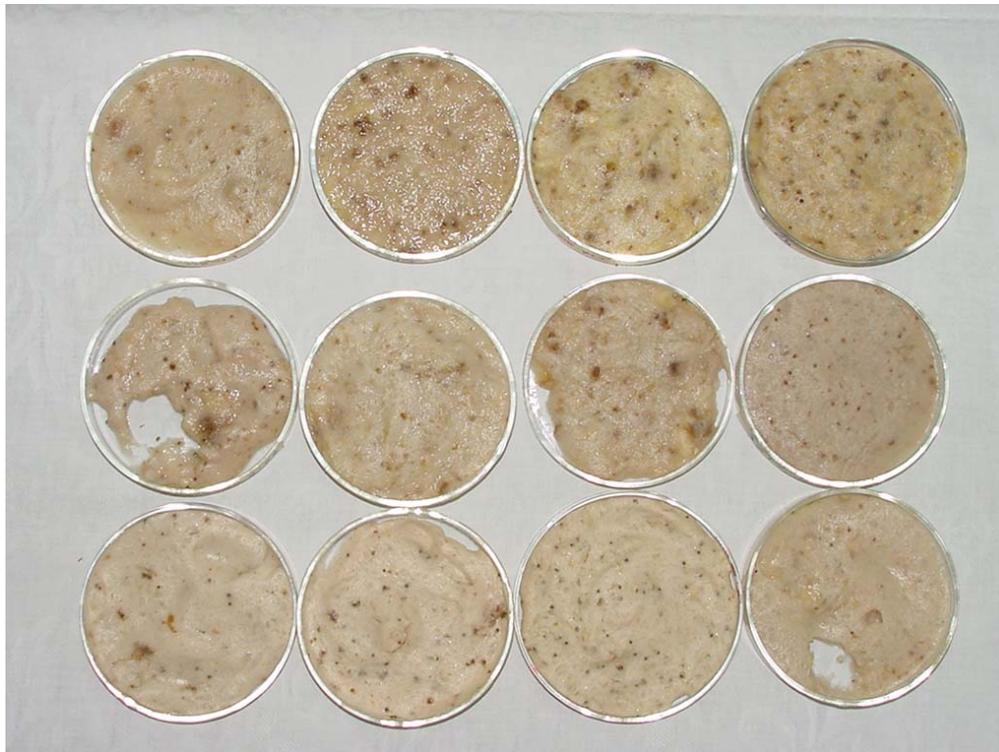


Figura 2. Germoplasma resistente a la oxidación de pulpa.



Figura 3. Germoplasma tolerante a la oxidación de pulpa.



Figura 4. Germoplasma susceptible a la oxidación de pulpa.

Utilizando la técnica antes mencionada, se evaluó el híbrido FHIA 26 y se descubrió que este híbrido es resistente a la oxidación de la pulpa. En la Figura 5, se compara la oxidación del FHIA 01 (lado superior izquierdo) con FHIA 26 (lado inferior izquierdo) y con la variedad Grand Nain (lado derecho) en una ensalada de frutas después de 6 horas de haber preparado el producto. En la Figura 5, se observa un tono más oscuro para la variedad Cavendish; al mismo tiempo se

observó que la degradación de la textura es mayor en el Cavendish. Esto fue una gran descubrimiento y le atribuye características competitivas al FHIA 26 en el mercado de “fresh-cut”, por su textura y el mantenimiento del color de pulpa como también el atractivo de los lóculos de su pulpa.



Figura 5. Comparación de la oxidación de pulpa de FHIA 01, FHIA 26 y Grand Nain.

Otras Actividades

Obtención de la patente de FHIA-26

En Noviembre de 2003, se presentó la solicitud de la patente para el híbrido FHIA 26 para su registro en los Estados Unidos. Este trabajo consistió de la redacción del histórico de desarrollo del híbrido y de la caracterización de 118 descriptores que el INIBAP utiliza en la caracterización de musáceas. En Junio de 2004, a pesar de haber utilizado los 118 descriptores aceptados internacionalmente, la oficina de patentes de los Estados Unidos solicitó una descripción botánica más detallada y una descripción de la diferencia del FHIA 26 con sus progenitores.

Para atender a estos requisitos, la descripción botánica se complementó con otros 22 descriptores y se informó a la oficina de patentes que el híbrido tetraploide FHIA-26 (4N) tipo AABB se diferencia de sus progenitores en el grado de ploidía, el progenitor femenino Pisang Awak es triploide (3N) tipo ABB y el progenitor masculino es diploide (2N) tipo AA.

Las Figuras 6 y 7, muestran de izquierda a derecha Pisang Awak, FHIA-26 y SH-3437, respectivamente. Como se observa en ambas Figuras, a simple vista el racimo y los frutos del diploide SH-3437 son completamente diferentes a los de Pisang Awak y de FHIA-26. El ancho del racimo de FHIA-26 es mayor que el del racimo de Pisang Awak, pues el FHIA-26 tiene menor número de dedos por mano y mayor longitud y diámetro de frutos que Pisang Awak.



Figura 6. Genealogía de FHIA 26.



Figura 7. Genealogía de FHIA 26.

La cáscara de los frutos de FHIA-26 en estado verde (Figura 8) y maduro (Figura 9) son más gruesas que las presentadas por Pisang Awak.



Figura 8. Comparación de la pulpa y cáscara en estado verde de Pisang Awak (izquierda) y FHIA 26 (derecha).



Figura 9. Comparación de la pulpa y cáscara en estado maduro de Pisang Awak (izquierda) y FHIA 26 (derecha).

Otras características que fueron esclarecidas en el proceso de la patente indican que el porcentaje de sólidos solubles (medidos a través de los grados brix) de Pisang Awak y de FHIA-26 son mayores que la media de 20 grados brix en estado de maduración 6 reportados en las variedades del grupo Cavendish (Grand Naine, Valery y Williams). La variedad Pisang Awak es más dulce (28 grados brix) que el híbrido FHIA-26 (26 grados).

Desarrollo de la tecnología pre y pos cosecha de FHIA 26

El híbrido FHIA 26 es un híbrido que en explotaciones no comerciales se cosecha a los 140 días, cuando un dedo se pone maduro o algún dedo se raja (Figura 10). Este criterio de cosecha no se aplica a la exportación de este producto para mercados distantes. Como el híbrido FHIA 26 es un material recientemente seleccionado -Marzo de 2004-, no se había determinado la densidad de siembra, la época de cosecha relacionada a un desmane, la producción de fruta de semilla en sitios sin aislamiento de otras variedades y la metodología de empaque para envíos al exterior.



Figura 10. Cosecha cuando un dedo esta maduro.

En Marzo de 2001, el trabajo fue arduo, pues únicamente contábamos con 36 plantas adultas de este híbrido para hacer las determinaciones antes citadas y, con 305 plantas de 3 meses de edad, para producir con calidad de exportación. La primera acción realizada fue hacer muestreo de dedos con diferentes edades para determinar la edad de cosecha que nos proporcionaba la mayor vida verde del producto con dedos con un mínimo de 4 pulgadas. En la Figura 11, se presenta las muestras en estado verde que fueron estudiadas en una incubadora regulada a 14 grados centígrados y 95% de humedad relativa (Figura 12). En la Figura 13, se muestra la maduración de los dedos de diferentes edades bajo las condiciones ambientales citadas después de días. Con base en esa evaluación se determino que la época de cosecha que mejor cumplía los requisitos era la de 98 a 112 días, o sea una reducción de 42 a 28 días en la cosecha normal del híbrido.



Figura 11. Edades cosechadas de FHIA 26 para la determinación de época de cosecha.



Figura 12. Incubadora regulada a 14 °C y 95% de humedad.



Figura 13. Maduración de las diferentes edades después de 11 días.

En la parcela de producción semi-comercial de FHIA 26, que estaba compuesta de 305 plantas, se hicieron desmanes a 8, 9 y 10 manos, después de la evaluación se comprobó que el mejor desmane con una edad de cosecha de 98 a 112 días, era el de 8 manos (Figura 14).



Figura 14. Racimo de FHIA 26 con desmane a 8 manos cosechado con 112 días (izquierda) comparado con un racimo de FHIA 26 sin desmane y cosechado con 140 días.

Otro aspecto que fue estudiado, fue que el FHIA 26, por su condición tetraploide tiene fertilidad femenina y puede ser fácilmente polinizado por polen de otras variedades que estén a su alrededor. En el Centro Experimental y Demostrativo Phil Rowe (CEDPR), no tenemos condiciones ideales de aislamiento pues en toda la estación tenemos materiales de musáceas y así existe la provisión de polen durante todo el año. El polen de FHIA 26 es muy escaso y no es liberado fuera de la antera. El problema radica en la cantidad de néctar que esta localizado en la flor femenina de FHIA 26 que atrae una gran cantidad de diferentes tipos de himenópteros. Siendo así, fue necesario buscar un tipo de bolsa que garantice el mejor aislamiento para la producción de fruta sin semillas. Primero se evaluaron bolsas plásticas con agujeros de 1/8", estas bolsas no funcionaron pues durante la parición la bellota empuja la punta de la bolsa que está cerrada para evitar la entrada de insectos y así los agujeros quedan expandidos permitiendo la entrada de abejas (Figura 15). Después se evaluaron las bolsas de la compañía Agriban (Figura 16) y con el uso de estas bolsas se consiguió un buen aislamiento y al mismo tiempo una buena aireación para el buen desarrollo del racimo.



Figura 15. Entrada de abejas con el uso de bolsa plástica de 1/8".



Figura 16. Uso de bolsas “Agriban”.

Observaciones del lote demostrativo de híbridos FHIA

Durante el presente año el lote demostrativo de los híbridos FHIA: 01, 03, 15, 17, 18, 20, 21, 23, 25, 26, SH-3450 y SH-3697 fue conducido en forma comercial, lo que incluye, fertilización mensual para la producción de calidad para evaluaciones en el exterior. Esto fue una buena oportunidad para observar parcialmente el potencial máximo de producción de los híbridos de la FHIA. Dos materiales llamaron la atención: FHIA 01 y FHIA 20. En las Figuras 17 y 18, se muestran los racimos de los híbridos FHIA 01 y FHIA 20 (respectivamente), cuyos racimos presentaban dedos de casi 500 gramos y, en el caso de FHIA 20, dedos de 30 centímetros.



Figura 17. Racimo de FHIA 01 con dedos de más de 400 gramos.



Figura 18. Racimo de FHIA 20 con dedos de más de 400 gramos y 30 centímetros de longitud.

Participación en Cursos y Congresos

- V Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Biotecnología Agrícola. República Dominicana, 21 al 25 de Junio de 2004.

El V Encuentro Latinoamericano y del Caribe de Biotecnología Agrícola fue abierto con la conferencia del Dr. Ingo Potrykus: “Del Arroz dorado a la biofortificación”. Esta conferencia dio el tono general del encuentro, pues públicamente se lamentó el alto número de regulaciones y legislaciones para la evaluación y desarrollo de plantas transgénicas. Para huir de las regulaciones, muchos científicos e institutos de investigación están recurriendo a países en desarrollo para evaluar sus nuevos productos.

Prácticamente después del lanzamiento de la soya Ready y del maíz Bt, el próximo resultado de la biotecnología agrícola sería el uso del arroz dorado, que tiene un precursor de vitamina A, en países como China que tienen gran potencial de producción de arroz y que con su producción y exportación estarían beneficiando a países en vías de desarrollo como Filipinas, Tailandia, Corea y Malasia. La variedad OGM de arroz dorado solamente tiene el gen precursor de vitamina A, la variedad no tiene buenas características agronómicas como producción, es simplemente una fuente del gen, que necesita ser introducido en variedades comerciales, trabajo que el IRRI de Filipinas ya está realizando.

Como marco general del V encuentro se ha recomendado que los países en desarrollo no deberían de copiar las legislaciones y regulaciones de Europa, pues la tendencia en biotecnología está digerida para productos nutraceuticos. Otra tendencia de la biotecnología agrícola consiste en el desarrollo de plantas con mecanismos de adaptación a elementos adversos tales como sequía, altos contenidos de sales, altas temperaturas y otros factores medioambientales.

Otros productos de la biotecnología que están en vías de desarrollo han sido denominados como biofortificantes, bioproducción, agricultura molecular o bio-oportunidades. El concepto de bio-oportunidades se está vinculando con el negocio de la biotecnología y como ésta puede servir de plataforma para la producción de nuevos bienes y servicios.

- International Banana Congress y Meeting of the Genetic Improvement Working Group of Promusa. Penang, Malasia, 10 a 14 de Julio de 2004.

Los primeros dos días del Primer Congreso Internacional sobre Musa fueron marcados por las presentaciones de los mejoradores, genetistas y científicos moleculares. Durante las presentaciones de mejoramiento convencional de musáceas fue resaltado que a pesar de las dificultades inherentes a la planta y la escasez de los recursos destinados al mejoramiento del banano, se han realizado importantes adelantos en estos últimos veinte años, particularmente en bananos de consumo local, es decir, los que no son objeto de un comercio internacional por parte de las grandes compañías.

Se enfatizó que la situación de los bananos de exportación es un poco distinta: las grandes compañías buscan variedades resistentes pero que respondan sobre todo a normas bien precisas de manejo pre y poscosecha. Esta es una de las razones por las cuales los híbridos tetraploides de banano de postre creados por la FHIA no fueron adoptados por la industria bananera.

Las ponencias recomendaron que se podrían lograr avances más importantes incrementando los medios destinados al mejoramiento convencional, fomentando la cooperación entre programas y contribuir a los estudios moleculares para hacer más eficaz el mejoramiento asistido por marcadores. Estos estudios deberían abarcar la identificación de los genes de resistencia pero también la de los vinculados a la tolerancia a los estrés abióticos, a la partenocarpia y a la calidad de los frutos. Se pueden realizar cosas muy interesantes en el mejoramiento convencional pero éste debería combinarse con métodos no convencionales como la mutagénesis y la transformación genética, o incluso la fusión de protoplastos. Sólo mediante un enfoque global se podrá dar una respuesta duradera al conjunto de los problemas que deben afrontar los cultivares. Por otra parte, no habría que perder de vista la necesidad de integrar las estrategias de mejoramiento en un enfoque global de manejo sostenible del cultivo bananero, ya que las variedades mejoradas no pueden solucionar todo.

Otros trabajos importantes fueron presentados por el Dr. Rafael Gómez Kosky, la Dra. Carreel y la Dra. Englberger. El Dr. Kosky presento sus resultados sobre transformación genética musáceas para la búsqueda de resistencia a Sigatoka negra. La incorporación de proteínas antifúngicas fue realizada, siendo que no se obtiene un nivel de resistencia adecuado que evite la aplicación de fungicidas en bananos del grupo Cavendish. Los resultados del Dr. Kosky son parecidos a los del Dr. Gómez Lim del CINVESTAV/Mexico.

La Dra. Carreel explicó como las técnicas moleculares han sido utilizadas para estudiar la genealogía de los cultivares de *Musa*, también explicó cómo los científicos han tomado ventaja de la transmisión maternal de ADN cloroplastídico y de la transmisión paternal del ADN mitocondrial, para establecer los linajes de los cultivares monoespecíficos e interespecíficos.

La charla de la Dra. Englberger fue sobre los niveles de carotenoides en los cultivares de Micronesia, atrajo mucho interés no solo de los participantes sino también de los medios de comunicación. Sus datos muestran que algunas variedades tradicionales contienen suficientes carotenoides de la provitamina A a niveles realistas de consumo para prevenir la deficiencia de la vitamina A (DVA), la principal causa de los problemas de salud en los países en vías de desarrollo y un contribuyente significativo a la mortalidad infantil y maternal. La Dra. Engelberger también destacó que existen muchos bananos con pulpa amarilla y anaranjada en otros países, como el 'Pisang raja', 'Pisang berangan', 'Pisang mas', 'Champa' en Bangladesh, 'Nendran' en India y 'Lakatan' en Filipinas, que podrían tener un impacto sobre la eliminación de la DVA y mejoramiento de la salud en general.

Durante la Reunión de PROMUSA, el INIBAP informo que está en proceso de reorganización, y planteó a la plenaria sobre mas participación de los asociados para justificar los gastos para la realización de congresos y reunión de Promusa, pues los donantes actualmente exigen resultados más concretos y una participación más activa y que algunos de los gastos deben ser absorbidos por el consorcio. En la temática de mejoramiento fueron tratados temas como el rol de los programas de mejoramiento convencional, disponibilidad de nuevos híbridos, intercambio de materiales mejorados, cooperación para el mejoramiento de materiales BBB y BBA para Asia y estatus, perspectivas de la selección asistida con marcadores, estado de la colección del International Transit Center, evaluación de bananas transgénicas, el programa de IMTP, problemas de BSV.

Durante el congreso el Sr. Zaag de Beer anunció que había seleccionado un somaclón proveniente del híbrido FHIA 01 con mayor producción que éste y con características organolépticas de fruta iguales al Cavendish, esta noticia es muy importante pues denota el potencial oculto que tienen nuestros híbridos y tiene que ver con asuntos relacionados con la Ley Mundial de protección de cultivares (UPOV).

- 4th. FAO/IAEA Interregional Training Course on Mutant Germplasma Characterization Using Molecular Markers. Seibersdorf, Austria, 27 de Septiembre a 22 de Octubre de 2004.

El entrenamiento inicio con los protocolos de aislamiento de DNA; a seguir en lecciones teóricas fueron presentadas las técnicas de marcadores moleculares como: RFLP, SSR, ISSR, AFLP, RAPD, REMAP y SNP. El principal objetivo del curso era enseñar como utilizar estas técnicas para investigar la base genética de características agronómicas con el fin de facilitar la transferencia y acumulación de características entre materiales mejorados. De las técnicas aprendidas se dio gran énfasis a la técnica de AFLP durante las prácticas de laboratorio pues esta técnica hace un muestreo de todo el genoma y así es mas precisa cuando se trata de determinar diferencias que ayuden a identificar variaciones dentro de un mismo cultivar que hallan sido provocados por variación somaclonal o por efectos de mutación.

Durante el curso hubo la participación especial de la LI-COR (Illinois, USA), quien presentó demostraciones prácticas del equipo TILLING que es actualmente la tecnología más moderna para el análisis de micro-satélites, AFLP, secuenciamiento automatizado de DNA e identificación de mutantes específicos.

Comportamiento morfológico, fenológico, agronómico y reacción a Sigatoka negra de los híbridos tetraploide (AAAA) de banano de postre FHIA-17, FHIA-23 y SH-3450, derivados del cv “Highgate”¹

Julio Coto¹, Hernán Espinoza¹ y Juan Fernando Aguilar²

¹ *Departamento de Protección Vegetal,* ² *Programa de Banano y Plátano*

Resumen: El principal objetivo del Programa de Banano y Plátano de la FHIA es y ha sido desarrollar híbridos de *Musa* con resistencia a enfermedades. En FHIA el esquema de mejoramiento de bananos de postre hace uso intensivo de “Highgate”, un mutante semi-enano del cultivar Gros Michel, como madre aportadora del carácter baja estatura en cruza prometedoras. A finales de los 1980’s se seleccionaron entre la progenie del cruce de “Highgate” x SH-3362 los híbridos de banano FHIA-17 y FHIA-23, los cuales mostraban tolerancia a Sigatoka negra, Mal de Panamá y buenas características agronómicas; ambos han sido ampliamente difundidos. La línea SH-3450, proveniente del cruce “Highgate” x SH-3389, fue desarrollada en la misma época y fue seleccionada preliminarmente en base a apreciación cualitativa; sin embargo, se desconoce su potencial comercial debido a que se carece de información cuantitativa sobre su comportamiento general. El propósito de este estudio fue observar el comportamiento morfológico, fenológico, productivo y la reacción a Sigatoka negra del SH-3450 en comparación a sus medio-hermanos FHIA-17 y FHIA-23. Los resultados del primer ciclo de producción indican que SH-3450 superó a FHIA-17 y FHIA-23 en precocidad, mostró porte significativamente más bajo, produjo frutos y racimos de peso superior, y mostró significativamente mayor resistencia a Sigatoka negra. Es necesario determinar más concluyentemente sus características de post-cosecha para una mejor apreciación de su potencial valor comercial.

Introducción

El desarrollo de híbridos de *Musa* resistentes a enfermedades es el principal objetivo del Programa de Banano y Plátano de la FHIA (PB&P), objetivo que originalmente fue también la razón de su creación por la United Fruit Company en los 1950’s. En los esquemas de mejoramiento de banano para postre del PB&P la utilización como madre del cultivar Gros Michel y sus variantes ha jugado un papel importante en el avance para lograr tal objetivo. La variedad “Highgate”, una variante del cv Gros Michel de distintivo porte semi-enano, ha sido utilizada preferentemente porque transmite a su progenie la menor altura, un atributo que confiere resistencia al acame provocado por rachas de viento, un riesgo siempre presente en plantaciones bananeras. Como producto del cruce “Highgate” x SH-3362 se han seleccionado los híbridos FHIA-17 y FHIA-23, dos cultivares de relativamente amplia difusión y aceptación en el Mundo por sus excelentes cualidades productivas y agronómicas (1).

En el PB&P existen otros materiales derivados de cruza de “Highgate” que fueron seleccionados preliminarmente por el difunto Dr. Phillip R. Rowe en base a observaciones cualitativas, y de los cuales se carece de una caracterización básica que permita apreciar cuantitativamente su real potencial para utilización comercial. Uno de dichos materiales es la línea SH-3450, producto obtenido del cruce “Highgate” x SH-3389 en la misma época en que

¹ En el Informe Técnico 2003 se presentaron resultados preliminares de este estudio, sin análisis estadístico. En este informe se presentan los resultados finales, incluyendo análisis estadístico de los datos e información pertinente al origen específico del germoplasma.

FHIA-17 y FHIA-23 fueran desarrollados, y cuya única utilización ha sido como madre en los esquemas de cruzamiento para desarrollar híbridos de banano de exportación. El objetivo de este estudio es determinar cuantitativamente el potencial productivo, morfología, fenología y reacción a Sigatoka negra de la línea SH-3450, en comparación a sus medio-hermanos FHIA-17 y FHIA-23.

Materiales y métodos

El estudio se estableció en Octubre de 2002 en el Centro Experimental y Demostrativo “Phillip Ray Rowe” (CEDPRR) de la FHIA, localizado en Guaruma 1, La Lima, Cortés. La estación está ubicada a 31 msnm, en suelos de textura franco-arcillosa, con pH 7-8. De cada híbrido se sembró una parcela de doce plantas distribuidas en tres líneas de cuatro plantas cada una, con espaciamiento de 3.0 m entre línea y 2.0 m entre planta. El cultivo recibió el manejo agronómico básico recomendado localmente en los lotes experimentales de FHIA, el cual es menos intensivo que el manejo comercial de banano para exportación. El manejo incluyó control de malezas, fertilización en base a recomendación derivada del análisis de suelo, riego por aspersión sub-foliar cuando se juzgó necesario, deshoje, deshije, etc. Los racimos no recibieron desmane, practicándose solamente la eliminación de la bellota. No hubo aplicaciones de fungicidas para el manejo de Sigatoka negra. Las observaciones colectadas representan solamente el ciclo de producción de la “plantilla”, incluyendo los parámetros que se describen a continuación.

Fase vegetativa del cultivo

Se condujeron observaciones semanales para determinación del período de desarrollo de Sigatoka negra (PDE), definido como el número de días transcurridos desde el inicio de observaciones en una hoja recién emergida (Estado 2 de la candela) hasta aparición en dicha hoja del Grado 6 de Sigatoka negra en la escala de Fouré (lesiones esporulantes). Las observaciones se iniciaron tres meses después de la siembra, en las cuatro plantas centrales de cada variedad, marcando en cada una hojas inicialmente; nuevas hojas se marcaban en las mismas plantas a intervalos de 28 días hasta ocurrencia de la floración. Una vez por semana se inspeccionaron las hojas marcadas para detectar la aparición del síntoma deseado.

A floración

Se registró la fecha de floración, la altura (de la superficie del suelo a la intersección de las dos hojas más jóvenes abiertas) y el perímetro del pseudotallo (a un metro del suelo) de todas las plantas. Además, se determinó en ellas la incidencia y severidad del ataque de Sigatoka negra utilizando la escala de Stover modificada. Esta información se utilizó para derivar las variables de trabajo hoja más joven con manchas de Sigatoka negra (HMJM), hojas totales y hojas funcionales.

A la cosecha

En todas las plantas se registró la fecha de cosecha cuando las aristas de los frutos empiezan a perder su angularidad, peso bruto de racimo, número de manos y dedos por racimo, longitud, diámetro y peso del dedo medio externo de la mano apical, media y basal. La longitud se midió de pulpa a ápice en la parte externa del dedo medio de la capa superior de dedos de las manos apical, media y basal; el diámetro se midió en la parte media del mismo dedo. La cosecha tuvo lugar entre Septiembre y Diciembre de 2003, un período caracterizado por alta pluviosidad y

temperaturas moderadas, condiciones ambas muy favorables al desarrollo epidémico de Sigatoka negra. Los datos fueron analizados estadísticamente aplicando la prueba de la Diferencia Mínima Significativa de Fisher (DMS), utilizando el paquete estadístico SYSTAT.

Resultados y Discusión

Fenología y morfología

El análisis estadístico detectó diferencias significativas entre tratamientos en la duración de los ciclos de siembra a parición y a cosecha, altura de la planta y perímetro del pseudotallo (Cuadro 1). En todas estas características las variedades FHIA-17 y FHIA-23 mostraron valores estadísticamente iguales entre sí, pero significativamente mayores a los mostrados por SH-3450. SH-3450, con 11.9 meses a cosecha, alcanzó madurez apropiada para cosecha alrededor de dos meses antes que FHIA-17 y FHIA-23, en los cuales el valor equivalente registrado fue de 13.89 y 14.04 meses, respectivamente. Indudablemente, la corta duración de ciclos a floración y cosecha, y la menor altura de SH-3450 son características usualmente ventajosas en una variedad; de hecho, la duración de los ciclos es bastante más cercana a los usualmente registrados en la misma época del año en banano Cavendish cultivado comercialmente para exportación.

Cuadro 1. Promedios de duración del ciclo de siembra a parición y a cosecha, y altura de planta y perímetro de pseudotallo registrados a la parición del primer ciclo de producción de tres híbridos tetraploides (AAAA) de banano de postre derivados de “Highgate”. CEDPRR, Guaruma 1. La Lima, Cortés, Honduras. 2002-2003.

Híbrido	Ciclo a parición (meses)	Ciclo a cosecha (meses)	Altura de planta (m)	Perímetro de pseudotallo (cm)
SH-3450	9.1 a*	11.9 a	3.4 a	77.2 a
FHIA-17	10.5 b	13.9 b	3.6 b	83.1 b
FHIA-23	11.4 b	14.0 b	3.6 b	79.9 b

* Promedios seguidos por las mismas letras, no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de la Diferencia Mínima Significativa de Fisher ($p = 0.05$).

Rendimiento y Calidad

Cuadro 2. Promedios de peso de racimo, número de manos y número de dedos por racimo registrados a la cosecha del primer ciclo de producción de tres híbridos tetraploides (AAAA) de banano de postre derivados de “Highgate”. CEDPRR, Guaruma 1. La Lima, Cortés, Honduras. 2002-2003.

Híbrido	Peso de racimo (kg)	Número de manos por racimo	Número de dedos por racimo
SH-3450	26.5 a*	12.5 b	210 b
FHIA-17	21.8 ab	14.5 a	269 a
FHIA-23	19.3 b	13.8 ab	254 ab

* Promedios seguidos por las mismas letras, no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de la Diferencia Mínima Significativa de Fisher ($p = 0.05$).

El análisis estadístico detectó diferencias significativas entre tratamientos para las variables peso de racimo, número de manos y número de dedos por racimo (Cuadro 2). La línea SH-3450

produjo racimos de notorio mayor peso (media = 26.5 kg) que los otros tratamientos, aunque estadísticamente fue igual al peso de racimo de FHIA-17 (21.8 kg); si fue estadísticamente diferente a FHIA-23 (19.3 kg). Por otro lado, SH-3450 mostró el menor número de manos y el menor número de dedos por racimo (12.5 manos y 210 dedos, respectivamente), de nuevo estadísticamente igual a FHIA-23 en estas dos variables (13.8 manos y 254 dedos) pero diferente a FHIA-17 (14.5 manos y 269 dedos), el cual mostró valores superiores.

Los promedios de longitud, diámetro y peso de los dedos de la mano apical, media y basal de SH-3450 fueron estadísticamente superiores a los de FHIA-17 y FHIA-23; la única excepción a lo anterior fue longitud de los dedos de la mano basal, en la cual no ocurrieron diferencias significativas entre los tres híbridos (Cuadro 3). Entre FHIA-17 y FHIA-23 no ocurrieron diferencias significativas para esas variables, aunque con mayor frecuencia el FHIA-17 tendió a mostrar valores más altos que FHIA-23. El hecho de mostrar dedos de mayor o menor longitud y/o diámetro es un aspecto sobre cuya conveniencia no es posible pronunciarse, dado que la evidencia disponible del comportamiento de estos híbridos sobre este aspecto es insuficiente; sería necesario conducir estudios adicionales de campo y post-cosecha para producir la información requerida.

Cuadro 3. Promedios de longitud, diámetro y peso de dedos registrados a la cosecha del primer ciclo de producción de tres híbridos tetraploides (AAAA) de banano de postre derivados de “Highgate”. CEDPRR, Guaruma 1. La Lima, Cortés, Honduras. 2002-2003.

Híbrido	Longitud (cm)			Diámetro (mm)			Peso (g)		
	Apical	Media	Basal	Apical	Media	Basal	Apical	Media	Basal
SH-3450	14.7 a*	17.0 a	17.9 a	30.8 a	32.0 a	33.0 a	87.1 a	103.7 a	119.6 a
FHIA-17	12.0 b	15.3 b	17.8 a	25.3 b	25.8 b	25.5 b	45.5 b	56.1 b	64.1 b
FHIA-23	12.0 b	14.2 b	15.0 a	24.0 b	26.2 b	26.0 b	42.7 b	57.2 b	61.8 b

* Promedios seguidos por la mismas letras no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de la Diferencia Mínima Significativa de Fisher (p = 0.05)

Reacción a Sigatoka negra

Cuadro 4. Reacción a Sigatoka negra determinada en la fase vegetativa y a la floración del primer ciclo de producción de tres híbridos tetraploides (AAAA) de banano de postre derivados de “Highgate”. CEDPRR, Guaruma 1. La Lima, Cortés, Honduras. 2002-2003.

Híbrido	PDE ^{1/} (días)	HMJM ^{2/}	Hojas totales	Hojas funcionales
SH-3450	83.5 a*	8.8 a	11.9 a	11.3 a
FHIA-17	67.5 b	6.3 b	9.0 b	7.6 b
FHIA-23	59.1 b	5.4 b	8.6 b	6.8 b

* Promedios seguidos por las mismas letras no son estadísticamente diferentes de acuerdo a la prueba de la Diferencia Mínima Significativa de Fisher (p = 0.05)

^{1/} PDE = Período de Desarrollo de la Enfermedad

^{2/} HMJM = Hoja Más Joven con Manchas de Sigatoka negra

Ocurrieron diferencias estadísticamente significativas entre tratamientos en las variables PDE, HMJM, hojas totales y hojas funcionales (Cuadro 4), mostrando la línea SH-3450 promedios estadísticamente superiores a los de FHIA-17 y FHIA-23, indicativos de mayor resistencia a la Sigatoka negra.

De acuerdo a los valores de PDE registrados (Cuadro 4), en las plantas de SH-3450 se requirió en promedio de 16.0 y 24.4 días más que en las plantas de FHIA-17 y FHIA-23, respectivamente, para ocurrencia en la lámina foliar de las hojas de lesiones esporulantes. Evidentemente, ello determinó que, en comparación a los otros dos híbridos, el SH-3450 iniciara la fase de llenado de fruta con mayor cantidad de área foliar sana y apta para realizar eficientemente la actividad fotosintética hasta que los frutos alcanzaren la madurez apropiada para cosecha.

Conclusiones

- La línea SH-3450 generalmente superó a FHIA-17 y FHIA-23 en las características morfo-fenológicas y agronómicas consideradas.
- La línea SH-3450 mostró ser significativamente menos susceptible a Sigatoka negra que FHIA-17 y FHIA-23.

Recomendaciones

- Realizar estudios en condiciones óptimas de producción comercial para observar el potencial productivo de este híbrido en comparación a los cultivares Cavendish.
- Complementar los estudios de campo con investigación sobre las características poscosecha de SH-3450 para determinar si tiene propiedades organolépticas que permitan promocionarlo como banano de postre.

Bibliografía

INIBAP. Informe Anual 1999.

Caracterización morfológica, fenológica, agronómica y reacción a Sigatoka negra de siete híbridos tetraploides (AAAB) y dos cultivares naturales (AAB) de plátano en Honduras.

Julio Coto

Departamento de Protección Vegetal; Juan Fernando Aguilar, Programa de Banano y Plátano.

Resumen: A finales de los 1990's la FHIA agregó a su colección de germoplasma de *Musa* tres plátanos híbridos tetraploides desarrollados por el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA, Nigeria, Africa) y uno desarrollado por el Centre Régional de Recherches sur Bananiers et Plantains (CARBAP, Camerún, Africa), todos ellos materiales seleccionados en sus lugares de origen por sus características productivas y reacción a Sigatoka negra; sin embargo, se desconoce su comportamiento en las condiciones de Honduras. El propósito de este estudio fue observar el comportamiento morfológico, fenológico, productivo y la reacción a Sigatoka negra de PITA-10, PITA-14, PITA-17 y CRBP-39 en comparación a los híbridos FHIA-20, FHIA-21 y FHIA-22, y a los cultivares naturales Macho y Curraré enano. Los resultados del primer ciclo de producción mostraron que, en general, PITA-10, PITA-14, PITA-17 y CRBP-39 mostraron buenas características morfo-fenológicas y como grupo son más resistentes a Sigatoka negra que todos los demás materiales. Sin embargo, fueron inferiores a los híbridos de FHIA en rendimiento y calidad de fruta. El FHIA-20 mostró una combinación de características favorables que permite calificarlo como el material de mejor comportamiento general.

Introducción

En 1996 el Programa de Banano y Plátano de FHIA (PB&P) introdujo a su banco de germoplasma de *Musa* los plátanos híbridos PITA-10, PITA-14 y PITA-17, tetraploides (AAAB) del subgrupo Francés generados en el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA, Nigeria, Africa) por polinización de los cultivares naturales triploides (AAB, sub-grupo Francés) de plátano 'Obino l'Ewai,' 'Mbi Egome 1' y 'Bobby Tannap', con el diploide silvestre (AA) Calcuta 4. En 2000 se introdujo del Centre Régional de Recherches sur Bananiers et Plantains (CARBAP, Camerún, Africa) el plátano híbrido CRBP-39 (AAAB, sub-grupo Francés), obtenido mediante polinización del plátano Francés 'French Clair' (AAB) por el diploide M53 (AA). Estos materiales se seleccionaron en su lugar de origen por su comportamiento promisorio en relación a rendimiento y resistencia a Sigatoka negra; localmente se carece de información cuantitativa sobre sus características. El objetivo de este estudio fue caracterizar de una manera sistemática el potencial productivo, morfología, fenología y reacción a Sigatoka negra bajo las condiciones locales de los híbridos introducidos de plátano PITA-10, PITA-14, PITA-16 y CRBP-39, en comparación a los híbridos locales FHIA-20, FHIA-21 y FHIA-22 (todos ellos del sub-grupo Francés) y a los cultivares naturales de plátano conocidos como Macho y Curraré enano (AAB, sub-grupo Falso Cuerno), utilizados localmente para producción comercial.

Materiales y métodos

El estudio se estableció en octubre de 2002 en el Centro Experimental y Demostrativo "Phillip Ray Rowe" (CEDPRR), localizado en Guaruma 1, La Lima, Cortés, a 31msnm. El suelo del área es de textura franco-arcillosa, con pH de 7-8. De cada híbrido se sembró una parcela de 30 plantas distribuidas en 3 líneas de 10 plantas cada línea, con espaciamiento de 3.0 m entre línea y 2.0 m entre planta. El cultivo recibió el manejo básico recomendado localmente en los

lotes experimentales de FHIA, incluyendo control de malezas, fertilización en base a recomendación derivada del análisis de suelo, riego por aspersión sub- foliar cuando se juzgó necesario, deshoje, deshije, etc. Los híbridos de plátano se desmanaron dejando cinco manos por racimo mientras que Macho y Curraré enano no recibieron desmane. No hubo aplicaciones de fungicidas para el manejo de Sigatoka negra. Las observaciones colectadas corresponden al ciclo de producción de la “plantilla”, incluyendo los parámetros que se describen a continuación.

Fase vegetativa del cultivo

Se condujeron observaciones semanales para determinación del período de desarrollo de Sigatoka negra (PDE), definido como el número de días transcurridos desde el inicio de observaciones en una hoja recién emergida (Estado 2 de la candela) hasta aparición en dicha hoja del grado 6 de Sigatoka negra en la escala de Fouré (lesiones esporulantes). Las observaciones se iniciaron tres meses después de la siembra, en cinco plantas de la línea central de cada variedad, marcando en cada planta una hoja inicialmente; nuevas hojas se marcaban en las mismas plantas a intervalos de 28 días hasta ocurrencia de la floración. Una vez por semana se inspeccionaron las hojas marcadas para detectar la aparición del síntoma deseado.

A floración

Se registró la fecha de floración, la altura (de la superficie del suelo a la intersección de las dos hojas más jóvenes abiertas) y el perímetro del pseudotallo (a un metro del suelo) de todas las plantas. Además, se determinó en ellas la incidencia y severidad del ataque de Sigatoka negra utilizando la escala de Stover modificada. Esta información se utilizó para derivar las variables de trabajo “hoja más joven con manchas de Sigatoka negra” (HMJM), hojas totales y funcionales, y un índice de enfermedad en porcentaje (IIE).

A la cosecha

En todas las plantas se registró la fecha de cosecha (realizada cuando los dedos comenzaron a perder la angularidad de las aristas), peso bruto de racimo, número de manos y dedos por racimo, longitud, diámetro y peso del dedo medio externo de las manos apical, media y basal. La longitud se midió de pulpa a ápice en la parte externa del dedo medio de la capa expuesta de dedos de las manos apical, media y basal; el diámetro se midió en la parte media del mismo dedo. La cosecha tuvo lugar entre Septiembre y Diciembre de 2003, un período caracterizado por la prevalecía de condiciones de alta pluviosidad y temperaturas moderadas muy favorables al desarrollo epidémico de Sigatoka negra. Los datos fueron analizados estadísticamente utilizando el paquete estadístico SAS; la separación de medias se realizó aplicando la prueba de Rangos Múltiples de Duncan.

Resultados y discusión

Fenología y morfología

El análisis estadístico detectó diferencias significativas entre tratamientos en la duración de los ciclos de siembra a parición y a cosecha, altura de planta y perímetro del pseudotallo (Cuadro1).

Cuadro 1. Promedio de duración del ciclo de siembra a parición y a cosecha, altura de planta y perímetro de pseudotallo registrados en el primer ciclo de producción de siete híbridos tetraploides (AAAB) y dos clones naturales (AAB) de plátano. CEDPRR, Guaruma 1, La Lima, Cortés, Honduras. 2002-2003.

Híbrido/Cultivar	Ciclo a parición (meses)	Ciclo a cosecha (meses)	Altura de planta (m)	Perímetro de pseudotallo (cm)
PITA-17	7.4 a*	11.4 abc	3.3 bc	63.0 d
PITA-14	7.6 a	11.1 a	3.3 bc	56.3 e
CRBP-39	8.4 b	11.7 bcd	3.5 de	71.9 ab
PITA-10	8.6 b	11.9 cd	3.6 ef	69.1 bc
Curraré enano	8.7 b	11.3 ab	2.8 a	71.8 ab
FHIA-20	8.8 b	12.1 d	3.3 bc	69.8 b
Macho	9.4 c	11.9 cd	3.7 f	66.3 c
FHIA-21	9.8 d	12.9 e	3.5 d	71.1 ba
FHIA-22	9.9 d	13.1 e	3.4 de	73.8 a

* Los promedios seguidos por la misma letras no son estadísticamente diferentes (Duncan, $p = 0.05$)

La brevedad de los intervalos de siembra a parición y a cosecha es un parámetro favorable puesto que normalmente se traduce en mayor eficiencia productiva de las plantas (mayor producción acumulada por unidad de tiempo en la misma unidad de área ocupada). PITA-17 y PITA-14 mostraron el ciclo a parición más corto, estadísticamente igual entre sí (7.4 y 7.6 meses, respectivamente) y significativamente menores a los demás tratamientos; FHIA-21 y FHIA-22, conjuntamente con Macho, requirieron significativamente más tiempo a parición que todos los demás materiales (9.8, 9.9 y 9.4 meses, respectivamente). CRBP-39, PITA-10, Curraré Enano y FHIA-20 mostraron promedios estadísticamente iguales (8.4, 8.6, 8.7 y 8.8 meses, respectivamente) que los categorizan con intervalos a parición de duración intermedia. En duración del ciclo a cosecha PITA-14, Curraré Enano y PITA-17 fueron los más precoces (11.1, 11.3 y 11.4 meses, respectivamente), sin diferencia estadística entre ellos. Es muy probable que la corta duración del ciclo a cosecha de Curraré enano hubiese sido un efecto del ataque de Sigatoka negra: este cultivar es altamente susceptible y bajo condiciones de alta severidad (como efectivamente ocurrió en este estudio) los materiales más susceptibles tienden a madurar más rápido; ello es aplicable también a Macho, cuyo ciclo a cosecha mostró cambio en relación a la duración del ciclo a floración. CRBP-39, PITA-10, Macho y FHIA-20 mostraron ciclos intermedios a cosecha (11.7, 11.9, 11.9 y 12.1 meses, respectivamente). Los cultivares más tardíos a cosecha fueron FHIA-21 y FHIA-22, con 12.9 y 13.1 meses, significativamente diferentes al resto de los materiales.

La combinación de baja altura y valores de perímetro de pseudotallo relativamente altos es deseada en un cultivar porque se esperaría mayor resistencia estructural del pseudotallo al doblamiento provocado por exposición a vientos y/o cuando los racimos son muy pesados. El Curraré Enano, con 2.8 m de alto, mostró altura de planta significativamente menor al resto de los tratamientos (Cuadro 1), cuyas alturas oscilaron entre 3.3 m de altura común a PITA-17, PITA-14 y FHIA-20, y 3.7 m de Macho. El perímetro del pseudotallo de FHIA-22 (73.8 cm) fue significativamente mayor que los demás tratamientos, seguido por CRBP-39, Curraré Enano, FHIA-21 y FHIA-20 con diámetros intermedios muy similares entre sí (71.9, 71.8, 71.1 y 69.8 cm, respectivamente). PITA-14 y PITA-17 mostraron los menores perímetros del pseudotallo (56.3 y 63.0 cm, respectivamente).

Rendimiento y Calidad

El análisis detectó diferencias significativas entre tratamientos en las variables peso de racimo, número de manos y dedos por racimo (Cuadro 2).

Cuadro 2. Promedio de peso de racimo, número de manos y número de dedos por racimo en el primer ciclo de producción de siete híbridos tetraploides (AAAB) y dos clones naturales (AAB) de plátano. CEDPRR, Guaruma 1, La Lima, Cortés, Honduras. 2002-2003.

Híbrido/Cultivar	Peso de racimo (Kg)	Número de manos por racimo	Número de dedos por racimo
FHIA-20	18.74 a	5.0 c	71.7 cd
FHIA-22	17.90 a	5.0 c	74.1 cd
FHIA-21	17.45 a	5.0 c	86.6 a
Curraré enano	15.67 b	8.7 a	56.4 e
ITC1205	14.89 bc	5.0 c	80.8 b
ITC1293	13.80 cd	5.0 c	77.0 cb
CRBP-39	13.67 cd	5.0 c	77.3 cb
ITC1294	12.68 de	5.0 c	70.0 d
Macho	11.53 e	7.7 b	40.0 f

* Los promedios seguidos por la misma letras no son estadísticamente diferentes (Duncan, $p = 0.05$)

Los híbridos FHIA-20, FHIA-22 y FHIA-21, en orden decreciente, produjeron racimos cuyo peso superó significativamente al de los restantes materiales (18.7, 17.9 y 17.5 kg, respectivamente), seguidos por el grupo de Curraré Enano y PITA-10 con pesos estadísticamente iguales entre sí (15.7 y 14.9 kg, respectivamente), y un tercer grupo formado por PITA-17 y CRBP-39 que mostraron pesos estadísticamente iguales (13.8 y 13.7 kg, respectivamente). El Macho y PITA-14 mostraron los pesos más bajos (11.5 y 12.7 kg, respectivamente).

La retención de 5 manos en los híbridos se basó en el conocimiento del hábito prolífico de formación de manos y dedos de los plátanos del sub-grupo Francés. Evidentemente, la aplicación de dicho régimen de desmane contribuyó a que el análisis estadístico detectara diferencias significativas para dicho carácter (Cuadro 2), el cuál osciló entre 5 manos de los híbridos y 8.7 manos de Curraré Enano; en Macho el promedio fue 7.7 manos, significativamente diferente a Curraré Enano y a los híbridos. El número de dedos por racimo varió entre 86.6 registrados en FHIA-21 y 40 dedos registrados en el cultivar Macho, ambos estadísticamente diferentes entre sí y diferentes al resto de los tratamientos. En orden decreciente de magnitud, se definió un grupo de tratamientos estadísticamente iguales formado por PITA-10, CRBP-39 y PITA-17, con 80.8, 77.3 y 77.0 dedos por racimo, otro grupo de tratamientos iguales entre sí inclusivo de FHIA-22 y FHIA-20 (74.1 y 71.7 manos), y al extremo el Curraré Enano con 56.4 dedos, superior solamente al Macho.

Cuadro 3. Promedio de longitud, diámetro y peso de dedos registrados en el primer ciclo de producción de siete híbridos tetraploides (AAAB) y dos clones naturales (AAB) de plátano. CEDPRR, Guaruma 1, La Lima, Cortés, Honduras. 2002-2003.

Híbrido/Cultivar	Longitud (cm)			Diámetro (mm)			Peso (g)		
	Apical	Media	Basal	Apical	Media	Basal	Apical	Media	Basal
FHIA-20	22.9 a*	23.3 b	24.3 b	35.7 b	36.0 b	38.1 b	190.7 a	209.4 b	237.0 a
FHIA-22	19.7 c	21.1 c	22.1 c	31.5 c	32.4 d	35.9 cd	137.4 c	152.3 d	190.3 bc
FHIA-21	21.9 ab	23.3 b	24.3 b	33.6 bc	33.3 cd	34.9 cd	167.1 b	186.5 c	199.9 b
Curraré enano	21.3 b	25.0 a	26.3 a	38.0 a	41.5 a	41.6 a	177.3 ab	245.4 a	260.7 a
PITA-10	14.0 d	19.3 d	20.4 d	33.9 b	34.7 bc	35.7 cd	136.2 c	153.3 d	166.4 c
PITA-17	17.2 d	18.1 de	18.9 e	34.6 b	36.0 b	36.7 bc	136.6 c	151.8 d	164.1 c
CRBP-39	17.4 d	18.0 e	18.9 e	34.1 b	34.8 bc	35.7 cd	137.6 c	146.9 d	163.0 c
PITA-14	19.9 c	21.7 c	22.4 c	31.4 c	33.1 cd	33.9 d	135.4 c	150.3 d	166.6 c
Macho	21.5 b	24.4 ab	25.1 ab	37.8 a	40.9 a	41.3 a	183.3 ab	247.0 a	251.8 a

* Los promedios seguidos por la misma letras no son estadísticamente diferentes (Duncan, $p = 0.05$)

Se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos en longitud, diámetro y peso de los dedos de las manos apical, media y basal (Cuadro 3). En las posiciones/manos basal y media la mayor longitud se registró consistentemente en Curraré enano y Macho, los cuales superaron significativamente a todos los demás cultivares y además fueron los únicos que produjeron dedos con longitud de exportación (≥ 25.0 cm) en dichas manos; les seguían FHIA-20 y FHIA-21, iguales entre sí pero que alcanzaron longitud de exportación solamente en la mano basal. Los demás híbridos mostraron longitudes significativamente inferiores y nunca alcanzaron longitud de exportación; PITA-10, PITA-17, y CRBP-39 mostraron los promedios de longitud de dedos más bajos en general. En todas las posiciones/manos los frutos de mayor diámetro se registraron en Curraré Enano y Macho, ambos estadísticamente iguales entre sí (Cuadro 3), siendo seguido por el FHIA-20 con valores muy cercanos pero estadísticamente diferentes. Los demás materiales mostraron todos valores significativamente inferiores de diámetro de dedos en todas las posiciones/manos.

El peso de dedo individual de Curraré enano, Macho y FHIA-20 en las tres posiciones/manos superó significativamente al peso de dedo de los restantes materiales (Cuadro 3); los demás materiales mostraron un comportamiento similar al mostrado para diámetro. En todas las características medidas en los frutos el grupo de híbridos del IITA y el CRBP-39 tendieron a formar consistentemente un grupo común con dimensiones y pesos similares pero significativamente inferiores a los de los cultivares naturales y FHIA-20. Es importante anotar que se puede mejorar las dimensiones y peso de los dedos de los híbridos (de cualquier procedencia) aplicando inmediatamente después de completar la emisión de la inflorescencia un régimen de desmane más severo que el aplicado en esta prueba. El mismo tratamiento podría ser

aplicado exitosamente al Curraré enano dado el relativamente elevado número de manos y dedos cuantificados en este estudio (8.7 manos y 56.4 dedos por racimo); ello a pesar de que su categorización como perteneciente al sub-grupo Falso Cuerno, el cuál suele tener un bajo número de manos y dedos, como fue el caso del cv. Macho.

Reacción a Sigatoka negra

Ocurrieron diferencias significativas entre tratamientos en todas las variables consideradas para caracterizar su reacción a Sigatoka negra (Cuadro 4).

Cuadro 4. Reacción a Sigatoka negra determinada por la duración del periodo de desarrollo de la enfermedad (PDE), la posición de la hoja más joven con manchas de la enfermedad (HMJM), hojas totales, hojas funcionales e índice de la enfermedad (IIE) a la parición en el primer ciclo productivo de siete híbridos tetraploides (AAAB) y dos clones naturales (AAB) de plátano. CEDPRR, Guaruma 1, La Lima, Cortés, Honduras. 2002-2003.

Híbrido/Cultivar	PDE ^{1/} (días)	HMJM ^{2/}	Hojas totales	Hojas funcionales	IIE ^{3/} (%)
PITA-14	117.7 a*	13.9 a	14.4 ab	14.4 ab	12.3 a
PITA-17	116.4 a	14.2 a	15.0 a	14.9 a	13.6 ab
PITA-10	107.1 b	12.7 b	13.8 b	13.3 cd	14.7 abc
FHIA-20	94.7 c	12.3 bc	14.0 b	13.8 bc	15.6 bc
CRBP-39	80.2 d	11.5 c	12.1 c	11.3 e	17.1 c
FHIA-22	77.8 de	8.8 d	12.2 c	10.8 ef	24.6 d
FHIA-21	71.5 def	7.4 e	12.0 c	10.1 f	27.8 e
Macho	69.9 ef	9.0 d	15.1 a	12.6 d	31.9 f
Curraré enano	66.9 f	9.0 d	14.4 ab	11.6 e	31.2 f

* Los promedios seguidos por la misma letras no son estadísticamente diferentes (Duncan, p = 0.05)

1/ PDE = Periodo de Desarrollo de la Enfermedad

2/ HMJM = Hoja Más Joven con Mancha

3/ IIE = Índice de Infección de Enfermedad

En cualquiera de las variables consideradas un grupo formado por PITA-14, PITA-17, PITA-10 y FHIA-20, usualmente en ese mismo orden, mostraron resistencia a Sigatoka negra significativamente superior a los demás materiales; correspondientemente, Macho y Curraré enano usualmente tendieron a mostrar los valores de mayor susceptibilidad a la enfermedad. Todo lo anterior se aplica sin problema a PDE y a IIE; sin embargo, al considerar los parámetros número de hojas presentes a la floración y a la cosecha debe tomarse con algún grado de reserva. El número de hojas presentes en esas etapas del cultivo se considera una medida de la resistencia a Sigatoka negra dado que la mayor o menor resistencia se traduce, respectivamente, en menor o mayor destrucción de hojas, y ello tendrá efecto sobre su persistencia a través del tiempo. Sin embargo, este carácter puede ser engañoso en el caso de los híbridos dado que sus hojas son usualmente decumbentes, una característica que facilita que cedan estructuralmente por el pecíolo, doblándose y perdiéndose prematuramente. Esto sucedió con FHIA-21 y FHIA-22, cultivares con algún grado de resistencia conocida y cuyos conteos de hoja totales y funcionales sin embargo fueron inferiores a los de los cultivares silvestres Macho y Curraré enano, de reconocida alta susceptibilidad a la enfermedad; consecuentemente, ambos FHIA-21 y FHIA-22 mostraron menor número de hojas totales y funcionales a parición que los susceptibles Macho y Curraré enano.

El rango de PDE osciló entre 117.7 días de PITA-14 y 66.9 de Curraré enano. PITA-14 y PITA-16 fueron estadísticamente iguales entre sí (117.7 y 116.4 días, respectivamente) y superiores significativamente superiores a todos los demás tratamientos. La variable HMJM mostró esencialmente el mismo comportamiento para PITA-14, PITA-16, PITA-10, FHIA-20 y CRBP-39 salvo por la ocurrencia de hojas más jóvenes con manchas en FHIA-22 y FHIA-21 que en los cv. Macho y Curraré enano. Lo anterior confirma observaciones anteriores de que la resistencia del híbrido FHIA-21 (y aparentemente también de FHIA-22) ha sufrido erosión al paso del tiempo. El IIE mostró exactamente el mismo comportamiento varietal definido por el PDE: PITA-14, PITA 17 y PITA 10, en ese orden, mostraron alta resistencia seguidos por FHIA-20 y CRBP-39 con buena resistencia (15.6 y 17.1%, respectivamente), FHIA-22 y FHIA-21 con moderada susceptibilidad (24.6 y 27.8%, respectivamente), y Macho y Curraré enano con alta susceptibilidad (31.9 y 31.2%, respectivamente).

Comentarios

Bajo las condiciones ambientales y de manejo en que se desarrolló el estudio se derivan los siguientes comentarios:

- Fenología: PITA-17, PITA-14 y el Curraré enano fueron los materiales más prematuros a cosecha. CRBP-39, PITA-10, Macho y FHIA-20 fueron intermedios a cosecha; el resto fueron demasiado tardíos.
- Altura de planta/: El Curraré enano mostró la altura más favorable, seguido por FHIA-20, PITA-17 y PITA-14. El resto de los materiales mostraron alturas desfavorables.
- Perímetro del seudotallo: FHIA-22 mostró el seudotallo de mayor grosor. CRBP-39, Curraré enano, FHIA-21 y FHIA-20 mostraron todos seudotallos de grosor intermedio.
- Peso de racimo: Los híbridos FHIA consistentemente produjeron racimos significativamente más pesados que los otros híbridos; FHIA-20 fue el de mayor rendimiento. El peso de racimo Curraré enano fue particularmente sobresaliente a pesar de las limitaciones de este cultivar (susceptibilidad a Sigatoka negra, etc.). Sin excepción e indistintamente del origen, los híbridos superaron a los cultivares naturales en número de dedos a pesar del régimen de desmane aplicado a todos ellos.
- Dimensiones/peso de dedos: Los cultivares naturales Curraré enano y Macho superan a todos los híbridos en dimensiones y peso de los dedos; los híbridos que más se acercaron a ellos fueron FHIA-20 y FHIA-21. Es necesario apuntar que se pueden mejorar las características de los dedos, sin mayor pérdida en rendimiento, mediante desmane a 4 manos.
- Reacción a Sigatoka negra: Los materiales más sobresalientes fueron los tres híbridos PITA desarrollados por IITA y el FHIA-20.

En conclusión, los materiales mostraron amplia diversidad en su desempeño en las diferentes características evaluadas. Entre ellos, el material más consistente en calificar siempre entre los mejores o como el mejor en las diferentes características evaluadas fue el FHIA-20.

Recomendaciones

- Realizar estudios en condiciones óptimas, al menos por dos ciclos productivos de producción comercial, para observar el potencial productivo real de los mejores materiales.
- Complementar los estudios de campo con investigación sobre características poscosecha y resistencia a nemátodos de los materiales más sobresalientes.
- Considerar la posibilidad de utilizar a PITA-14 y PITA-17 para determinar si tienen potencial como madres dentro del esquema de mejoramiento de plátano.

Caracterización Nematológica del Centro Experimental y Demostrativo de Plátano (CEDEP). Año 2004.

Luis F. Durán, A. Cruz y J. Calderón
Protección Vegetal

Resumen: Se realizó una caracterización nematológica del CEDEP en Septiembre de 2004. Se obtuvieron muestras de raíces de dos variedades de plátano: FHIA-20 y FHIA-21 en un área de 12 hectáreas en los Cayos 1, 2, 3, 4, 5 y 6. Los resultados mostraron poblaciones elevadas de *Pratylenchus coffeae*, con un promedio general de 300 individuos de *Pratylenchus coffeae* por gramo de raíz analizada. Se concluye que las poblaciones elevadas se deben al constante monocultivo de musáceas susceptibles (plátano) establecido en el CEDEP.

Introducción

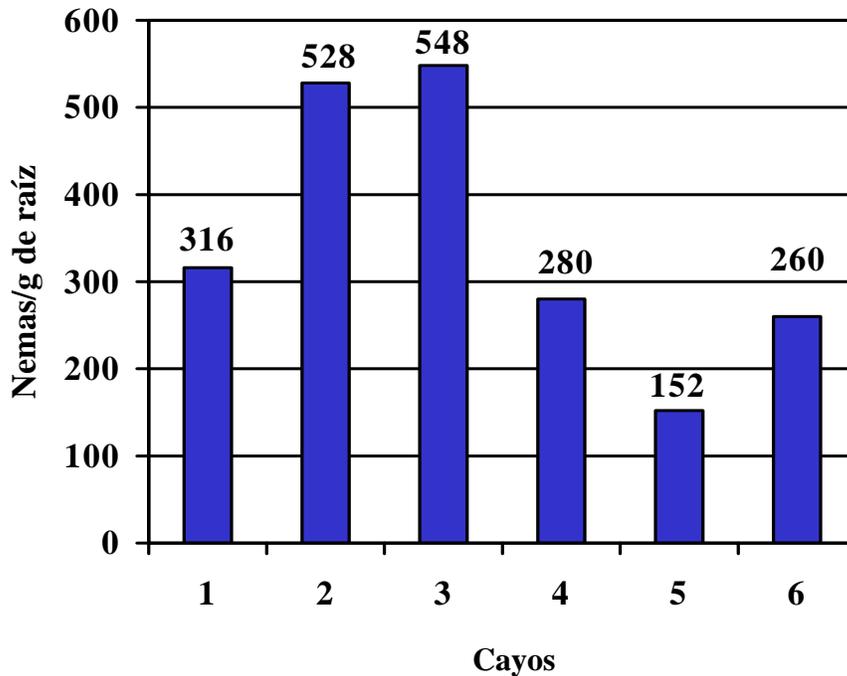
Los centros experimentales de la FHIA, constantemente se encuentran en renovación e incorporación de nuevos materiales de siembra y variedades, sea Musáceas, hortalizas, frutales o cultivos industriales, producto de los trabajos experimentales o establecimiento de lotes demostrativos. Entre los problemas fitosanitarios se encuentran las poblaciones de nematodos, las cuales al ser manejadas en forma adecuada se pueden mantener en niveles que no causen daño al (los) cultivo(s) presente(s) en dichos centros. Para lograr lo anterior, es necesario efectuar en primer lugar la identificación de los géneros de nematodos presentes y a la vez cuantificar esas poblaciones para conocer el potencial de daño a los cultivos. Posteriormente, y basándose en los resultados de los muestreos, se puede determinar la posibilidad de implementar medidas de control en donde las poblaciones y el daño cuantificado así lo ameriten. El objetivo de las presentes caracterizaciones, por lo tanto, es conocer el estatus nematológico del CEDEP en cuanto a géneros y cantidades de nematodos y, en caso de diagnóstico positivo de nematodos fitoparásitos en cantidades de importancia económica, formular recomendaciones de manejo y control.

Metodología

Se identificó el área del CEDEP donde se realizaría el muestreo, determinándose muestrear solamente raíces, debido a la naturaleza de monocultivo que presenta el centro, donde se esperaba que los problemas nematológicos fueran a causa de endoparásitos migratorios y sedentarios. Los cayos 1 hasta el 6 se encontraban sembrados con las variedades de plátano FHIA-20 y FHIA-21. Para la extracción de las muestras se utilizó pala de 30 cm x 30 cm para obtener un volumen de muestra de 900 cc, entre suelo y raíces, por planta. Se procedió a separar cuidadosamente las raíces del suelo para el posterior proceso de las raíces en el laboratorio y la identificación y conteo de los géneros de nematodos. Al final se procesaron un total de 6 muestras compuestas por tres submuestras cada una.

Para la extracción de larvas móviles se utilizó el método de maceración-tamizado (Hooper, 1986). Se utilizó una submuestra de 25g de raíz para proceso para inferir sobre poblaciones por gramo de raíz.

Figura1. Población de *Pratylenchus coffeae* detectada en muestras de raíces de plátano provenientes de CEDEP, Calán, Cortés. Septiembre, 2004.



Resultados

Los muestreos revelaron la presencia en cantidades elevadas del género *Pratylenchus coffeae* en todas las muestras analizadas en los rangos considerados económicamente dañinos (cantidades mayores a 100 nematodos por gramo de raíz analizada). Las raíces mostraron pudrición generalizada y lesiones que interesaban la corteza profundamente, síntomas típicos del ataque de este género.

Conclusiones

- Se detecto solamente un género de nematodo en las muestras provenientes de raíces de plátano del CEDEP: *Pratylenchus coffeae*.
- *P. coffeae* se detectó en cantidades elevadas en las 6 muestras analizadas.
- El inóculo de *P. coffeae* se encuentra diseminado generalizadamente en todo el CEDEP, probablemente debido a la falta de tratamiento presiembra de los cormos.

Recomendaciones

- Se recomienda el pelado de cormos presiembra, con el objetivo de eliminar tejido portador de inóculo de nematodos.
- Cuando sea posible, se recomienda el uso de vitroplantas para siembra.
- Continuar con las aplicaciones de nematicida cuando los muestreos así lo sugieran, rotando los productos a modo de no aplicar el mismo producto mas de dos veces consecutivas.
- Realizar muestreos de raíces cada 4-6 meses para determinar fluctuaciones en la población de nematodos y la eventual aplicación de medidas de control, dependiendo de los niveles detectados.

Literatura Citada

Hooper, D.J. 1986. Extraction of nematodes from plant material. En: Laboratory methods for work with plant and soil nematodes. Ministry of agriculture, fisheries and food. London, UK.

Efectividad en control de Sigatoka negra del banano de productos aprobados para producción orgánica de cultivos

David Perla¹, J. Melgar² y M. Deras²

¹Tesista de Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho; ²Departamento de Protección Vegetal, FHIA, La Lima, Cortés

Resumen: La Sigatoka negra, causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, se ha convertido en el principal problema fitopatológico asociado con la producción de banano y plátano. En explotaciones de banano y también de plátano destinados a la exportación el control de esta enfermedad se basa en la aplicación de fungicidas, complementado con prácticas agronómicas. Se ha desarrollado en Europa y Estados Unidos un mercado creciente de consumo de banano producido bajo esquemas de producción orgánica. Este estudio se condujo bajo condiciones de campo con el objetivo de determinar la efectividad en el control de Sigatoka negra de varios productos fungicidas a base de cobre y de un biofungicida aprobados para producción orgánica de cultivos. Se estableció un ensayo con un arreglo de parcelas divididas con dos factores en un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones. El factor A fueron los coadyuvantes NP-7 y Break-Thru; este último es un producto de nueva generación. Los niveles del factor B fueron un testigo absoluto, Dithane 60 SC, Bankit 25 SC, Cobox, Kocide 61.4 WG, Phyton 24, Fytosan 80 y Serenade. Todos los productos se mezclaron con agua, aceite agrícola y coadyuvante, excepto Serenade que solo se mezcló con agua y coadyuvante. Los tratamientos se aplicaron a hojas nuevas recién abiertas de plantas de banano cv. Grand Nain, utilizando el procedimiento denominado “Prueba en Hoja Individual”. Se aplicaron las dosis medias recomendadas por los fabricantes. Se encontraron diferencias significativas en severidad entre coadyuvantes y entre fungicidas. La interacción entre ellos también fue significativa, indicativo que el efecto de los fungicidas depende en forma significativa del coadyuvante usado. En promedio los fungicidas ejercieron un mejor control de Sigatoka negra cuando se usó NP-7 como coadyuvante. Entre los fungicidas cúpricos Phyton 24 y Kocide 61.4 WG, en mezcla con NP-7 fueron los que mejor control de Sigatoka Negra ejercieron; ninguno superó a Bankit 25 SC pero fueron comparables a Dithane 60 SC, ambos productos utilizados comercialmente.

Introducción

La Sigatoka negra, causada por el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet, se ha convertido en el principal problema fitopatológico asociado con la producción de banano y plátano en las regiones del Mundo en las cuales el organismo está presente. En explotaciones de banano y también de plátano destinados a la exportación, el control de esta enfermedad se basa casi exclusivamente en la aplicación de fungicidas, aunque necesariamente complementado con prácticas agronómicas orientadas a bajar el nivel de inóculo del hongo y a crear un ambiente desfavorable a su desarrollo. Los fungicidas utilizados convencionalmente en control de Sigatoka negra son obtenidos por síntesis orgánica, e incluyen protectantes que son aplicados preventivamente para formar una barrera química exterior sobre la superficie de la planta donde ejercen su acción por contacto directo con propágulos del patógeno, y productos de acción sistémica que son absorbidos al interior del tejido, lo cual posibilita que puedan ejercer acción curativa de infecciones establecidas con anterioridad a la aplicación del químico.

Se ha desarrollado en Europa y Estados Unidos un mercado creciente de consumo de banano producido bajo esquemas de producción orgánica. En general, los fungicidas sintéticos convencionalmente utilizados en control de Sigatoka negra no están aprobados para su utilización en plantaciones de banano orgánico, lo cual bajo determinadas condiciones ambientales representa una limitante a la producción comercial rentable de este tipo de cultivos. En estas circunstancias, los productos a base de cobre inorgánico pudieran ser una alternativa dada su probada actividad fungicida general y que están aprobados para utilización en esquemas de producción orgánica. El Caldo Bordelés, un preparado fungicida formulado a base de cobre inorgánico, fue utilizado extensivamente en aplicaciones terrestres en la primera mitad del Siglo XX para el control de la Sigatoka amarilla, con buen resultado en su momento. Sin embargo, a raíz de la introducción en los 50's de las fungicidas de síntesis orgánica, la investigación, desarrollo y utilización de cobres en banano fue interrumpida.

Nuevas formulaciones de fungicidas de cobre han sido desarrolladas que, a dosis de aplicación menores a las acostumbradas con los cobres primitivos, aparentemente mantienen su alta efectividad; ello es muy conveniente dado que se minimiza el riesgo de acumulación indeseada de cobre en los suelos y en otros elementos del ambiente. En adición a lo anterior, se reporta que uno de dichos nuevos cobres posee algún grado de penetración en el tejido, lo cual le daría ventaja en términos de efectividad biológica sobre los productos estrictamente protectantes. También existen en el mercado biofungicidas a base de organismos vivos que aparentan tener potencial contra Sigatoka negra. Finalmente, nuevos adyuvantes han sido desarrollados que podrían mejorar aún más la efectividad de los cobre y los biofungicidas. Este estudio se condujo bajo condiciones de campo con dos propósitos:

- Determinar la efectividad en el control de Sigatoka negra de varios productos fungicidas a base de cobre y de un biofungicida; y
- El grado de mejoramiento en el control de la enfermedad derivado de la adición de un adyuvante de nueva generación.

Materiales y métodos

El estudio se realizó en el Centro Experimental y Demostrativo Phillip Ray Rowe (CEDPRR) de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA), ubicado en Guaruma 1, La Lima, Cortés, Honduras. Los tratamientos se aplicaron a unidades experimentales en un arreglo de parcelas divididas con dos factores, utilizando un diseño de bloques completos al azar con cinco repeticiones. La unidad experimental consistió de un área foliar de 529 cm². El factor A fueron los coadyuvantes NP-7 y Break-Thru. Los niveles del factor B fueron los fungicidas mostrados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Tratamientos fungicidas y testigo absoluto considerados como niveles del factor B en ensayo de control de Sigatoka negra. CEDPRR-FHIA, La Lima, Honduras. 2004.

Tratamiento	Ingrediente activo	Dosis de producto comercial/ha	Dosis de ingrediente activo/ha
Testigo absoluto	-	-	-
Dithane 60 SC	Mancozeb	2.67.6 kg	1.3 kg
Bankit 25 SC	Azoxistrobina	1.6 L	0.4 L
Cobox	Oxicloruro de cobre	1.3 kg	1.14 kg
Kocide 61.4WG	Hidroxido de cobre	1.25 kg	0.96/kg
Phyton 24	Sulfato de cobre pentahidratado	639.21 ml	153.4 ml
Fytosan 80	Sulfato de cobre pentahidratado	3.5 kg	2.8/kg
Serenade	<i>Bacillus subtilis</i> Cepa QST 713	8 kg	-

Las dosis usadas corresponden a la dosificación media recomendada por los fabricantes para control de Sigatoka negra. Cada uno de los tratamientos arriba indicados se aplicó en dos versiones diferentes dependiendo del producto utilizado como adyuvante. El primer producto fue NP7, utilizado localmente como agente tensoactivo en aplicaciones aéreas comerciales de control de Sigatoka negra; el otro producto fue Break-Thru, un adyuvante de nueva generación cuyas propiedades supuestamente superan a las de los adyuvantes tradicionales. Los tratamientos se aplicaron a hojas nuevas recién abiertas de plantas de banano cv. Grand Nain, utilizando el procedimiento denominado “Prueba en Hoja Individual”. Para la aplicación de las soluciones fungicidas se usó una pistola atomizadora conectada a un tanque con aire a presión y montada sobre una torre de aspersión (Figura 1). Se hicieron tres aplicaciones consecutivas a intervalos de siete días. Conforme a la práctica comercial acostumbrada, aceite agrícola en cantidad equivalente a 8 L/ha fue agregado a todos los tratamientos con excepción de Serenade, en el cual la aplicación fue exclusivamente con agua y el coadyuvante respectivo.

Figura 1. Torre de aspersión utilizada para la aplicación de fungicidas utilizando el método de la hoja individual. CEDPRR-FHIA, La Lima, Cortés, Honduras. 2004.



Se tenía previsto iniciar la evaluación de incidencia y severidad de Sigatoka negra siete días después de la última aplicación de tratamientos, pero debido al rápido desarrollo epidémico de la enfermedad, se inició nueve días antes de dicha aplicación y se efectuaron seis lecturas a intervalos de siete días. La severidad se determinó calculando el porcentaje del área foliar tratada que mostraba síntomas de la enfermedad.

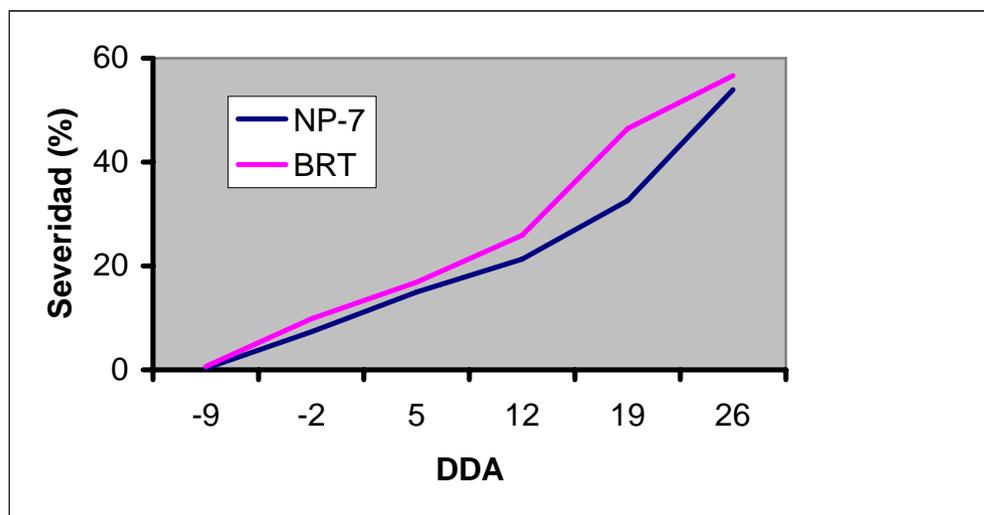
A los datos obtenidos se les aplicó un análisis de varianza. Las medias de niveles del factor A se compararon usando el procedimiento de diferencia mínima significativa. Las medias de niveles del factor B se compararon con contrastes ortogonales.

Resultados y discusión

Se presentó 100% de incidencia de Sigatoka negra en las hojas de las plantas sometidas a tratamiento. Se encontraron diferencias en severidad tanto entre coadyuvantes como entre fungicidas. La interacción entre ellos también fue significativa, lo que indica que el efecto de los fungicidas depende en forma significativa del coadyuvante usado o que el efecto del coadyuvante también depende en cierta forma del fungicida con que se mezcle. Las diferencias fueron más evidentes a los 12 y 19 días después de la última aplicación (evaluaciones 4 y 5 del total de 6). En las primeras tres evaluaciones no se observaron diferencias significativas debido a la baja severidad de la enfermedad en todos los tratamientos. En la sexta evaluación algunas hojas ya estaban mostrando senescencia prematura posiblemente acelerada por ataque de Sigatoka negra.

En promedio los fungicidas ejercieron un mejor control de Sigatoka negra cuando se usó NP-7 como coadyuvante (Figura 2). Cuando se usó Break-Thru todos los productos tuvieron un control pobre de la enfermedad.

Figura 2. Efecto de los coadyuvantes NP-7 y Break-Thru usados en combinación con fungicidas para el control de Sigatoka negra en hojas de banano. CEDPRR-FHIA, La Lima, Cortés, Honduras. 2004.



Entre los fungicidas cúpricos Phyton 24 y Kocide 61.4 WG en mezcla con NP-7, fueron los que mejor control de Sigatoka Negra ejercieron. Aunque estadísticamente fueron similares a Cobox y Fytosan 80, también tuvieron un nivel de control similar a Dithane 60 SC y Bankit 25 SC que son de los fungicidas mas usados a nivel comercial (Cuadro 2).

Cuadro 2. Contrastes ortogonales del efecto de fungicidas en mezcla con el coadyuvante NP-7 sobre la severidad de Sigatoka negra del banano. CEDPRR-FHIA, La Lima, Honduras. 2004.

Contraste	F	PR>F ¹
Testigo vs. Serenade	1.600	0.211 NS
Bankit 25 SC vs. Phyton 24	0.461	0.500 NS
Phyton 24 vs. Fytosan 80	1.430	0.236 NS
Phyton 24 vs. Kocide 614 WG	0.004	0.941 NS
Phyton 24 vs. Cobox	2.679	0.107 NS
Dithane 60 SC vs. Serenade	8.570	0.005 *
Bankit 25 SC vs. Serenade	13.980	0.000 **

¹: No hay diferencia significativa, *: Diferencia altamente significativa.

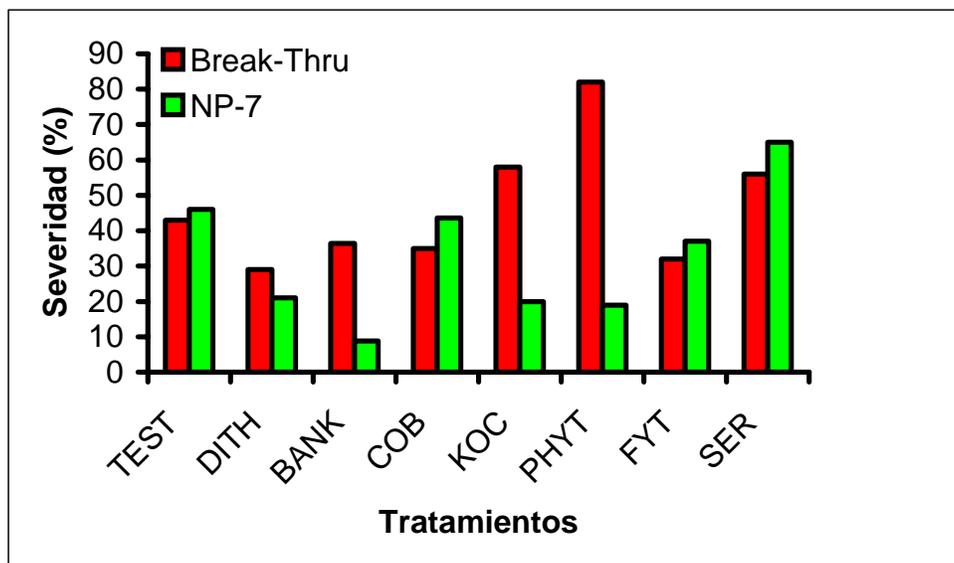
Por otro lado cuando los mismos fungicidas se aplicaron con Break-Thru el control de Sigatoka negra fue significativamente menor que el de Bankit 25 SC. Phyton 24 fue el producto que menos control de Sigatoka mostró con este coadyuvante. El fungicida cúprico que mejor comportamiento mostró cuando se mezcló con Break-Thru fue Fytosan 80 (Cuadro 3). El fungicida cúprico Cobox y el biológico Serenade se desempeñaron pobremente con los dos coadyuvantes. Cuatro fungicidas se desempeñaron mejor con el coadyuvante NP-7 (Dithane 60 SC, Bankit 25 SC, Kocide, Phyton 24); y los otros tres (Cobox, Fytosan 80, Serenade) trabajaron mejor con Break-Thru, aunque ninguno de estos tres últimos puede considerarse como una alternativa para el control de Sigatoka negra (Figura 3).

Cuadro 3. Contrastes ortogonales del efecto de fungicidas mezclados con el coadyuvante Break-Thru sobre la severidad de Sigatoka negra del banano. CEDPRR-FHIA, La Lima, Honduras. 2004.

Contraste	F	PR>F ¹
Testigo vs. Serenade	0.750	0.391 NS
Bankit 25 SC vs. Phyton 24	9.206	0.004 *
Phyton 24 vs. Fytosan 80	11.07	0.002 *
Phyton 24 vs. Kocide 614 WG	2.550	0.116 NS
Phyton 24 vs. Cobox	9.780	0.003 *
Dithane 60 SC vs. Serenade	3.230	0.078 NS
Bankit 25 SC vs. Serenade	1.700	0.198 NS

¹: No hay diferencia significativa, *: Diferencia altamente significativa.

Figura 3. Severidad de Sigatoka negra del banano transcurridos 19 días después de la última aplicación de fungicidas en combinación con los coadyuvantes NP-7 ó Break-Thru como coadyuvantes. CEDPRR-FHIA, La Lima, Honduras. 2004.



Conclusiones

- Bajo las condiciones experimentales utilizadas, el producto Break-Thru no mostró buen comportamiento para usar como coadyuvante en mezcla con fungicidas para el control de Sigatoka negra del banano. En cambio NP-7 mostró excelente actividad.
- Kocide 614 WG y Phyton 24 mezclados con el coadyuvante NP-7 pueden considerarse como alternativas efectivas para el control de Sigatoka negra del banano.

Recomendaciones

- Evaluar los productos Kocide 614 WG y Phyton 24 bajo condiciones similares a las que se realizan a nivel comercial.
- Evaluar el producto Serenade en presentación líquida y mezclado con aceite agrícola.

Literatura citada

Calpouzios, L. 1962. A precision spray technique for evaluating oil for Sigatoka disease control on individual banana leaves in the field. *Phytopathology*. 50:69-72.

Jones, R. 2000. Disease of banana, abacá and enset. CAB International. Worcestershire. UK.

Marin, D. H., Romero, R. A., Guzman, M. y Sutton, T. B. 2003. Black Sigatoka: An increasing threat to banana cultivation. *Plant Disease*. 87:208-222.

EVALUACIÓN POSCOSECHA DEL BANANO HÍBRIDO FHIA-26

Héctor Aguilar

Departamento de Poscosecha

Salomón Mendoza

Programa de Banano y Plátano

Resumen: Se iniciaron estudios sobre las características físicas y químicas del banano de postre FHIA-26, el cual presenta una alternativa para ser mercadeado como fruta exótica, por su forma y sabor. Los resultados obtenidos indican que el híbrido presenta 19 dedos por mano, el tamaño de los dedos y racimo fue aceptable, y presentó una vida verde de 16 días con edad de 119 días a la cosecha. El largo promedio de dedos fue de 10.4 cm y con calibre promedio de racimo de 42.6 (1/32 pulg). La fruta verde fue muy susceptible a los daños mecánicos los cuales son reflejados en la fruta madura. La fruta madura presentó 26.11 grados Brix en índice de madurez 6, la textura es sólida y cremosa de color naranja.

Introducción

Los nuevos híbridos de banano y plátano liberados por la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, tienen muy poca información desarrollada sobre el comportamiento y manejo poscosecha, así como el conocimiento de las características fisiológicas y morfológicas de cada material.

Objetivo

Evaluar las características físicas y químicas del banano de postre híbrido FHIA-26.

Materiales y métodos

La fruta de FHIA-26 fue obtenida del Centro Experimental Demostrativo Phillip Ray Rowe en Las Guarumas, La Lima, Cortés. La fruta fue evaluada en verde y madura en los siguientes aspectos: peso de mano (Kg), peso de dedo (gr), peso de pulpa (gr), peso de cáscara (gr), relación pulpa / cáscara, grosor de cáscara (mm), grosor de la pulpa (cm), longitud de dedo (cm), longitud de pedúnculo (cm), calibre de racimo (1/32 pulg), calibre mínimo de racimo (1/32 pulg), calibre máximo de racimo (1/32 pulg), color de la cáscara, color de la pulpa, firmeza fruta (kgf), pH, acidez titulable (meq/100 gr), porcentaje de humedad, porcentaje de materia seca y vida verde a 14.5 °C.

En fruta madura se consideró: grados Brix (en índice de madurez 5), color de cáscara, color de pulpa, firmeza de pulpa (kgf), relación Brix/acidez, acidez titulable (meq/100 gr), porcentaje de humedad, porcentaje de materia seca, desprendimiento de dedos a índice de madurez 7 (sí o no), rajadura de dedos maduros a índice de madurez 7 (sí o no), facilidad de pelar maduro (sí o no) y vida de anaquel a 20.0 °C. Se utilizaron 5 dedos por racimo de las manos 2, 4, 6 y 8 como muestras.

Resultados

En el Cuadro 1, se presentan las características (en valores promedios) del banano de postre híbrido FHIA-26 en verde. El número de dedos por mano fue de 19 con un peso de 2.08 kg. Se observó que en todas las manos se presentan entre 3 a 4 dedos pegados (chachos, gemelos) al lado derecho de la mano, los que podrían eliminarse al momento del embolse. El peso promedio

de los dedos fue de 92.94 gr. distribuyéndose en 76.2 gr en peso de pulpa y en 16.74 gr en peso de cáscara. El grosor de cáscara verde fue de 2.5 mm y el de la pulpa de 3.6 cm. La longitud del dedo de punta a pulpa fue de 10.4 cm, el largo del pedúnculo fue de 4.2 cm. El calibre promedio de racimo fue de 42.6 (de 1/32 pulga) El color de la cáscara fue verde claro y la pulpa de color amarillo-crema. La fuerza de ruptura de la cáscara fue de 2.3 Kgf. El pH y acidez titulable fueron de 5.2 y 2.3, respectivamente. Los contenidos de humedad y de materia seca fueron del 73.7% y 26.3%. El FHIA-26 es fácil de pelar y presentó una vida verde de 16 días con 119 días de edad.

Cuadro 1. Características (promedias) de fruta verde del híbrido FHIA-26.

Características	Valores
Número de dedos por mano evaluados	19
Peso de mano (kg)	2.08
Peso de dedo (gr)	92.94
Peso de pulpa (gr)	76.2
Peso de cáscara (gr)	16.74
Relación pulpa / cáscara	1.4:1
Grosor de cáscara (mm)	2.5
Grosor de la pulpa (cm)	3.6
Longitud de dedo (cm)	10.4
Longitud de pedúnculo (cm)	4.2
Calibre de racimo (1/32 pulg)	42.6
Calibre máximo de racimo (1/32 pulg)	45.0
Calibre mínimo de racimo (1/32 pulg)	40.1
Color de la cáscara	Verde claro
Color de la pulpa	Amarillo-crema
Firmeza fruta (Kgf)	2.3
pH	5.2
Acidez titular (meq/100 g)	2.3
Contenido de humedad (%)	73.7
Contenido de materia seca (%)	26.3
Facilidad de pelar en verde	Sí
Vida Verde (14.5 °C) con 119 días	16

Es característico en FHIA-26 presentar a partir de la quinta mano que los dedos son más delgados y cortos. La fruta en verde presenta un color verde con cierto recubrimiento blanquecino, el cual se pierde durante el proceso de lavado y hace la fruta más susceptible a la deshidratación. La fruta verde es muy susceptible a los daños mecánicos, por lo que se tiene que cuidar la fruta desde la cosecha al empaque.

FHIA-26 responde a 110 ml de Etigen[®] con 90-95% de humedad relativa constante durante todo el periodo de almacenamiento y maduración. Los grados Brix de la fruta después de ventilación, tomados cada tres días hasta obtener fruta con índice de madurez 6 fueron de 9.05, 11.17, 17.8, 22.17 y 26.11, respectivamente (Cuadro 2). El color de la cáscara fue de color naranja. FHIA-26 no desarrolla manchas de azúcar ('sugar spot'). En índice de madurez 6 ciertas

lenticelas se rompen al liberar etileno y se manchan de color café. La pulpa es de color naranja con loculos gruesos, las placentas son de color negro a igual que las semillas vestigios. La presión a ruptura de cáscara de fruta madura fue de 0.88 Kgf, presentando cierto grado de elasticidad. El pH y acidez titular fueron de 8.2 y 2.2 meq/100g de pulpa. El porcentaje de humedad fue de 70.1%, la materia seca fue de 30.9%. En índice de madurez 7 los dedos se desprenden de la corona. Es fácil de pelar y la vida amarilla a 20.0 °C es de 4 días debido a la rápida deshidratación de la cáscara.

Durante este periodo es cuando los daños mecánicos se manifiestan produciendo un color negro de la cáscara, es muy susceptible a las marcas dejadas por los dedos al apretar la fruta. Aunque la cáscara tenga un color negro u oscuro la pulpa se mantiene en buenas condiciones de ser consumida.

Cuadro 2. Características (promedias) de fruta madura del FHIA-26.

Características	Valores
Etigen para inducir maduración (ml)	110.0
Grados de Brix (índice de madurez 6)	9.05, 11.77,17.86,22.17, 26.11
Color de cáscara	Naranja
Color de pulpa	Naranja
Firmeza pulpa (Kgf)	0.88
Relación Brix/Acidez	3.8
pH	8.4
Acidez titular (meq/100 gr)	2.28
Porcentaje de humedad	70.1
Porcentaje de materia seca	30.9
Desprendimiento de dedos grado 6 (sí o no)	Sí
Rajadura de dedos maduros grado 6 (sí o no)	No
Facilidad de pelar maduro (sí o no)	Sí
Vida de Anaquel (20.0 °C) con grado 6 (Buena apariencia)	4

Conclusiones

FHIA-26 presenta buenas características físicas para ser utilizada como banano de postre exótico. Presenta buen número de dedos por manos, los tamaños de dedo y racimo pueden ser manejados por prácticas culturales. La fruta verde fue muy susceptible a los daños mecánicos, los cuales son reflejados en la fruta madura. Una desventaja que tiene FHIA-26 es la alta susceptibilidad a la deshidratación de la cáscara como producto de un gran número de lenticelas por unidad de área, lo que indica que tiene que manejarse con alta humedad.

Recomendaciones

Realizar estudios de maduración con diferentes edades y dosis de etileno. Desarrollar la tabla de maduración. Refinar la información sobre vida verde con diferentes edades y vida amarilla en base a la concentración máxima de azúcares en la pulpa.



Figura 1. Forma de fruta de FHIA-26.



Figura 2. Daños mecánicos y deshidratación de cáscara.



Figura 3. Diferentes tamaños de fruta en 8 manos.

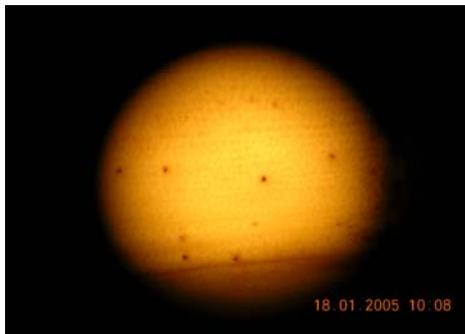


Figura 4. Número de lenticelas en cáscara.

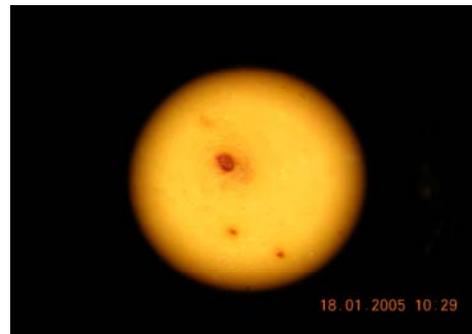


Figura 5. Lenticelas abiertas en grado de maduración.

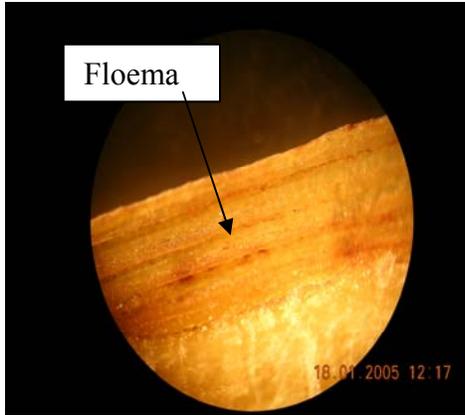


Figura 6. Tamaño de conductos del floema.

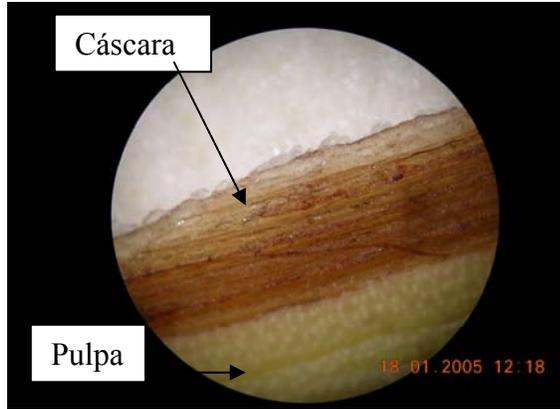


Figura 7. Grosor de cáscara y sistema vascular.