



# **PROGRAMA DE BANANO Y PLATANO**

**INFORME TECNICO 1998**

DICIEMBRE DE 1998

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
Informe Técnico de fitomejoramiento de Musáceas .....	1
Determinación experimental de la reacción a los nemátodos <i>Radopholus similis</i> y <i>Pratylenchus coffea</i> de germoplasma selecto de <i>Musa</i> en casa de sombra . BAN 96-03.....	19
Evaluación nutricional y de la producción del plátano híbrido (AAAB) FHIA-20 a la aplicación de fertilizantes. BANP 96-01b.....	45

## INFORME TECNICO – 1998

15 de febrero de 1999

Programa de Banano y Plátano, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola,  
La Lima, Cortés, Honduras

Phillip Rowe, Ph.D.  
Líder de Programa

**Resumen:** Las características excepcionales de la planta y la fruta del banano de cocción FHIA-25 se verificaron este año. Este es el primer híbrido triploide desarrollado de cruzamientos de 4x x 2x. Es una planta enana, productiva y resistente a la Sigatoka negra. Su fruta verde tiene excelente sabor y textura ya sea cocida o frita. Se espera que este híbrido alivie la escasez de alimentos de 100 millones de habitantes en Africa en donde la Sigatoka negra ha reducido la producción de plátanos y de bananos de cocción.

Se ha demostrado que los híbridos tetraploides derivados de Lowgate (enano mutante Gros Michel) tienen la estatura deseada del Gran Enano para desarrollar bananos de exportación resistentes a enfermedades.

Se identificó una planta aparentemente enana mutante del plátano híbrido FHIA-20. Esta planta será multiplicada por cultivo de tejido para determinar si esta estatura deseada se expresa en una cantidad grande de plantas.

Se seleccionaron los primeros híbridos de cruzamientos entre tetraploides para mejorar plátanos y bananos de cocción. El objetivo de estos cruzamientos es el de incorporar resistencia al picudo negro en los bananos de cocción y desarrollar plantas de plátano enanas con el vigor de los clones ABB.

Se seleccionó un híbrido obtenido de los cruzamientos con clones de Pisang awak. Pisang awak es un banano utilizado para la fabricación de cerveza en Africa del Este y para postre y cocción en Asia, pero susceptible a marchitez por Fusarium. Si este nuevo híbrido tiene la resistencia a enfermedades de su padre, diploide SH-3437, podría ser un reemplazo valioso para el Pisang awak en varios países.

**Introducción:** De acuerdo a las cifras oficiales de la FAO, cerca de 800 millones de personas sufren a diario de hambre, la mayoría de las cuales vive en los países tropicales. Este problema de escasez de comida es causado en parte por la incertidumbre que está asociada con la cosecha de granos. Sequías, enfermedades, insectos, falta de almacenamiento adecuado, el no poder cultivar para consumo doméstico, contribuyen a la escasez continua de alimentos en muchos países tropicales.

Los plátanos y bananos de cocción a través de la historia han evadido los problemas relacionados con la producción de granos. Sin embargo, durante los años 80 la Sigatoka negra, mancha de hoja (*Mycosphaerella fijiensis*), se ha esparcido entre los países que se dedican al cultivo de banano y plátano, reduciendo así en un 50% la producción de lo que antes era considerada como una cosecha doméstica segura. En consecuencia de la reducción de producción y a los altos precios debido a la escasez, los plátanos que han sido tradicionalmente la comida principal de 70-80 millones de personas en Africa Central y Oeste, son ahora un lujo para muchos de estos millones. La Sigatoka negra ha comenzado a tener el mismo efecto en el banano de cocción en Africa del Este, donde estos bananos almidonados son el alimento principal para 20 millones de personas. Así, de esta manera dicha enfermedad está causando

serios problemas en lo que era un continente deficiente en comida aún antes de estas recientes epidemias.

Un avance científico el cual podría ser importante para aliviar esta escasez de alimentos, podría ser el desarrollo de un banano de cocción fuerte, productivo y resistente a la Sigatoka negra. Luego podría venir un alivio inmediato a esta deficiencia de alimentos cuando los agricultores inicien su cultivo.

El punto más relevante de este reporte anual es el híbrido FHIA-25, banano de cocción; el cual fue seleccionado como una planta individual en 1997. Observaciones continuas de muchas plantas de FHIA-25 durante 1998 han demostraron que es una alternativa excepcional para una amplia distribución a los agricultores de Africa especialmente.

Este desarrollo de FHIA-25 es un logro significativo que podría usarse como un ejemplo, el cual visto retrospectivamente, justifica todos los gastos y esfuerzos de casi 40 años de trabajo en mejoramiento. Este es el primer cruce triploide el cual tiene excelentes características tanto la planta como en el racimo. Las series de cruces de los cuales resultó FHIA-25, son un indicativo que los mismos tipos de cruces para la producción de híbridos triploides (secundarios y terciarios) pueden ser efectivos para el desarrollo de un tipo de banano para exportación resistente a la Sigatoka negra.

En la sección que trata sobre Mejoramiento de bananos para postre se discute e ilustra información adicional sobre FHIA-25. Los avances hechos en 1998 en el mejoramiento de bananos para postres, plátanos, y banano para fermentación para fabricar cervezas también se presentan bajo su título respectivo.

### **Mejoramiento genético de bananos para postre**

Los primeros descubrimientos en el mejoramiento de bananos de postre han dado como resultado el establecimiento de guías para un acercarse al mejoramiento genético de los diferentes tipos de bananos y plátanos. Un repaso a las prioridades y principios los cuales conducen al desarrollo de muchos híbridos que actualmente están siendo cultivados comercialmente, se proporciona como información antecedente.

Todo progreso en Mejoramiento genético de Musáceas depende principalmente de la posibilidad de los diploides genéticamente mejorados. Estos diploides son cruzados con semillas fértiles para la síntesis de híbridos tetraploides, y las características deseadas de estos tetraploides son directamente proporcionales a las cualidades de las líneas del diploide parental. De éste modo, la principal prioridad siempre ha sido el desarrollo de diploides cuyas combinaciones tengan características agronómicas superiores y resistentes a plagas y enfermedades. Se seleccionaron los mejores tetraploides de los cruces de  $3x \times 2x$ , como híbridos nuevos con potencial de comercialización o como una línea parental en los subsiguientes cruces de  $4x \times 2x$  para lograr producir un híbrido triploide secundario para evaluaciones y selecciones futuras.

El segundo principio más importante en el mejoramiento genético, una vez que se han escogido las líneas parentales para un cruce-polinización y lograr un objetivo específico, se han escogido, es la de producir y sembrar tantos progenies segregados como se necesite. Mientras más líneas parentales heterocigóticas, hayan, más grandes deben ser las poblaciones segregadas, para esperar a que se pueda identificar y seleccionar un individuo segregante con las características deseadas.

La información anterior concerniente a la estrategia para mejoramiento, ilustra que el alcance de las actividades deberían ampliarse para agilizar un mayor logro de objetivos específicos. Uno de estos objetivos es el desarrollo de un híbrido resistente a Sigatoka negra que reemplace al banano de exportación Cavendish el cual es susceptible a Sigatoka negra. Esta

enfermedad tiene el potencial de destruir una industria anual de \$5 billones si se desarrolla (por mutación o recombinación genética) en un filtro incontrolable con fungicidas aprobados.

El Highgate, mutante enano del Gros Michel, ha sido el triploide femenino en la línea parental utilizado durante muchos años para el mejoramiento genético del banano de postre resistente a enfermedades y para exportación. Tal como se reportó el año pasado, el tetraploide FHIA-25, el cual se deriva del Highgate x SH-3362, está siendo cultivado comercialmente en Cuba debido a su tolerancia a la Sigatoka negra y a sus excelentes cualidades (cuando se deja madurar naturalmente sin el uso de etileno). Esta es la primera vez que un híbrido mejorado ha sido preferido en lugar del Cavendish como un banano para postre en plantaciones comerciales, y las 1900 hectáreas cultivadas con FHIA-23 en Cuba, se están expandiendo tan pronto como se puedan multiplicar plantitas adicionales para siembra.

Sin embargo, un inconveniente de FHIA-23 y de todos los híbridos derivados del Highgate, es el tamaño de la planta de por lo menos un metro más de alto de lo normal en la variedad de exportación Grand Nain. Es por esta razón que el triploide Gros Michel (mutante enano) es ahora la línea parental predominante en los cruces  $3x \times 2x$  para producir un híbrido tetraploide de tipo comercial.

Este año se evaluaron en el campo tres tetraploides derivados del Lowgate x SH-3362. Los tres híbridos poseen el porte bajo deseado (Figura 1) pero son susceptibles a Sigatoka Negra y las características del racimo son deficientes. Sin embargo, los principios de mejoramiento genético que anteriormente se citaron, ayudan a explicar la razón por la cual el tetraploide FHIA-23, con Highgate en su linaje o descendencia, es considerado para cultivarse comercialmente; pero estos tres híbridos con Lowgate en su linaje, no tiene ni la resistencia a las enfermedades ni las características del racimo necesarias para hacerlos candidatos para cultivarse comercialmente.

El Highgate tiene más semillas fértiles que el Lowgate, y una amplia población de híbridos tetraploides se están obteniendo de los cruces entre estos dos mutantes enanos de Gros Michel. Como resultado, FHIA-23 fue seleccionado entre más de 100 híbridos segregantes derivados del Highgate x SH-3362. Como SH-3362 altamente heterocigótico, esta vasta población permite que existan las posibilidades de poder hacer las mejores combinaciones de genes deseables de este diploide con los genes del Highgate.

En contraste a la cantidad de una o más semillas obtenidas por racimo polinizado de Highgate, se obtiene en promedio una semilla de cada 60 racimos de Lowgate polinizados. De este modo, la limitada población segregante (tres plantas) del cruce Lowgate x SH-3362, no permite obtener una expresión potencial de los genes deseados de SH-3362 en cualquiera de estos tetraploides.

El mejoramiento genético en plantas es un arte y una proyección de la ciencia basada en análisis astutos aprendidos de esfuerzos anteriores. Por ejemplo, Dodds, un pionero en el mejoramiento genético de musáceas en Trinidad, determinó hace más de 50 años que tetraploides comerciales podrían obtenerse tan pronto como se pudiesen desarrollar diploides avanzados. Los recientes tetraploides que ya están siendo cultivados en diversos países prueban que esta conclusión es válida. Ahora, FHIA-23 demuestra que se puede obtener un híbrido que posea racimos con cualidades excelentes y tolerancia a Sigatoka negra; y los tres híbridos con Lowgate en su linaje, y que fueron evaluados este año, demuestra que se puede producir tetraploides con el porte bajo deseado. El desarrollo de un nuevo híbrido comercial como FHIA-23, pero con el porte bajo del Grand Nain, es cuestión de polinizar miles de racimos de Lowgate, para así proporcionar una vasta población de híbridos segregantes de los cuales se puedan hacer las selecciones.



Figura 1. Uno de los tres híbridos tetraploides derivados de Lowgate x SH-3362 el cual floreció este año. Esta fotografía ilustra el porte bajo de los tetraploides con Lowgate en su linaje.

Hace 20 años se conoció que los triploides que se derivan de los cruces de diploides a tetraploides con Highgate en su linaje, frecuentemente tienen plantas con porte más bajo que este último; sin embargo, estos primeros triploides no poseen racimos con buenas características. Dos cosas indican que estos cruces de  $4x \times 2x$  deben volver a hacerse: una de ellas es que hay mayor disponibilidad de mejores diploides para estos cruces. La otra, es el desarrollo de FHIA-25, híbrido triploide terciario, para cocción, el cual incluye cruces de  $4x \times 2x$ . FHIA-25 no sólo posee cualidades excepcionales de planta y racimos, sino que es altamente resistente a la Sigatoka negra. Esta alta resistencia a dicha enfermedad se atribuye al hecho que se agregó un diploide adicional muy resistente dentro del pedigrí de este triploide mejorado. De este modo podemos esperar que triploides de los cruces de  $4x \times 2x$  para el mejoramiento genético de banano para postre, tengan un nivel más alto de resistencia a la Sigatoka negra en comparación a los tetraploides derivados de los cruces  $3x \times 2x$ .

Este año cerca de 600 racimos del SH-3444 (FHIA-23) fueron polinizados en cruces de  $4x \times 2x$ , obteniéndose un total de 84 semillas, de las cuales 20 produjeron embriones que fueron cultivados para germinación. Dos de las 17 plantitas que germinaron de estos embriones, poseen el gene de baja estatura, y pronto serán trasplantadas para evaluaciones subsecuentes. Este esquema de mejoramiento genético se puede expandir y la justificación para esta ampliación es tratada en la sección referente al desarrollo del híbrido FHIA-25, banano de cocción, por medio de cruces  $4x \times 2x$ .

### **Mejoramiento Genético del Banano para cocción**

De todos los trabajos realizados en mejoramiento genético, este ha sido el desafío más gratificante. El desafío se debe a la falta de una línea parental natural, enana, triploide que se pudiese utilizar en los cruces de  $3x \times 2x$  para el mejoramiento de banano de cocción lo cual si existe para banano y plátano. El triploide enano mejorado SH-3386 es y continuará siendo la única línea parental femenina que ha demostrado ser útil en los objetivos de mejoramiento genético de bananos de cocción. Sin embargo, la recompensa ha sido que subsecuente al híbrido SH-3775, con SH-3386 en su linaje (SH-3648, tetraploide derivado de SH-3386 x SH-3362) es ahora un nuevo y excelente banano triploide de cocción.

El pedigrí del SH-3775 (SH-3648 x SH-3142) se describió el año pasado cuando por primera vez este nuevo triploide fue seleccionado entre 175 híbridos segregantes de los cruces  $4x \times 2x$ . El SH-3775 se denominó FHIA-25 y es el primer triploide de tipo comercial que se ha desarrollado en este Programa. Este año, se cosecharon varias plantas de FHIA-25 y con el incremento de plantas y su evaluación se confirmaron sus asombrosas cualidades. Como resultado, FHIA-25 es ahora considerado una excelente alternativa para extensos ensayos en todos los países donde el plátano y el banano cocido son alimentos primordiales.

La figura 2 muestra una planta de FHIA-25 con su racimo listo para ser cosechado. Esta planta robusta soportó fácilmente su racimo de 43 kg sin necesidad de apuntalamiento. FHIA-25 tiene un alto nivel de resistencia a la Sigatoka negra, es tolerante al estrés como consecuencia de las extremas condiciones climatológicas. Por ejemplo, el Huracán Mitch causó inundaciones de aproximadamente 1.2 metros por 4 días en las parcelas donde se encuentran localizadas las matas de FHIA-25. Las hojas de los otros híbridos y otras variedades que rodean a las de FHIA-25, se pusieron amarillas (esto es a consecuencia de la condición adversa), pero las hojas del FHIA-25 permanecieron verdes como si nada hubiese pasado.

Ahora es evidente que FHIA-25 podría ser el reemplazo muy valioso para las plantaciones de

Africa del Centro y Oeste, donde la Sigatoka negra ha reducido enormemente la facilidad de adquisición de este alimento principal para 70-80 millones de personas. El año pasado, se mostró una comparación entre un racimo de tamaño pequeño de Yangambi y un racimo grande de FHIA-25. El Yangambi, resistente a la Sigatoka negra, fue sembrado como una alternativa de plátano en varias áreas de Nigeria como una manera de sobrevivencia. Ahora, el Cardaba ABB banano para cocción, resistente a la Sigatoka negra, también está siendo evaluado en ese país como una solución parcial al problema crítico de escasez de alimentos como resultado de esta enfermedad. La figura 3 muestra el tamaño de los racimos de Cardaba y FHIA-25. El racimo de FHIA-25 además de tener el doble del tamaño de Cardaba, tiene una calidad superior de fruta. La fruta verde cocida del Cardaba es espesa y su textura es dura, mientras que la textura del FHIA-25 es blanda. En Honduras, el consenso de opiniones de aquellos que han degustado FHIA-25, ya sea cocido o frito, es que este nuevo híbrido de banano podría ser un sustituto adecuado de los plátanos verdes.

La fruta cosechada de FHIA-25, verde, tiene una larga vida de anaquel, por lo que podría ser cultivado por los productores para ser vendido en el mercado nacional. La baja estatura de la planta permite para su consumo doméstico, cortar cuando se necesite una sola mano del racimo. Esta técnica de cosecha parcial (ilustrada en la Figura 4) prolonga la vida de la fruta verde del mismo racimo por un período de más de 6 semanas

FHIA-25 puede ser un reemplazo para la variedad East African AAA Highland, banano para cocción, el cual es el alimento principal de 20 millones de personas en Uganda, Ruanda, Burundi, las regiones altas Tanzania y República Democrata del Congo. Estos clones del banano Highland, los cuales sólo se cultivan en algunas regiones de Africa, son extremadamente susceptibles a la Sigatoka negra y esta enfermedad está mermando la producción en estos cinco países.

Este año se enviaron plantitas de cultivo de tejido de FHIA-25 a: Australia, Cuba, Ghana, Haití, Jamaica, Malasia, Nepal, Nigeria, Papua Nueva Guinea, Perú, Africa del Sur, St. Croix, Tanzania, Uganda y ex-Zaire. En la actualidad este híbrido está siendo multiplicado para ser distribuido en diferentes regiones de Honduras.



Figura 2. Ilustración de la estatura del híbrido FHIA-25, banano enano para cocción. El racimo que se muestra pesa 43.0 kg y la planta soporta fácilmente este racimo sin necesidad de apuntalamiento.



Figura 3. El tamaño relativo del racimo de la variedad del clon de Cardaba ABB, banano para cocción (izquierdo) y FHIA-25. El Cardaba, resistente a la Sigatoka negra, está siendo evaluado para posiblemente reemplazar los plátanos tradicionales devastados por esta enfermedad. FHIA-25 es también resistente a la Sigatoka negra y además de ser sus racimos más grandes, su fruta verde posee una textura más deseada (blanda) que la del Clon ABB cuando se come cocido. En Honduras, los consumidores han catalogado la fruta verde de FHIA-25, como un sustituto, cuando se come ya sea cocido o frito (tajaditas del plátano).



Figura 4. Ilustración de la forma recomendada para cosechar FHIA-25 en jardines caseros. Este removimiento secuencial de la fruta del racimo, a medida que se necesita, podría prolongar la disponibilidad de fruta verde por un período de más de seis semanas. La mano cosechada que se muestra es la sexta mano de este racimo de catorce manos, del cual ya se habían cosechado dos manos semanalmente.

FHIA-25 tiene un sabor simple cuando se come maduro, es por eso que se recomienda comerlo cocinado verde. La ausencia de un buen sabor cuando está maduro, no afecta las cualidades de la fruta verde, pero un doble propósito (para cocción y postre) podría ser aún mejor. En consideración a esto, se ha descubierto que FHIA-25 produce semillas fértiles cuando se poliniza con diploides. Estas semillas fértiles no presentan ningún problema cuando se cultiva comercialmente, puesto que es un triploide y no se puede fertilizar él mismo. Sin embargo, esta fertilidad permite el uso de FHIA-25 como madre en cruces de  $3x \times 2x$  para futuros estudios de mejoramiento genético. Si las progenies de estos cruzamientos son tetraploides, ofrece las posibilidades de seleccionar subsecuentemente nuevos híbridos para cocción que posean cualidades excepcionales de planta y fruta verde, y un buen sabor al madurarse.

Como el caso de híbridos mejorados de bananos para postre, las actividades en mejoramiento de banano de cocción, también pueden ser incrementadas permitiendo hacer los cruces mencionados para obtener resultados positivos. Por ejemplo, FHIA-25 posee excelente resistencia a la Sigatoka negra, pero su reacción ante el picudo negro aún no se conoce. Este insecto produce serios daños en los lugares donde se cultivan bananos de cocción.

Se ha observado que el Gros Michel es resistente al picudo negro en áreas donde la variedad East African ha sido severamente infestado con este insecto. De este modo, existe la posibilidad de incorporar estos genes de resistencia a los nuevos bananos de cocción. Este año, el híbrido tetraploide SH-3779 fue seleccionado de una población segregante de  $4x \times 4x$  derivado del SH-3648  $\times$  SH-3444. El tetraploide enano SH-3648 padre del FHIA-25 y el SH-3444 posee genes de Gros Michel por medio del Highgate  $\times$  SH-3362. Las características del racimo del SH-3779 y sus dos líneas parentales tetraploides se muestran en la Figura 5.

El SH-3779 tetraploide secundario es una planta enana con alto nivel de resistencia a la Sigatoka negra. En adición a las posibilidades de que éste nuevo híbrido tenga los genes de resistencia al picudo negro, también podría poseer genes para un buen sabor en banano maduro para cocción. El siguiente paso en este proceso es el de cruzar diploides avanzados a SH-3779 para producir híbridos triploides para evaluación como una posible variedad de banano de cocción resistente a la Sigatoka negra, y que sea también resistente al picudo negro y posea un buen sabor al comerse maduro.



Figura 5. De la izquierda: Características de racimo del tetraploide SH-3648 (con ABB en su descendencia) y SH-3444 (tipo Gros Michel) en su linaje y descendencia de SH-3779. Este cruce  $4x \times 4x$  se hizo con la intención de incorporar la resistencia a la Sigatoka negra. El siguiente paso a seguir es cruzar diploides avanzados con SH-3779 para producir híbridos triploides para ser evaluados como banano de cocción resistentes al picudo negro.

## **Mejoramiento Genético de Plátanos**

El híbrido tipo plátano FHIA-20, fue descrito el año pasado, y se ilustra nuevamente (Figura 6) para enfatizar una vez más las contribuciones que esta planta ha brindado para mejorar el alimento principal de más de 100 millones de personas. FHIA-20 demuestra que se pueden mejorar genéticamente plátanos resistentes a la Sigatoka negra y muy productivos. Es también un indicativo que pueden esperarse mejores híbridos de una expansión de cruces hechos con el objetivo de mejoramiento genético.

### **Enano Mutante del Plátano FHIA-20**

El universalmente cultivado, Cuerno Falso es una planta alta, y los híbridos FHIA-20 y FHIA-21, los cuales están siendo cultivados comercialmente, también lo son. Se anticipó que mutantes enanos de FHIA-20 y FHIA-21 podrían ser identificados entre miles de plantas de estos dos híbridos, los cuales están siendo multiplicados por micropropagación. Hasta ahora, no se ha observado ningún enano mutante de FHIA-21, pero aparentemente, se encontró este año en una parcela de FHIA-20 un mutante semi-enano. Esta planta, nombrada FHIA-20D (FHIA-20 enana), se muestra en la figura 7. Desafortunadamente, el huracán Mitch derribó esta planta, la cual se muestra, con todo y su racimo antes que éste llegase a su madurez, pero los hijos de ésta planta sobrevivieron. FHIA-20D se multiplicará por medio de cultivos de tejido para determinar si estas plantas, de aparente madre mutante mantienen el deseado porte bajo.

### **Retrocruces Para Mejorar Híbridos Tetraploides De Plátano**

Además de tener racimos pequeños y ser susceptible a la Sigatoka negra, los plátanos no son plantas fuertes. En comparación con el banano de cocción ABB que es robusto, los plátanos AAB son relativamente no-vigorosos. Existe la posibilidad de obtener plátanos mejorados con el vigor de los clones ABB por medio de cruces de  $4x \times 4x$ . Este año, el híbrido SH-3778 fue seleccionado de entre poblaciones segregantes derivadas de los cruces entre el tetraploide enano SH-3688 (con ancestrales ABB) y el plátano FHIA-21. Las cualidades del racimo de estas dos líneas parentales y el progen del SH-3778 se muestran en la Figura 8.

SH-3778 es una planta enana fuerte y tiene un alto nivel de resistencia a la Sigatoka negra. El siguiente paso en este esquema de cruces es un retrocruce entre FHIA-21 a SH-3778. No se sabe que sobrevendrá de los cruces de  $4x \times 4x$ , pero la importancia de estos plátanos justifica el acercamiento al desarrollo de híbridos más productivos, enanos, fuertes y resistentes a la Sigatoka negra. La estrategia de retrocruzamiento es de amplio uso en el mejoramiento genético de mucho cultivos, y es esta la primera vez que se utiliza en el mejoramiento de híbridos de plátano tetraploides. Esta serie de cruces debe de proseguirse en una amplia escala.

### **Bananos Mejorados para Fabricación de Cerveza**

La variedad Pisang awak (ABB) se cultiva en todos los países de Africa del Este para la fabricación de cerveza (sólo en Uganda, cerca de 400,000 hectáreas de banana se cultivan con éste fin). La popularidad de Pisang awak se debe a su vigor, su resistencia a la enfermedades de las mancha de las hojas, y a las cualidades de su fruta. La debilidad de éste clon es su alta estatura y su susceptibilidad al mal de Panamá.

De los pocos híbridos obtenidos de los cruces de diploides a Pisang awak, aparentemente se puede concluir que se pueden superar ambas debilidades. Las características del racimo del híbrido SH-3776 y de sus líneas parentales Pisang awak y SH-3437 se muestran en la Figura 9. Mientras que este primer racimo de SH-3776 no es tan grande como lo son típicamente los racimos de Pisang awak, el racimo y la forma este híbrido son casi idénticos a los de su madre. Más importante aún es la similitud de sus características externas, el color de la pulpa (cremoso) y su sabor maduro, son también casi idénticos a los de la variedad Pisang awak.

Aún no se sabe si el SH-3776 tiene la resistencia al mal de Panamá como su padre diploide, pero hay una buena posibilidad que la tenga. Lo que se sabe de éste híbrido es que es muy vigoroso, con un alto nivel de resistencia a la Sigatoka negra y una rapidez en el retoño de sus hijos. Basados en las condiciones bajo las cuales crece el SH-3776, se espera produzca unos racimos grandes. Es de especial importancia el hecho de que el SH-3776 no produce polen. Esta ausencia de polen es poco usual en los tetraploides derivados de los cruces de  $3x \times 2x$ , pero esta es una característica deseable pues significa que este híbrido puede cultivarse sin problemas con semillas en sus frutos.

Cuando el Dr. R. H. Stover realizó un estudio en 1987, sobre las pestes y enfermedades en Africa del Este, encontró que el Pisang awak estaba libre del daño que causa el picudo negro en áreas donde otras variedades son susceptibles. Esto indica que el tetraploide derivado del Pisang awak puede servir como una fuente de resistencia a este insecto en los cruzamientos de  $4x \times 4x$  con tetraploides derivados de otros triploides (por ejemplo, Highgate, el Plátano Francés y los clones de ABB). Gros Michel también ha demostrado resistencia al picudo negro, pero de otro modo la única fuente de resistencia que se conoce es la de Yangambi. El uso de Yangambi como línea parental en los cruces no ha resultado en híbridos con cualidades aceptables ni de la planta ni del racimo. Las posibilidades de expansión en el potencial genético de híbridos valiosos a través de cruces de  $4x \times 4x$  son casi ilimitados, pero tendrán que ser restringidos por el momento debido a la limitación de fondos para estas actividades.



Figura 6. Un racimo de 9.0 kg del tradicional plátano cuerno falso (centro) en comparación a dos racimos de 33.0 kg de plátano híbrido, resistente a la Sigatoka negra, FHIA-20. Ambos racimos de FHIA-20 se desmanaron a cinco manos (izquierda) y seis (derecho) para desarrollo subsecuente.



Figura 7. Un mutante aparentemente semi-enano, del híbrido FHIA-20. Esta planta, llamada FHIA-20D (por FHIA-20 enano) será multiplicada por medio de cultivos de tejido para evaluaciones de estabilidad de su porte bajo.



Figura.8. Izquierda: Cualidades de racimo del tetraploide SH-3688 (con ancestral ABB) y FHIA-21 (tipo de plátano) líneas parentales, y la prole de SH-3778. Este cruce, 4x x 4x fue hecho en un intento de combinar el vigor de los clones ABB con las cualidades culinarias de los plátanos. SH-3778 es una planta vigorosa de porte bajo con un alto nivel de resistencia a la Sigatoka negra. El siguiente paso es el de recruzar FHIA-21 a SH-3778.



Figura 9. Cualidades del racimo del triploide Pisang awak (izquierda) y del diploide SH-3437 (en medio) líneas parentales comparadas con las del híbrido tetraploide SH-3776. Pisang awak está siendo destruido por el mal de Panamá en varios países de Africa del Este donde es el preferido para fermentar cerveza. El propósito de los cruces al Pisang awak es el de desarrollar híbridos con las características deseadas de este clon en combinación con la resistencia a esta enfermedad.

## **Situación Actual**

Después de 1984, cuando la United Brand Company donó incondicionalmente su avanzado Programa de Mejoramiento Genético de Musáceas a FHIA, éste se convirtió en un valioso regalo para el mundo de los productores y consumidores de banano y plátano.

Durante 1984 a 1998 con financiamiento a corto plazo provenientes de diferentes agencias donantes se han desarrollado muchos híbridos de varias clases de bananos y plátanos, los cuales son resistentes a enfermedades y altamente productivos. Estos híbridos están siendo actualmente cultivados en muchos países.

Durante 1999 los únicos fondos para la continuidad de las actividades de este programa, son la dotación limitada de fondos de FHIA. De éste modo, sin la ayuda de fondos adicionales, una gran escala de cruces y selecciones necesarias (tal como se describen en este reporte) no se podrá llevar a cabo.

Este reporte se ha escrito más como una solicitud a las agencias donantes encargadas de atender las necesidades alimenticias. Algunas de las necesidades más importantes fueron expuestas en la introducción de este reporte. Es seguro decir que, sin los logros en mejoramiento genético de banano y plátano, habría poca esperanza para solucionar los problemas en la cosecha de alimentos.

Han sido pocas las probabilidades de aliviar el hambre y la pobreza de tanta gente con tan poca inversión. Efectivamente, el tiempo y los gastos requeridos para demostrar que el banano y plátano pueden ser mejorados genéticamente, de la misma forma que otros cultivos, han sido anteriormente apoyados por pioneros futuristas que previnieron la necesidad eventual de híbridos resistentes a enfermedades. En este momento, no hay construir ningún centro, y no se deben establecer facilidades administrativas para el manejo de pagos de planillas, seguros, etc. Lo único que se necesita son recursos financieros para poder continuar las actividades descritas en este reporte. Los beneficiarios, como resultado directo (de los híbridos mejorados) podrían ser más de 100 millones de personas.

**Determinación experimental de la reacción a los nemátodos *Radopholus similis* y *Pratylenchus coffeae* de germoplasma selecto de *Musa* en casa de sombra. BAN 96-03**

Luis F. Durán, Jorge Dueñas y J. Mauricio Rivera  
*Protección Vegetal*

Phillip Rowe,  
*Programa de Banano y Plátano*

Dirk De Waele,  
*Universidad Católica de Lovaina, Bélgica*

**Resumen:** El objetivo de los experimentos presentados en este informe es identificar genotipos naturales o mejorados utilizables en esquemas de mejoramiento de *Musa* como fuentes de resistencia/tolerancia a nemátodos. Se evaluó separadamente la reacción a *R. similis* y *P. coffeae* de 29 genotipos de interés en comparación a cuatro genotipos de referencia en 11 experimentos en casa de sombra, utilizando distintamente vitroplantas o plantas de cormo en macetas. Se inocularon las plantas con cantidades conocidas de nemátodos desarrolladas *in vitro*; excepcionalmente se recurrió a inóculo de *P. coffeae* extraído directamente de raíces de plantas enfermas. Después de 13-17 semanas de exposición se extrajeron los cornos íntegros para determinar resistencia y tolerancia en base a conteos de poblaciones de nemátodos en raíces y determinaciones de sanidad de cormo y raíces, respectivamente. Se encontraron diferencias significativas ( $p = 0.05$ ) en reacción a ambos nemátodos. Los diploides parentales mejorados SH-3142, SH-3723, SH-3362 y SH-3624 y los diploides naturales Pisang Tunjuk II-28, Mundan AVP-36, Tangung II-77 y Biu Batu II-92 mostraron ser distintamente resistentes/tolerantes a *R. similis*; SH-3648, FHIA-01<sup>®</sup>, FHIA-23, FHIA-18, Prata Enana, Calcuta 4 y los diploides naturales Pisang Batuau II-95 y Siang Hil II-82 fueron parcialmente resistentes. El diploide mejorado SH-3437 y los diploides naturales Biu Batu II-92, Tangung II-77, Siang Hil II-82 y Pisang Batuau II-95 mostraron resistencia/ tolerancia a *P. coffeae*; FHIA-17 y SH-3648 mostraron resistencia/ tolerancia parcial. Resistencia/tolerancia clara a ambos nemátodos se encontró en Yangambi Km5; susceptibilidad a ambos nemátodos ocurrió en Moroca Criolla, FHIA-20, Gros Michel y el diploide natural Pisang Mas Ayer II-314. El conocimiento y confirmación de la reacción de los materiales posibilita su utilización más eficiente en esquemas de cruzamiento orientados a incorporación de resistencia múltiple a varias enfermedades con la certeza de que existe mayor probabilidad de expresión de resistencia/tolerancia en la progenie.

---

El presente estudio es coordinado por INIBAP y se financia con fondos internacionales canalizados a través del Banco Mundial (BM) y con fondos proporcionados directamente por la Agencia de Desarrollo Internacional de la Provincia de Flanders (VVOB, Bélgica).

**Introducción:** Los nemátodos constituyen mundialmente una limitante importante a la producción de *Musa* (Davide, 1996). Cuatro especies de nemátodos se reportan usualmente en la literatura como parásitos de las Musáceas comestibles: Nemátodo Barrenador (*Radopholus similis*), Nemátodo de las Lesiones (*Pratylenchus* sp.), Nemátodo Espiral (*Helicotylenchus* sp.) y Nemátodo de las Agallas (*Meloidogyne* sp.) (Pinochet, 1996). *R. similis* es percibido usualmente como el más importante por la magnitud de la pérdida económica que causa (Davide, 1996), seguido por especies de *Pratylenchus*. Sin embargo, dependiendo del clon particular involucrado y de las circunstancias particulares de producción, cualquiera de las tres especies puede adquirir pre-eminencia.

Alrededor de 13% del volumen mundial producido de Musáceas está constituido por banano de postre para exportación en cuya producción frecuentemente se recurre al uso de nematicidas sintéticos para el manejo de las poblaciones de nemátodos fitoparásitos. El restante 87% del volumen lo constituyen bananos, plátanos y bananos de cocción producidos exclusivamente para mercados locales o consumo doméstico (INIBAP, 1994) y cultivados en escenarios en los cuales la aplicación de nematicidas no es económicamente factible (Fogain, 1996). Evidentemente, en estas circunstancias la utilización de los clones con resistencia/tolerancia al ataque de nemátodos constituye una alternativa muy efectiva, económica y amigable al medio ambiente para el manejo de los nemátodos parásitos de *Musa*. Diferencias genéticas en reacción al ataque de los nemátodos *R. similis* y *Pratylenchus* sp. han sido documentadas en clones silvestres y en clones cultivados de *Musa* (Pinochet, 1996; Wehunt, 1978).

Los objetivos de este estudio son: **a)** Crear un componente nematológico dentro del programa de mejoramiento genético convencional de *Musa* de la FHIA, **b)** Adaptar o desarrollar métodos rápidos y confiables que permitan la detección temprana de resistencia o tolerancia al ataque de nemátodos en *Musa*, y **c)** Evaluar la reacción a nemátodos de germoplasma selecto de *Musa* de uso actual o potencial en el mejoramiento genético de *Musa* en la FHIA.

## **Materiales y Métodos:**

### **Ambientes y sujetos experimentales**

Los estudios se han conducido en ambiente de casa de sombra abierta en la sede de la FHIA (La Lima, Honduras). Los sujetos experimentales han sido plantas de 29 diferentes clones de interés, evaluados en comparación a cuatro clones naturales de reacción conocida al ataque de nemátodos fitopatógenos (Cuadro 1) utilizados como estándares de referencia. La lista de materiales incluye: **a)** diploides y triploides silvestres o cultivados introducidos que se conservan en la colección viva de la FHIA, y **b)** diploides parentales mejorados y tetraploides híbridos desarrollados en la FHIA. Con los genotipos experimentales se estructuraron grupos de materiales, cada uno de los cuales fue expuesto separadamente a los nemátodos *R. similis* y *P. coffeae*; en el caso de los experimentos 13A y 13B el grupo de genotipos se expuso ante *R. similis* utilizando separadamente vitroplantas (plantas producidas a través del cultivo *in vitro* de tejido meristemático), o plantas de cormo (plantas derivadas de cormos obtenidos de plantas madres en el campo).

Cuadro 1. Genotipos de *Musa* evaluados, tipo de material de siembra utilizado y especie de nemátodo inoculada en experimentos de casa de sombra. FHIA, La Lima, Honduras. 1998.

Número de ensayo		9rep <sup>1</sup>	13A/B	14	15	16	17	18	19	22	23
Material de siembra <sup>2</sup>		CO	co&vp	VP	VP	VP	VP	CO	CO	VP	VP
Nemátodo inoculado/Fuente <sup>3</sup>		R.s./C	R.s./C	R.s./C	P.c./R	R.s./C	P.c./R	R.s./C	P.c./R	R.s./C	P.c./R
Genotipos	Genoma										
Pisang Jari Buaya*	AA	x <sup>4</sup>									
Yangambi Km 5*	AAA	x									
Highgate*	AAA	x	x								
Grand Nain*	AAA	x						x	x		
Pisang Jari Buaya**	AA			x	x	x	x	x	x	x	x
Yangambi Km 5**	AAA			x	x	x	x	x	x	x	x
Gros Michel**	AAA			x	x	x	x			x	x
Grand Nain**	AAA			x	x	x	x	x	x	x	x
SH-3142	AA		x								
SH-3362	AA					x	x	x	x		
SH-3723	AA			x	x	x	x	x	x		
SH-3437	AA			x	x	x	x				
SH-3624	AA					x	x	x	x		
SH-3648	AABB		x	x	x						
FHIA-01 <sup>5</sup>	AAAB		x								
FHIA-02	AAAA?	x		x	x			x	x		
FHIA-03	AABB		x								
FHIA-17	AAAA							x	x		
FHIA-18	AAAB		x			x	x	x	x		
FHIA-20	AAAB							x	x		
FHIA-21	AAAB		x								
FHIA-23	AAAA					x	x				
AVP 67	AAB	x									
Moroca Criolla	AAB			x	x						
Calcutta 4	AA	x									
Prata Enana	AAB	x									
Gaddatu	ABB	x									
Lowgate	AAA	x									
Virgin Islands D.P.	AAB	x									
Pelipita	ABB	x									
Mundan AVP-36	AA									x	x
Pisang Batuau II-95	AA									x	x
Biu Batu II-92	AA									x	x
Siang Hil II-82	AA									x	x
Tangung II-77	AA									x	x
Pisang Tunjuk II-28	AA									x	x
Pisang Mas Ayer II-314	AA									x	x

<sup>1</sup> Se repitió el Experimento 9 debido a incongruencias en alguna información de la primera corrida.

<sup>2</sup> VP: Vitroplantas, CO: Plantas de cormos.

<sup>3</sup> R.s.: *Radopholus similis*, P.c.: *Pratylenchus coffeae*; C: Cultivo *in vitro* en laboratorio y R: Extraídos de raíces de plantas infectadas en campo.

<sup>4</sup> x: Incluidos en el ensayo.

<sup>5</sup> Estándares de referencia. Plantas derivadas de material obtenido de la colección viva de la FHIA.

\*\*Estándares de referencia. Plantas derivadas de material *in vitro* proporcionado por el International Transit Center (ITC) de INIBAP, KUL, Bélgica.

En conjunto, las combinaciones anteriores resultaron en un total de 11 experimentos conducidos, en cada uno de los cuales siempre se incluyeron los estándares de referencia (Cuadro 1). Se condujo una segunda corrida del experimento No. 9 para confirmar algunas incongruencias observadas en

los datos de la primera corrida. El material propagativo (cormos y vitroplantas) de los genotipos de interés utilizado en todas las pruebas y de los genotipos de referencia utilizado en la segunda corrida del experimento 9 se obtuvo de la colección viva de FHIA; el material propagativo de los genotipos de referencia en los experimentos 13A, 13B, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 22 y 23 se ha derivado de material *in vitro* remitido por el International Transit Center de INIBAP en la Universidad Católica de Lovaina (ITC/KUL), Bélgica. Como material de siembra se utilizaron vitroplantas y cormos. Previo a la siembra, los cormos fueron pelados, para remover áreas dañadas, y tratados por inmersión en agua caliente (55° C/15 min) para eliminar poblaciones residentes de nemátodos. Las vitroplantas se transplantaron a macetas cuyo volumen ha variado entre 1.6 y 2.8 litros; los cormos se han sembrado en macetas de 7 litros. El substrato utilizado en macetas consistía en una mezcla de suelo: arena: cascarilla de arroz (3:2:1) esterilizada con vapor. Las macetas con las plantas fueron finalmente colocadas en mesas dentro de la casa de sombra en espera de ser inoculadas. La reacción de cada clon a nemátodos fue evaluada como vitroplantas y como plantas de cormos en experimentos separados.

### **Inoculación**

Transcurridas dos semanas después de la siembra de las vitroplantas y cuatro-cinco semanas después de la siembra de los cormos, las plantas han sido inoculadas en la casa de sombra con una suspensión de la especie de nemátodo deseada. El propósito al demorar la inoculación de las plantas de corno ha sido asegurar que dichas plantas produjeran raíces presentes al momento de la inoculación. Por la misma razón, posteriormente la extracción de las plantas derivadas de cormos también fue demorada varias semanas en relación a la extracción más rápida de las vitroplantas. En la mayoría de los casos el inóculo se ha generado en el laboratorio por cultivo *in vitro* en zanahoria utilizando metodología descrita previamente (O'Bannon, 1968). Sin embargo, debido a indisponibilidad ocasional de poblaciones inoculantes de *P. coffeae* generadas en laboratorio, en algunos experimentos se ha utilizado como inóculo nemátodos silvestres extraídos de raíces infectadas provenientes de plantas en campos infestados (Cuadro 1). En los experimentos 13B, 14, 15, 16, 17, 22 y 23 se han depositado 1,000 individuos de *R. similis* o *P. coffeae* por maceta; en los experimentos 9 repetición, 13A, 18 y 19 se ha inoculado con alrededor de 3,500 individuos. El aislado de *R. similis* utilizado provino de Finca Santa Rosa, Cable # 170, Cortés. El aislado de *P. coffeae* se obtuvo de Finca Guaruma # 1, Cable 14, Cortés; ambos fueron obtenidos en septiembre, 1995.

### **Especificaciones experimentales y datos registrados**

Durante su permanencia en la casa de sombra las plantas recibieron un cuidadoso manejo. Todos los experimentos fueron arreglados en un diseño de bloques completos al azar con 10 repeticiones. Transcurridas 13-14 semanas de exposición en el caso de vitroplantas y 15-17 semanas en plantas de corno, las plantas han sido removidas cuidadosamente de las macetas con las raíces íntegras y se procedió a determinar los siguientes parámetros de acuerdo al método descrito por Speijer y De Waele (1997): porcentaje de raíces muertas (en base a peso), porcentaje de necrosis de raíz (0 a 100 % de necrosis lineal), índice de salud de las raíces (escala 1 a 4), porcentaje de bases de raíces que muestran necrosis en el corno, índice de sanidad del rizoma (escala 1 a 4), y poblaciones de nemátodos por gramo de raíces funcionales y por planta (basado en una muestra de raíces de 10 gramos o menos según disponibilidad). Los datos de cada experimento se analizaron separadamente

utilizando análisis estándar de varianza de acuerdo al diseño estadístico y se compararon medias utilizando la Prueba de Rango Múltiple de Duncan ( $p = 0.05$ ). En base al análisis crítico preliminar de los resultados, para presentación de resultados en este informe se escogieron como indicadores de la reacción las variables: poblaciones de nemátodos por g de raíces funcionales y por planta (para calificar resistencia); y necrosis de raíces (%), bases de raíces con lesiones (%), y raíces muertas (%) (como indicadores de tolerancia a daño).

**Resultados y Discusión:** Los resultados obtenidos en las diferentes pruebas con los genotipos al ser confrontados con *R. similis* se presentan y discuten adelante a la luz de su comportamiento en relación a los cuatro estándares de referencia incorporados en cada experimento, y cuya reacción ha sido caracterizada (Speijer y De Waele, 1997) como sigue:

Grand Nain: susceptible a *R. similis* y también a *P. coffeae*

Gros Michel: moderadamente resistente a *R. similis*

Yangambi Km5: altamente resistente a *R. similis*

Pisang Jari Buaya: completamente resistente a *R. similis*

En experimentos en los cuales se carecía de plantas de Gros Michel se incluyó como sustituto la variedad Highgate, un mutante natural semi-enano de Gros Michel. En la presentación y discusión de resultados obtenidos al confrontar con *P. coffeae* también se hizo referencia al comportamiento de los estándares.

#### **Experimento 9(segunda corrida):**

Debido a ciertas incongruencias en los resultados originales, el experimento 9 se repitió por segunda vez, se utilizaron plantas de cormos probando su reacción ante *R. similis*.

#### Reacción a *R. similis*

Los clones Yangambi Km5 y Pisang Jari Buaya generalmente calificaron estadísticamente superiores ( $p=0.05$ ) en resistencia/tolerancia a *R. similis* que el resto de los genotipos (Cuadro 2). Prata Enano y Calcuta 4 mostraron una moderada resistencia/tolerancia al nemátodo, mientras que Highgate, Pelipita, FHIA-02 y Lowgate resultaron con una moderada susceptibilidad/intolerancia. Los genotipos que mostraron alta susceptibilidad/baja tolerancia fueron Virgin Island, Gaddatu, AVP-67 y Grand Nain; este último genotipo, por razones aún desconocidas había mostrado resistencia/tolerancia moderada en la primera corrida del ensayo. En la segunda corrida calificó como altamente susceptible y con baja tolerancia, lo que está de acuerdo con la caracterización de reacción a *R. similis* hecha por Speijer y De Waele (1997). Tomando en cuenta que la ubicación de todos los genotipos al ordenarlos en orden decreciente en magnitud de población de nemátodos es esencialmente la misma en las dos corridas del ensayo a excepción del genotipo Grand Nain, se considera una alta confiabilidad de los datos obtenidos en este ensayo.

#### **Experimentos 13A y 13B:**

En los cuadros 3 y 4 se muestran los resultados de los experimentos 13A y 13B, conducidos bajo circunstancias exactamente iguales en cuanto a genotipos, tipo y fuente de inóculo (*R. similis* proveniente de cultivo de zanahoria *in vitro*) y tiempo y espacio de establecimiento. La diferencia consistió en la utilización de plantas provenientes de cormos para el ensayo 13A y vitroplantas para 13B.

### Reacción a *R. similis*

El diploide SH-3142 tanto para cormos como para vitroplantas mostró una alta resistencia/tolerancia. Los genotipos que mostraron una susceptibilidad/intolerancia moderada fueron los híbridos FHIA-18 para ambas versiones y FHIA-01 como vitroplanta, así como el tetraploide SH-3648 en ambas fuentes de planta. Highgate mostró como vitroplanta alta susceptibilidad/baja tolerancia, no así en la versión de corno en la cual reaccionó como moderadamente resistente/tolerante. FHIA-01 mostró en la versión de cormos una moderada resistencia/tolerancia. Los híbridos FHIA-21 y FHIA-03 resultaron altamente susceptibles y con baja tolerancia, ubicándose en primero y segundo lugar en orden decreciente de poblaciones de nemátodos tanto para cormos como para vitroplantas.

### Influencia del tipo de planta

Las poblaciones promedio de nemátodos que se registraron para el ensayo de vitroplantas resultaron ser aproximadamente 10 veces mayores que las registradas en el ensayo con plantas de cormos. Estos resultados se asimilan a los encontrados en ensayos realizados en los años 1996 y 97. Los parámetros de medición de daño, en consecuencia, fueron mayores para vitroplantas aunque al ordenar los valores de los parámetros, indistintamente del tipo de planta, ocuparon posiciones similares con las excepciones antes mencionadas (Cuadro 5).

Cuadro 2. Poblaciones de *Radopholus similis* (R.s.) en las raíces y daño causado en plantas de cormos de genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra. Experimento 9 repetición. FHIA, La Lima, Honduras, 1998.<sup>1</sup>

Genotipos	Resistencia				Tolerancia					
	Individuos de R.s por g de raíces		Individuos de R.s. por planta		Raíces muertas (%)		Necrosis de raíces (%)		Bases de raíces con lesiones (%)	
	n <sup>2</sup>	n	n	n	n	n	n	n	n	
Grand Naine	2478a	10	70736ab	10	5.7bcd	10	12.8ab	10	45.3bcd	10
AVP-67	1548a	9	76689a	9	17.6a	9	15.8ab	9	63.7ab	8
Gaddatu	1026ab	10	91591a	10	1.8cde	10	16.8a	10	45.9abc	10
Virgin Island	836abc	10	24263abc	10	9.8ab	10	19.7a	10	65.5ab	10
Low Gate	323bcd	9	8072bc	9	5.7bc	10	15.6ab	10	53.5ab	10
FHIA-02	465bcd	9	10801cd	9	2.3cde	9	15.1ab	9	26.3cde	9
Pelipita	293cd	10	21870abc	10	1.5de	10	8.8abc	10	25.3de	10
Highgate	292de	10	10007bc	10	4.4bc	10	11.1abc	10	81.8a	10
Calcuta 4	60ef	7	827de	7	0.9de	8	13.7ab	8	20.1e	8
Prata Enano	58f	10	2522ef	10	0e	10	4.2bcd	10	12.9e	10
Yangambi Km5	4g	10	196ef	10	0.1e	10	0.1d	10	6.4e	10
Pisang Jari Buaya	2g	10	182f	10	0e	10	2.5d	10	9.4e	10
Media General	615		26480		4.1		11.3		38	
CV (%)	26.7		23.1		102.4		69.1		42.0	
MSE	1.60		3.45		1.61		3.22		4.99	

<sup>1</sup> Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Duncan's Multiple Range Test,  $p = 0.05$ ). Para análisis estadísticos las poblaciones de nemátodos fueron transformadas a  $\log(x + 1)$  y los porcentajes fueron transformados a raíz cuadrada. Se muestran los valores reales.

<sup>2</sup> Tamaño muestral. Varió debido a mortalidad de plantas durante el desarrollo del ensayo.

Cuadro 3. Poblaciones de *Radopholus similis* (*R.s.*) en las raíces y daño causado en plantas de cormos de genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra. Experimento 13A. FHIA, La Lima, Honduras, 1998<sup>1</sup>

Genotipos	Resistencia				Tolerancia					
	Individuos de <i>R.s.</i> por g de raíces		Individuos de <i>R.s.</i> por planta		Raíces muertas (%)		Necrosis de raíces (%)		Bases de raíces con lesiones (%)	
		n <sup>2</sup>		n		n		n		n
FHIA-21	847a	10	45090a	10	0.2b	10	13.9a	10	22.5a	10
FHIA-03	116b	10	551b	10	0b	10	5.4ab	10	6.6b	10
FHIA-18	30b	10	1386b	10	0b	10	2.8b	10	5.8bc	10
SH-3648	32b	10	3162b	10	0b	10	2.9b	10	10.1bc	10
Highgate	37b	9	331c	9	8.6a	10	11.1a	10	12.5bc	10
FHIA-01	12bc	10	301c	10	0b	10	1.2b	10	2.4bc	10
SH-3142	1c	10	38d	10	0b	10	1.9b	10	0c	10
Media General	153.6		7266		1.26		5.6		8.5	
CV (%)	59.8		46.1		325.2		98.2		118.6	
MSE	2.53		6.11		0.90		2.42		4.34	

<sup>1</sup> Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Duncan's Multiple Range Test,  $p = 0.05$ ). Para análisis estadísticos las poblaciones de nemátodos fueron transformadas a  $\text{Log}(x + 1)$  y los porcentajes fueron transformados a raíz cuadrada. Se muestran los valores reales.

<sup>2</sup> Tamaño muestral. Varió debido a mortalidad de plantas durante el desarrollo del ensayo.

Cuadro 4. Poblaciones de *Radopholus similis* (*R.s.*) en las raíces y daño causado en vitroplantas de genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra. Experimento 13B. FHIA, La Lima, Honduras, 1998<sup>1</sup>

Genotipos	Resistencia				Tolerancia					
	Individuos de <i>R.s.</i> por g de raíces	Individuos de <i>R.s.</i> por planta		Raíces muertas (%)	Necrosis de raíces (%)		Bases de raíces con lesiones (%)			
		n <sup>2</sup>	n		n	n	n			
FHIA-21	3601a	10	31894a	10	22.9a	10	40.1a	10	49.4a	10
FHIA-03	1448ab	10	28626ab	10	9.4b	10	23.5abc	10	38.4a	10
Highgate	2745ab	10	17403ab	10	23.8a	10	24.5ab	9	40.9a	9
FHIA-01	589b	10	6081b	10	6bc	10	26.1abc	10	16.7b	10
SH-3648	950b	9	5771c	9	9.1b	10	14.3bc	9	40.9a	10
FHIA-18	381b	10	6774bc	10	1.3bc	10	11.5c	10	11.5b	10
SH-3142	274c	8	1122d	8	0.3c	9	0.4d	9	13.6b	9
Media General	1427		13953		10.4		20		30.2	
CV (%)	24.4		21.1		80.1		43.5		42.9	
MSE	2.25		3.0		3.06		2.90		4.04	

<sup>1</sup> Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Duncan's Multiple Range Test,  $p = 0.05$ ). Para análisis estadísticos las poblaciones de nemátodos fueron transformadas a  $\text{Log}(x + 1)$  y los porcentajes fueron transformados a raíz cuadrada. Se muestran los valores reales.

<sup>2</sup> Tamaño muestral. Varió debido a mortalidad de plantas durante el desarrollo del ensayo.

Cuadro 5. Posiciones ocupadas en los experimentos 13A y 13B por los genotipos como vitroplantas y como plantas de cormo al colocar en orden creciente las poblaciones de *R. similis* (*R.s.*) por gramo de raíces y por planta. FHIA, La Lima, Honduras, 1998.

<i>R.s./g</i> de raíces			<i>R.s./planta</i>		
Genotipo	Tipo de Planta		Genotipo	Tipo de Planta	
	13 A (cormos)	13 B (vitro- plantas)		13A (cormos)	13B (vitroplantas )
1. FHIA-21	847 (1) <sup>1</sup>	3601 (1)	1. FHIA-21	45090 (1)	31894 (1)
2. FHIA-03	116 (2)	1448 (3)	2. SH-3648	3162 (2)	5771 (6)
3. Highgate	37 (3)	2745 (2)	3. FHIA-18	1386 (3)	6774 (4)
4. SH-3648	32 (4)	950 (4)	4. FHIA-03	551 (4)	28626 (2)
5. FHIA-18	30 (5)	381 (6)	5. Highgate	331 (5)	17403 (3)
6. FHIA-01	12 (6)	589 (5)	6. FHIA-01	301 (6)	6081 (5)
7. SH-3142	1 (7)	274 (7)	7. SH-3142	38 (7)	1122 (7)

Resumen Estadístico							
Casos posibles de desplazamiento	Número de casos		Proporción (%)		Acumulado (%)		
	<i>R.s./g</i>	<i>R.s./pl</i>	<i>R.s./g</i>	<i>R.s./pl</i>	<i>R.s./g</i>	<i>R.s./pl</i>	
El genotipo ocupa la misma posición	3	2	43	28.6	43	28.6	
El genotipo se desplaza una posición	4	2	57	28.6	100	57.2	
El genotipo se desplaza dos posiciones	0	2	0	28.6	-	85.8	
El genotipo se desplaza cuatro posiciones	0	1	0	14.2	-	100	
Total	7	7	100	100	-	-	

<sup>1</sup>Posición que en cada experimento corresponde a cada genotipo según la magnitud de la población de nemátodos, colocados en orden creciente en la columna de cada tipo de planta.

### **Experimentos 14 y 15:**

Se evaluaron 9 genotipos por separado en estos ensayos, incluyendo estándares de referencia, contra *R. similis* y *P. coffeae* utilizando como material experimental vitroplantas solamente. Los resultados se presentan en los cuadros 6 y 7.

#### Reacción a *R. similis*

Los estándares Yangambi Km5 y Pisang Jari Buaya mostraron, junto con el tetraploide SH-3648 y el diploide mejorado SH-3723 un alto grado de resistencia/tolerancia. Se reportan diferencias significativas ( $p=0.05$ ) entre estos genotipos y aquellos que resultaron con alta susceptibilidad/baja tolerancia como fueron SH-3437, Gros Michel, FHIA-02, Moroca Criolla y Grand Nain. Se confirman resultados obtenidos en ensayos anteriores, en los cuales SH-3648 probado como planta de corno había resultado parcialmente resistente a *R. similis*; al ser probado como vitroplanta, esta resistencia parcial se traduce en casi total, probablemente debido a una expresión más marcada de las características de resistencia del genotipo en este tipo de planta. El diploide SH-3723 confirma su resistencia a *R. similis* reportada en ensayos de 1996-97. No se reporta resistencia o susceptibilidad intermedias y es de resaltar la poca resistencia mostrada por Gros Michel, caracterizado como moderadamente resistente a *R. similis* (Speijer y De Waele, 1997)

#### Reacción a *P. coffeae*

Los resultados muestran cantidades excepcionalmente altas de individuos de *P. coffeae* inclusive para los genotipos reportados como resistentes. La resistencia de Yangambi Km y SH-3437 manifestada en los ensayos #7 y 8 del año anterior se presenta nuevamente, aunque con poblaciones mas elevadas. Las diferencias significativas ( $p=0.05$ ) son evidentes entre estos dos genotipos y el resto. Con moderada a alta susceptibilidad se encontraron los siguientes genotipos: Gros Michel, SH-3648 y FHIA-02. Los genotipos Grand Nain, SH-3723, Moroca Criolla y Pisang Jari Buaya mostraron cantidades muy elevadas de nemátodos, por lo que se reportan como extremadamente susceptibles e intolerantes.

#### Reacción cruzada

Se identificó resistencia/tolerancia a ambos nemátodos en el estándar Yangambi Km5 solamente. Alta susceptibilidad/baja tolerancia a ambos géneros de nemátodos fue identificada en Moroca Criolla y Grand Nain. Los demás híbridos y clones evaluados mostraron diferente reacción a uno y otro nemátodo.

### **Experimentos 16 y 17:**

Se evaluó la reacción a *R. similis* y *P. coffeae* en experimentos separados utilizando vitroplantas de 10 genotipos incluyendo los diferenciales. Los resultados de la experimentación se muestran en los cuadros 8 y 9.

#### Reacción a *R. Similis*

Resultaron con resistencia los estándares de referencia Pisang Jari Buaya y Yangambi Km5, así también como los diploides mejorados SH-3723 y SH-3362. Con moderada resistencia resultaron los híbridos FHIA-23 y FHIA-18, también el diploide SH-3624. Con alta susceptibilidad se mostraron SH-3437, Grand Nain y Gros Michel. Las cantidades recuperadas de nemátodos al final

del ensayo para todos los genotipos en general fueron bajas a comparación de ensayos previos. Con los parámetros de daño para la evaluación de tolerancia como son % de raíces muertas, % de bases de raíces con lesiones y % de necrosis de raíces no se obtuvieron diferencias significativas al 5%; probablemente bajo la influencia de las bajas cantidades de nemátodos, los síntomas no se vieron reflejados con la intensidad necesaria para obtener dichas diferencias.

#### Reacción a *P. coffeae*

Las cantidades recuperadas de nemátodos al final del ensayo fueron considerablemente mayores para este género. Con moderada resistencia /tolerancia resultaron Yangambi Km5 y el híbrido SH-3437. FHIA-23, SH-3624 y Gros Michel mostraron una susceptibilidad/tolerancia moderada, en tanto que FHIA-18, SH-3362, Grand Nain, Pisang Jari Buaya y SH-3723 resultaron altamente susceptibles/no tolerantes. Los parámetros de tolerancia si mostraron diferencias significativas ( $p=0.05$ ), tal vez por la mayor cantidad de individuos de *P. coffeae* lo cual permitió una mayor expresión de síntomas.

#### Reacción cruzada

Solamente en el caso de los estándares de referencia se logró identificar reacción cruzada. Yangambi Km5 como resistente/tolerante y Grand Nain se catalogó con alta susceptibilidad/baja tolerancia.

Cuadro 6. Poblaciones de *Radopholus similis* (*R. s.*) en las raíces y daño causado en vitroplantas de genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra. Experimento 14. FHIA, La Lima, Honduras, 1998<sup>1</sup>

Genotipos	Resistencia				Tolerancia					
	Individuos de <i>R. s.</i> por g de raíces		Individuos de <i>R. s.</i> por planta		Raíces muertas (%)		Necrosis de raíces (%)		Bases de raíces con lesiones (%)	
		n <sup>2</sup>		n <sup>2</sup>		n		n		n
Grand Naine	993a	9	16789a	9	6.1ab	10	35.9a	10	44.5a	10
Moroca Criolla	773ab	9	16159a	9	1.4bc	10	25.2ab	10	29.4ab	10
FHIA-02	926ab	9	17825a	9	11a	10	27ab	10	35.3a	10
Gros Michel	543ab	9	11736a	9	0.9bc	10	17.5bc	10	17.3bc	10
SH-3437	402b	9	7754a	9	1.2bc	10	7cd	10	18cd	10
SH-3648	31c	9	506b	9	0c	10	0.7d	10	4.5d	10
SH-3723	23c	9	902b	9	0c	10	5cd	10	4.9cd	10
PJB-ITC	22c	9	747b	9	0c	10	1.3d	10	1.8d	10
Yangambi Km5	9c	9	238b	9	0c	10	1.4d	10	2.7d	10
Media General	413		8073		2.3		13.4		17.6	
CV (%)	42.6		36.5		236		70.5		66.8	
MSE	2.70		5.94		1.57		3.34		4.15	

<sup>1</sup> Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Duncan's Multiple Range Test,  $p = 0.05$ ). Para análisis estadísticos las poblaciones de nemátodos fueron transformadas a  $\log(x + 1)$  y los porcentajes fueron transformados a raíz cuadrada. Se muestran los valores reales.

<sup>2</sup> Se eliminó la repetición 1 para realizar el análisis estadístico debido a cantidades de nemátodos anormalmente bajas.

Cuadro 7. Poblaciones de *Pratylenchus coffeae* (*P. c.*) en las raíces y daño causado en vitroplantas de genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra. Experimento 15. FHIA, La Lima, Honduras, 1998<sup>1</sup>

Genotipos	Resistencia						Tolerancia			
	Individuos de <i>P. c.</i> por g de raíces	Individuos de <i>P. c.</i> por planta		Raíces muertas (%)		Necrosis de raíces (%)		Bases de raíces con lesiones (%)		
		n <sup>2</sup>	n	n	n	n	n	n		
Pisang Jari Buaya	3267a	10	57851ab	10	25.4ab	10	46.9abc	10	55.8bc	10
Moroca Criolla	2949a	9	28638bc	9	29.2a	10	56.8a	10	98a	10
SH-3723	2878a	10	53129a	10	21.4ab	10	46.3ab	10	56.5bc	10
Grand Naine	2149ab	9	29191abc	9	18.2ab	10	41.9abc	10	53.1bc	9
FHIA-02	1806ab	10	24687cd	10	23.3ab	10	41.5abc	10	71.4b	10
SH-3648	1442b	9	14359de	9	12.8bc	10	30.4c	9	39.3cd	10
Gros Michel	1161b	7	31877bc	7	30ab	9	38bc	7	23.2d	10
SH-3437	288c	10	5709e	10	2.7cd	10	5.2d	10	0.7e	10
Yangambi Km5	258c	10	7343e	10	1.4d	10	2.8d	10	1.4e	10
Media general	1800		28087		18.3		34.4		44.4	
CV (%)	9.2		8.3		57.2		27.0		31.2	
MSE	0.41		0.64		3.65		2.02		3.00	

<sup>1</sup> Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Duncan's Multiple Range Test,  $p = 0.05$ ). Para análisis estadísticos las poblaciones de nemátodos fueron transformadas a  $\log(x + 1)$  y los porcentajes fueron transformados a raíz cuadrada. Se muestran los valores reales.

<sup>2</sup> Tamaño muestral. Varió debido a mortalidad de plantas durante el desarrollo del ensayo

Cuadro 8. Poblaciones de *Radopholus similis* (*R. s.*) en las raíces y daño causado en vitroplantas de genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra. Experimento 16. FHIA, La Lima, Honduras, 1998<sup>1</sup>

Genotipos	Resistencia				Tolerancia				
	Individuos de <i>R. s</i> por g de raíces	n <sup>2</sup>	Individuos de <i>R. s.</i> por planta	n	Raíces muertas (%)	n	Necrosis de raíces (%)	n	Bases de raíces con lesiones (%)
Gros Michel	215a	3	527a	3	0a	5	10.8ab	5	5.0a
Grand Nain	214a	7	647ab	7	3.9a	8	8.5a	8	6a
SH-3437	42ab	9	758a	9	0.3a	10	3.0ab	10	8.9a
SH-3624	42bc	10	197b	10	0.7a	10	5.5ab	10	12.5a
FHIA-23	40bc	10	396ab	10	0.3a	10	5.5ab	10	7.1a
FHIA-18	26bc	10	454ab	10	0.1a	10	6.0ab	10	5.5a
Yangambi Km5	6cd	10	134ab	10	9.8a	10	1.7b	10	7.5a
SH-3362	6de	8	63c	8	0a	8	3.7ab	8	11a
SH-3723	2de	9	29c	9	0a	9	1.5b	9	4.8a
Pisang Jari Buaya	1e	10	19c	10	0.2a	10	2.0ab	10	4.8a
Media general	59.4		322		1.5		4.8		7.3
CV (%)	47.0		40.9		432.0		98.2		92.9
MSE	1.22		2.86		1.40		2.17		3.17

<sup>1</sup> Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Duncan's Multiple Range Test,  $p = 0.05$ ). Para análisis estadísticos las poblaciones de nemátodos fueron transformadas a  $\log(x + 1)$  y los porcentajes fueron transformados a raíz cuadrada. Se muestran los valores reales.

<sup>2</sup> Tamaño muestral. Varió debido a mortalidad de plantas durante el desarrollo del ensayo.

Cuadro 9. Poblaciones de *Pratylenchus coffeae* (*P. c.*) en las raíces y daño causado en vitroplantas de genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra. Experimento 17. FHIA, La Lima, Honduras, 1998<sup>1</sup>

Genotipos	Resistencia				Tolerancia					
	Individuos de <i>P.c.</i> por g de raíces		Individuos de <i>P. c.</i> por planta		Raíces muertas (%)		Necrosis de raíces (%)		Bases de raíces con lesiones (%)	
	n <sup>2</sup>	n	n	n	n	n	n	n	n	
SH-3723	1916a	10	76002a	10	9abc	10	35.6ab	10	27.5a	9
Pisang Jari Buaya	1836a	10	55201ab	10	6.2abc	10	37.1a	10	14.5b	10
Grand Naine	1457a	10	24451cde	10	14.1ab	10	44.5a	10	19.5ab	10
SH-3362	1364a	10	34693bc	10	8.9abc	10	33.9ab	10	10.5bc	10
FHIA-18	1226ab	9	32495cd	9	10.9ab	9	31.9abc	9	14.2b	9
Gros Michel	943bc	9	13715de	9	18.6a	9	36.3ab	9	2.9cd	9
SH-3624	628bc	10	16815ef	10	1.4cd	10	13cd	10	1d	10
FHIA-23	416c	10	18431cde	10	6.7bcd	10	21.5bcd	10	3.6d	10
Yangambi Km5	178d	10	5841f	10	1cd	10	12.3d	10	0.9d	10
SH-3437	49e	10	1767g	10	0d	10	0.5e	10	0d	10
Media general	1001		27941		7.7		26.7		9.5	
CV (%)	12.4		7.6		104.9		42.2		68.4	
MSE	0.60		0.54		3.60		3.54		2.20	

<sup>1</sup> Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Duncan's Multiple Range Test,  $p = 0.05$ ). Para análisis estadísticos las poblaciones de nemátodos fueron transformadas a  $\log(x + 1)$  y los porcentajes fueron transformados a raíz cuadrada. Se muestran los valores reales.

<sup>2</sup> Tamaño muestral. Varió debido a mortalidad de plantas durante el desarrollo del ensayo.

### **Experimentos 18 y 19:**

Se evaluó la reacción a *R. similis* y *P. coffeae* en experimentos separados utilizando plantas provenientes de cormos de 11 genotipos incluyendo los diferenciales. Los resultados de la experimentación se muestran en los cuadros 10 y 11.

#### Reacción a *R. similis*

Los resultados muestran con resistencia/tolerancia a los diploides mejorados SH-3362, SH-3624 y SH-3723, sus promedios de poblaciones de nemátodos presentan una clara diferencia significativa del 5% con el resto de los materiales evaluados. Yangambi Km5 reaccionó con una moderada resistencia/tolerancia. Con reacción intermedia se mostraron el Pisang Jari Buaya y FHIA-18. Alta susceptibilidad y carencia de tolerancia se presentó al analizar los promedios de Grand Nain, FHIA-02, Highgate, FHIA-17 y FHIA-20.

#### Reacción a *P. Coffeae*

Los promedios analizados muestran una mortalidad de plantas desde un 0-60%; lógicamente los datos para estimar tanto poblaciones como daño son mas precisos en aquellos genotipos que sufrieron menos pérdidas que en los que había menor número de plantas al final del ensayo. Se presentaron diferencias significativas para genotipos en todas las variables evaluadas. Solamente Yangambi Km5 presentó una alta resistencia/tolerancia a *P. coffeae*. Con susceptibilidad moderada reaccionaron los genotipos SH-3624, SH-3362, FHIA-17 y Highgate. Los materiales que presentaron alta susceptibilidad/ausencia de tolerancia fueron FHIA-02, Grand Nain, FHIA-18, Pisang Jari Buaya, SH-3723 y FHIA-20.

#### Reacción cruzada

Se logró identificar en estos dos ensayos la susceptibilidad a ambos nemátodos en Grand Nain FHIA-02 y FHIA-20. La resistencia a ambos se mostró en los diploides mejorados SH-3362 y SH-3624. Los demás híbridos y clones evaluados mostraron diferente reacción a uno y otro nemátodo.

### **Experimentos 22 y 23:**

Se incluyeron en estos dos ensayos 7 genotipos diploides silvestres provenientes de la colección de la FHIA, como parte del programa diseñado para identificación de fuentes de resistencia a nemátodos en musáceas para el año 1998. Se utilizaron vitroplantas y se probó la reacción a *R. similis* y a *P. coffeae* en experimentos separados agregando además los cuatro diferenciales de reacción conocida, para un total de once genotipos.

#### Reacción a *R. Similis*

Reaccionaron con resistencia/tolerancia alta los diploides silvestres Pisang Tunjuk II-28, Mundan AVP-36, Tangung II-77 y Biu Batu II-92. Mostraron una resistencia/tolerancia moderada los diploides silvestres Pisang Batuau II-95, Siang Hil II-82 y las referencias Yangambi Km5 y Pisang Jari Buaya. Los promedios para este último no se consideran confiables en este ensayo puesto que hubo una mortalidad de plantas del 90% por razones no establecidas, lo que lo ubicó anormalmente diferente de las caracterizaciones previas hechas por Speijer y De Waele (1997). Los materiales Pisang Mas Ayer II-314, Gros Michel y Grand Nain mostraron una alta susceptibilidad/ausencia de tolerancia ante *R. similis*. Grand Nain presentó también una mortalidad del 90%, por lo que se

consideran sus promedios poco confiables, ubicándose sin embargo como fue previamente caracterizado en pruebas anteriores. El cuadro 12 ofrece los detalles de los resultados.

#### Reacción a *P. Coffeae*

Similares resultados que los obtenidos en el experimento #15 en cuanto a cantidades excepcionalmente altas de individuos de *P. coffeae* aún en los genotipos reportados anteriormente como resistentes. Los diploides sivistres Biu Batu II-92, Tangung II-77, Siang Hil II-82 y Pisang Batuau II-95 se reportan con resistencia moderada; aunque muestran los cuatro promedios mas bajos de todos los materiales, las cantidades elevadas de nemátodos observadas en ellos no permiten una caracterización precisa. Le siguen en magnitud creciente de susceptibilidad/carencia de tolerancia Mundan AVP-36, Yangambi Km5 y Gros Michel , que dada la magnitud de poblaciones de nemátodos como de daño reportado se reportan en este ensayo como altamente susceptibles/intolerantes. Con extremada susceptibilidad/intolerancia se muestran Grand Nain, Pisang Mas Ayer II-314, Pisang Jari Buaya y Pisang Tunjuk II-28. En el cuadro 13 se presenta el resumen de los promedios y su separación estadística respectiva.

Cuadro 10. Poblaciones de *Radopholus similis* (*R. s.*) en las raíces y daño causado en plantas de cormos de genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra. Experimento 18. FHIA, La Lima, Honduras, 1998<sup>1</sup>

Genotipo	Resistencia						Tolerancia			
	Individuos de <i>R. s.</i> por g de raíces	n <sup>2</sup>	Individuos de <i>R. s.</i> por planta	n	Raíces muertas (%)	n	Necrosis de raíces (%)	n	Bases de raíces con lesiones (%)	n
FHIA-20	2760a	10	90522a	10	96.0a	10	32.6a	10	48.9a	9
FHIA-17	569b	8	13670bc	8	23.1b	10	18.6b	8	42.4ab	10
High Gate	236bc	10	6830b	10	10.2bc	10	6.9bcd	10	25.4bcd	10
FHIA-02	959bc	9	28655bc	9	17.6bc	9	5.2cde	8	28.2bcd	7
Grand Naine	520bc	10	9753bcd	10	6.7bc	10	9.7bc	10	27.7bc	9
Pisang Jari Buaya	97cd	9	561cd	9	10.9bc	10	1.0de	9	0.6f	10
FHIA-18	93cd	10	4491bc	10	4.6bc	10	5.3cde	10	15.7cde	10
Yangambi Km5	32de	10	1144cd	10	0c	10	4.4cde	10	2.8ef	10
SH-3723	6ef	10	280de	10	0.2c	10	5.2cde	10	0.1f	10
SH-3624	4f	10	292ef	10	0c	10	0.3e	10	8.1def	10
SH-3362	1f	10	125f	10	0c	10	0.3e	10	1.2ef	10
Media general	480		14211		15.4		8.1		18.3	
CV (%)	37.6		34.1		173.2		86.7		88.1	
MSE	1.99		4.71		9.46		2.61		5.96	

<sup>1</sup> Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Duncan's Multiple Range Test,  $p = 0.05$ ). Para análisis estadísticos las poblaciones de nemátodos fueron transformadas a  $\log(x + 1)$  y los porcentajes fueron transformados a raíz cuadrada. Se muestran los valores reales.

<sup>2</sup> Tamaño muestral. Varió debido a mortalidad de plantas durante el desarrollo del ensayo.

Cuadro 11. Poblaciones de *Pratylenchus coffeae* (P.c.) en las raíces y daño causado en plantas de cormos de genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra. Experimento 19. FHIA, La Lima, Honduras, 1998<sup>1</sup>

Genotipo	Resistencia				Tolerancia					
	Individuos de P. c. por g de raíces	n <sup>2</sup>	Individuos de P. c. por planta	n	Raíces muertas (%)	n	Necrosis de raíces (%)	n	Bases de raíces con lesiones (%)	n
FHIA 20	2033a	9	61600a	9	51.8b	10	46.2a	9	85.2a	10
SH-3723	1226ab	10	35328ab	10	33.3f	10	45.7a	10	26.2bcd	10
Pisang Jari Buaya	1335abc	5	3628d	5	40.7e	7	23.0ab	5	48.7bcd	7
FHIA 18	774bc	6	20343bc	6	53.1b	8	15.2bcd	5	45.8bc	7
Grand Naine	749bc	9	6832cd	9	43.7d	10	28.1ab	9	54.4ab	9
FHIA 02	717cd	4	17579cd	4	60.7a	7	8.7bcd	3	53.6ab	7
Highgate	320de	10	6295cd	10	27.6g	10	23.7abc	10	34.8bcd	10
FHIA 17	313de	7	6231d	7	48.3c	10	15.5bcd	6	21.4cde	9
SH-3362	378de	10	32386ab	10	5.9h	10	16.4bcd	10	7.9de	10
SH-3624	199ef	10	21050b	10	1.8i	10	7.8cd	10	3.9e	10
Yangambi KM5	92f	9	2998d	9	7.8h	9	6.4d	8	5e	9
Media general	740		19479		34.1		21.5		35.2	
CV (%)	12.8		11.5		44.2		46.2		49.1	
MSE	0.58		1.09		4.59		3.64		5.75	

<sup>1</sup> Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Duncan's Multiple Range Test, p = 0.05). Para análisis estadísticos las poblaciones de nemátodos fueron transformadas a  $\log(x + 1)$  y los porcentajes fueron transformados a raíz cuadrada. Se muestran los valores reales.

<sup>2</sup> Tamaño muestral. Varió debido a mortalidad de plantas durante el desarrollo del ensayo.

Cuadro 12. Poblaciones de *Radopholus similis* (*R. s.*) en las raíces y daño causado en vitroplantas de genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra. Experimento 22. FHIA, La Lima, Honduras, 1998<sup>1</sup>

Genotipos	Resistencia				Tolerancia					
	Individuos de <i>R. s.</i> por g de raíces		Individuos de <i>R. s.</i> por planta		Raíces muertas (%)		Necrosis de raíces (%)		Bases de raíces con lesiones (%)	
		n <sup>2</sup>		n		n		n		n
Grand Naine	884a	2	3766a	2	26.2a	5	20a	3	25.1b	5
Gros Michel	447a	8	9210a	8	1.9b	9	11.1ab	9	50a	9
Pisang Mas Ayer II-314	906a	10	3074ab	10	5.2b	10	9.8abcd	10	54a	10
Pisang Jari Buaya	48ab	1	Od	1	0b	1	8.0abc	1	5.8bc	3
Yangambi Km5	120ab	9	1104abc	9	0b	10	0.7e	10	1.7e	9
Siang Hil II-82	13bc	7	93.3bcd	7	1.4b	8	0.4e	8	3.9bc	7
Pisang Batuau II-95	38bc	8	511bcd	8	0b	10	1.7cde	10	6.2bc	10
Biu Batu II-92	23c	8	384cd	8	0b	9	0.5e	9	6.4bc	9
Tangung II-77	11c	7	114d	7	0b	7	2.4bcde	7	5.3bc	8
Mundan AVP-36	3c	9	37.3d	9	0b	10	0.3e	10	8.5bc	10
Pisang Tunjuk II-28	1c	9	12.9d	9	1.3b	10	2.7de	10	7bc	10
Media general	227		1664		3.3		5.2		15.8	
CV (%)	67.6		68.6		273.0		102.7		75.0	
MSE	2.96		6.33		1.71		1.57		4.47	

<sup>1</sup> Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Duncan's Multiple Range Test,  $p = 0.05$ ). Para análisis estadísticos las poblaciones de nemátodos fueron transformadas a  $\log(x + 1)$  y los porcentajes fueron transformados a raíz cuadrada. Se muestran los valores reales.

<sup>2</sup> Tamaño muestral. Varió debido a mortalidad de plantas durante el desarrollo del ensayo.

Cuadro 13. Poblaciones de *Pratylenchus coffeae* (P.c.) en las raíces y daño causado en vitroplantas de genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra. Experimento 23. FHIA, La Lima, Honduras, 1998<sup>1</sup>

Genotipos	Resistencia				Tolerancia					
	Individuos de P. c. por g de raíces		Individuos de P. c. por planta		Raíces muertas (%)		Necrosis de raíces (%)		Bases de raíces con lesiones (%)	
	n <sup>2</sup>	n	n	n	n	n	n	n	n	
Pisang Tunjuk II-28	11095a	7	59203a	7	2.9a	10	23b	9	64.5a	10
Pisang Jari Buaya	5718ab	5	35250ab	5	2.8ab	7	33.5ab	6	51.2a	8
Grand Naine	3091b	5	15958bc	5	0.9def	9	33.7ab	7	51.1a	9
Pisang Mas Ayer II-314	3776bc	9	18374bc	9	2.3abc	10	52.7ab	9	49.2a	10
Gros Michel	2896bc	5	17539bc	5	1.5bcde	10	55.1a	8	21.2b	10
Yangambi Km5	1860bcd	9	21197bc	9	0.4f	10	28.6ab	10	4.5c	9
Mundan AVP-36	1347cde	9	12899bc	9	1.2def	10	37.9ab	10	8.1bc	9
Pisang Batuau II-95	822def	9	9850cd	9	1cdef	9	42.9ab	9	7.7bc	10
Siang Hil II-82	694ef	9	8190cde	9	1.5bcd	9	36.1ab	9	4.7c	9
Tangung II-77	524f	6	4480de	6	0.5def	8	35.2ab	6	14.4bc	7
Biu Batu II-92	434f	10	4101e	10	0.5ef	10	35.9ab	10	7.5c	10
Media general	2932		18822		1.4		37.7		25.8	
CV (%)	8.9		8.6		50.5		37.6		47.3	
MSE	0.41		0.63		0.26		4.64		3.80	

<sup>1</sup> Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Duncan's Multiple Range Test,  $p = 0.05$ ). Para análisis estadísticos las poblaciones de nemátodos fueron transformadas a  $\log(x + 1)$  y los porcentajes fueron transformados a raíz cuadrada. Se muestran los valores reales.

<sup>2</sup> Tamaño muestral. Varió debido a mortalidad de plantas durante el desarrollo del ensayo.

### Reacción cruzada

Debido a las cantidades de poblaciones de nemátodos tan poco usuales y a la manifestación tan intensa de los parámetros de daño presentes, se dificulta la identificación de la reacción cruzada, sin embargo la tendencia muestra como posibles genotipos con resistencia/tolerancia a ambos nemátodos a los diploides Biu Batu II-92 y Tan gung II-77 y con extremada susceptibilidad/intolerancia se mostraron el diplode Pisang Mas Ayer II-314.

### **Sensibilidad de los Parámetros para Detección de la Reacción:**

El análisis estadístico de los datos indicó la ocurrencia de diferencias significativas ( $p = 0.05$ ) entre genotipos en resistencia y tolerancia a *R. similis* y *P. coffeae* en todos los experimentos conducidos (Cuadros 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13) a excepción de los parámetros % de raíces muertas y % de bases de raíces con lesiones del experimento 16 (Cuadro 8) donde las cantidades de nemátodos anormalmente bajas impidieron la diferenciación estadística de los parámetros mencionados. Sin embargo, varió el grado aparente de sensibilidad con que cada parámetro calificó las reacciones. Por ejemplo, el número promedio de clases formadas al aplicar la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan (Cuadro 14) fue de 4.5 para "Individuos por gramo de raíces" e "Individuos por planta", 3.8 para "Raíces muertas", 3.7 para "Bases de raíces con lesiones" y 3.7 para "Necrosis de raíces". Evidentemente, las diferencias entre genotipos fueron caracterizadas con mayor claridad y precisión por el parámetro "Individuos por gramo de raíces" e "Individuos por planta" (indicadores de resistencia) que por los tres parámetros utilizados para calificar tolerancia (Cuadros 2, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13).

Se confirma la existencia de una relación entre los parámetros utilizados para evaluar resistencia y tolerancia, aunque más estrecha en unos casos que en otros. Al respecto, los parámetros "Raíces muertas" con un promedio de 3.8 clases de separación y "Bases de raíces con lesiones" y "Necrosis de raíces" con 3.7 clases cada una mostraron mayor concordancia con "Individuos por gramo de raíces" e "Individuos por planta" para ubicar jerárquicamente los genotipos en base a su reacción (Cuadro 14). Se decidió no incluir el parámetro "Índice de sanidad de rizoma", el cual fué incluido en años anteriores debido a que careció de la precisión necesaria para mostrar diferencias entre la mayoría de los genotipos ubicados en posiciones intermedias de reacción. Considerando que el objetivo de las pruebas es identificar genotipos altamente resistentes y tolerantes, el "Índice de sanidad de rizoma" es poco confiable para seleccionar genotipos con niveles moderados de resistencia o tolerancia, lo que si es posible lograr, en mayor o menor grado, con los parámetros analizados en el presente reporte.

### **Sensibilidad del Tipo de planta para Detección de la Reacción:**

Se observó que, en general, las plantas derivadas de cormos fueron más altas que las vitroplantas pero su sistema radicular era más pobre; la menor cantidad de raíces resultó en poblaciones más bajas de nemátodos. Sin embargo, ocurría visiblemente más pudrición y decoloración en los rizomas de plantas derivadas de cormos, lo cual dificultaba contar el número de bases de raíces necróticas o distinguir si efectivamente las lesiones eran causadas por nemátodos. Evidentemente, otros factores, además de los nemátodos, contribuían a la condición deteriorada de los cormos y raíces.

Distinciones entre diferentes niveles de tolerancia no fueron siempre claras en plantas de cormo. En general, la utilización de vitroplantas facilitó la toma de datos como resultado de su alto grado de uniformidad y sanidad y obviamente constituyeron un mejor substrato para reproducción de los

nemátodos, como lo indicaron las altas poblaciones de nemátodos registradas en sus raíces, notablemente superiores a las registradas en raíces de plantas de cormo.

**Conclusiones:** Se confirmaron las diferencias reportadas anteriormente en reacción a *R. similis* y *P. coffeae* en algunos materiales y se detectaron nuevos genotipos con resistencia/tolerancia utilizables en esquemas de cruzamiento.

Los parámetros "Número de individuos por gramo de raíces" y "Número de individuos por planta", utilizados para calificar resistencia, permitieron una determinación cuantitativa más precisa y clara de las diferencias en reacción entre genotipos que los parámetros utilizados para calificar tolerancia. Lo anterior fue más notorio cuando se trataba de plantas derivadas de cormo.

Se confirma el hecho que como resultado de su alto grado de i) uniformidad en desarrollo y ii) sanidad inicial, las vitroplantas posibilitaron una mejor estimación de los parámetros utilizados para calificar la reacción de los genotipos a nemátodos como sucedió en ensayos realizados previamente en años anteriores. Sin embargo, la utilización de plantas derivadas de cormos continúa siendo una opción aceptable puesto que la posición de resistencia y tolerancia ocupada por los genotipos al ordenarlos de acuerdo a la magnitud de los valores de cada parámetro fue esencialmente la misma indistintamente del uso de vitroplantas o plantas de cormo.

En general, los genotipos que fueron encontrados resistentes a un nemátodo fueron también tolerantes a dicho nemátodo. Los genotipos utilizados como estándares de referencia mostraron la reacción esperada a excepción de Gros Michel que mostró tendencia marcada a la susceptibilidad a *R. similis*, contradiciendo la caracterización original de "Moderadamente resistente a *R. similis*".

Se identificaron como fuentes de alta resistencia/tolerancia a *R. similis* los diploides parentales SH-3142, SH-3362, SH-3723, SH-3624 y los diploides naturales Pisang Tunjuk II-28, Mundan AVP-36, Tangung II-77 y Biu Batu II-92. Prata Enana, Calcuta 4, FHIA-01<sup>®</sup>, FHIA-23, FHIA-18, SH-3648 y los diploides naturales Pisang Batuau II-95 y Siang Hil II-82 fueron parcialmente resistentes a *R. similis*. El diploide mejorado SH-3437 y los diploides naturales Biu Batu II-92, Tangung II-77, Siang Hil II-82 y Pisang Batuau II-95 mostraron resistencia a *P. coffeae*; FHIA-17 y SH-3648 mostraron resistencia/tolerancia parcial. Solamente Yangambi Km5 mostró resistencia/ tolerancia a ambos nemátodos. Se identificaron como altamente susceptibles/ altamente sensitivos a ambos nemátodos los genotipos Moroca Criolla, FHIA-20, Gros Michel y el diploide natural Pisang Mas Ayer II-314.

Cuadro 14. Número de clases estadísticamente diferentes determinadas por la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan ( $p= 0.05$ ) entre genotipos de *Musa* incluidos en 11 experimentos para evaluar reacción a *R. similis* y *P. coffeae*. FHIA, La Lima, Honduras. 1998.

Número del Experimento	Número de genotipos incluidos	Número de clases por parámetro utilizado				
		Resistencia		Tolerancia		
		Individuos de <i>R.s.</i> - <i>P.c.</i> /g de raíces	Individuos de <i>R. s.</i> - <i>P.c.</i> /planta	Raíces muertas (%)	Necrosis de raíces (%)	Bases de raíces con lesiones (%)
9bis	12	7	6	5	4	5
13A	7	3	4	2	2	3
13B	7	3	4	3	4	2
14	9	3	2	3	4	4
15	9	3	5	4	4	5
16	10	5	3	1	2	1
17	10	5	7	4	5	4
18	11	6	6	3	5	6
19	11	6	4	9	4	5
22	11	3	4	2	5	3
23	11	6	5	6	2	3
<b>Media</b>	10	4.5	4.5	3.8	3.7	3.7

### Literatura Citada:

- Anónimo. 1994. INIBAP Annual Report, 1994. IPGRI/INIBA. Montpellier, Francia.
- Davide, R. G., 1996. Overview of nematodes as a limiting factor in *Musa* production. Pp. 27-31 *In*: New Frontiers in Resistance Breeding for Nematode, Fusarium and Sigatoka. Frison, E.A., J-P. Horry, y D. De Waele, (Eds.). Memoria de Taller celebrado en Kuala Lumpur, Malasia, del 2 al 5 de octubre de 1995. IPGRI/CIRAD/MARDI/INIBAP.
- Fogain, R. 1996. Screenhouse Evaluation of *Musa* for susceptibility to *Radopholus similis*: Evaluation of plantains AAB and diploid AA, AB and BB. Pp. 79-85 *In*: New Frontiers in Resistance Breeding for Nematode, Fusarium and Sigatoka. Frison, E.A., J-P. Horry, y D. De Waele, D. (Eds.). Memoria de Taller celebrado en Kuala Lumpur, Malasia, del 2 al 5 de octubre de 1995. IPGRI/CIRAD/MARDI/INIBAP.
- O'Bannon, J. 1968. Migratory endoparasitic nematodes reared on carrot discs. *Phytopathology* 58:385.
- Pinochet, J., 1996. Review of past research on *Musa* germplasm and nematode interactions. Pp. 32-44 *In*: New Frontiers in Resistance Breeding for Nematode, Fusarium and Sigatoka. Frison, E.A., J-P. Horry, y D. De Waele, (Eds.). Memoria de Taller celebrado en Kuala Lumpur, Malasia, del 2 al 5 de octubre de 1995. IPGRI/CIRAD/MARDI/ INIBAP.
- Speijer, P.R. y D. De Waele, D., 1997. Screening of *Musa* germplasm for resistance and tolerance to nematodes. INIBAP Technical Guidelines 1. IPGRI/INIBAP. Montpellier, Francia. 47 p.
- Wehunt, E.J., D.J. Hutchinson, y D.I. Edwards, 1978. Reaction of banana cultivars to the burrowing nematode *Radopholus similis*. *J. Nematol.* 10:368-370.

## **Evaluación nutricional y de la producción del plátano híbrido (AAAB) FHIA-20 a la aplicación de fertilizantes. BANP 96-01b**

Julio C. Coto y Phillip Rowe  
*Programa de Banano y Plátano*

Arturo Suárez  
*Departamento de Agronomía*

**Resumen:** El efecto de 5 niveles de NPK se evalúa para medir las características morfológicas fenológicas y productivas del plátano híbrido FHIA-20. Los resultados correspondientes a dos ciclos consecutivos de producción indican que: i) La aplicación de 300 kg/ha/año de N redujo el período de retorno del plátano FHIA-20 lo cual permite una mayor producción por área en menos tiempo., ii) La producción del plátano FHIA-20 no mostró respuesta a la aplicación de fertilizante y iii) Bajo las condiciones de suelo con un contenido de P>20 ppm y K>350 pp, la aprovechabilidad del fertilizante con P y K es muy baja y por lo general no hay respuesta a la aplicación de P y K.

**Introducción:** La producción en el plátano está estrechamente ligada con la nutrición de la planta, su resistencia a la Sigatoka negra, y la adaptación del cultivo a diferentes ambientes, especialmente al tipo de suelo y drenaje, entre otros factores.

La fertilidad del cultivo del plátano en Honduras no está bien documentada, especialmente en lo que se refiere al tipo y cantidad de nutrientes (mayores y menores), y el tiempo de su aplicación. La fertilización del plátano Falso Cuerno se ha basado principalmente en las dosis de fertilizantes usadas por las compañías bananeras, las cuales por su elevado costo no han podido ser utilizadas por los productores de plátano que son esencialmente pequeños productores. El ataque de la Sigatoka negra también ha enmascarado la respuesta a la fertilización, ya que si no hay un buen control de ésta enfermedad los racimos cosechados se ven limitados en tamaño y calidad. Zantúa y asociados de la FHIA (1988) concluyeron que para el sector platanero de Calán, Cortés, en Honduras era recomendable aplicar únicamente Nitrógeno a una dosis de 200 kg/ha/año.

Con el desarrollo de los nuevos híbridos de plátano de FHIA es necesario la revisión de los parámetros de la fertilización en este cultivo, ya que además de la resistencia a la Sigatoka negra, estos híbridos tienen el potencial de producir de 40-50 t/ha, poseen plantas más robustas que el cultivar común, Falso Cuerno, el cual bajo las mismas condiciones produce entre 12-15 t/ha. Este ensayo tiene como propósito evaluar el comportamiento morfológico y productivo del plátano híbrido FHIA-20 bajo la aplicación de cinco niveles de NPK.

**Materiales y métodos:** Se evalúa la respuesta del plátano híbrido FHIA-20 ante la aplicación de 5 niveles de NPK. El estudio se estableció en febrero de 1996 en el Centro Experimental y Demostrativo de Guaruma (CEDEG) a 31 msnm. Las plantas se obtuvieron de cultivo de tejido. El suelo del área experimental es de textura franco-arcillo-limosa, con pH de 7.8; la precipitación pluvial es de 1,100 mm por año. Se utiliza un diseño de bloques completos al azar, 4 repeticiones, 5 tratamientos conformados por los niveles de NPK y 25 plantas por unidad experimental. La siembra se efectúa con espaciamiento de 3.0 m entre hilera y 2.0 entre mata (1,666 plantas/ha).

Toda el área experimental recibió el manejo agronómico recomendado por FHIA en lo que se refiere a deshoje, deshoje y control de malezas. Ningún fungicida para control de Sigatoka negra se aplicó al área experimental. Se utiliza un sistema de riego por inundación para completar las necesidades hídricas del cultivo.

Dos meses después de la siembra se marcaron las 6 plantas centrales de la parcela para medir la Frecuencia de Emisión Foliar (FEF) el cual se tomó a intervalos de un mes, con lo cual pretendemos conocer los días que tarda la planta en emitir una hoja. A estas mismas plantas al momento de la floración se les midió altura y circunferencia de planta madre y altura de hijo de producción. Cuando el racimo ha emitido todas sus flores femeninas se procede a efectuar él desmane con cuchilla dejando 5 manos por racimo en las 25 plantas de la parcela útil. La cosecha se hace en base a edad (85-100 días después de la parición) y apreciación visual cuando las aristas de las cáscaras de los frutos empiezan a desaparecer, registrándose el peso de racimo, longitud y calibre de los dedos y número de dedos por racimo. Se selecciona un dedo de la mano apical, media, basal y una porción de raquis (20 cm) de 5 racimos por parcela, los cuales envían al laboratorio para determinar a través del análisis de cáscara, pulpa y raquis la cantidad de nutrientes que se exporta de la finca al momento de la cosecha.

La primera aplicación del fertilizante se hizo 2 meses después de siembra y luego a intervalos de 4 meses aplicándose alrededor del hijo de producción.

Los tratamientos usados eran: 5 niveles de NPK (kg/ha/año).

T <sub>1</sub>	0-0-0	Control
T <sub>2</sub>	150-0-0	Estimado según unidades Baule calculados por los rendimientos (20 t/ha en plátano Falso Cuerno) obtenido por Zantúa (1988) en el sector de Calán, y el contenido natural de NPK en el lote experimental de Guaruma.
T <sub>3</sub>	300-0-0I	Igual que el tratamiento 2 pero con una producción esperada de 40 t/ha en lugar de 20 t/ha, lo que duplica la cantidad de N.
T <sub>4</sub>	300-0-250	Recomendación basada en el promedio usado a nivel mundial para el cultivo del plátano (200-50-250 kg/ha de NPK) pero dejando la misma dosis de N que tiene el T <sub>3</sub> y eliminando el P por la alta concentración que hay en el suelo del lote experimental.
T <sub>5</sub>	300-50-250	Recomendación según promedio mundial con 100 kg/ha de N adicional.

Se programó la toma de datos por tres ciclos consecutivos de producción pero en vista de la pérdida del ensayo a causa de la inundación ocurrida en octubre de 1998, únicamente se reportan dos ciclos.

**Resultados y Discusión:** Las características morfológicas del Plátano FHIA-20 no muestran respuesta a la aplicación de fertilizantes, observándose que en los promedios de las variables altura y circunferencia de planta madre y altura de hijo de producción (Cuadro 1) no hay diferencia significativa entre los tratamientos evaluados durante dos ciclos consecutivos de producción.

Obtener el menor promedio de días a floración y a cosecha es muy importante para mejorar el retorno del cultivo lográndose una mayor producción de racimos por planta por año. La aplicación

de fertilizantes mejora el retorno del plátano FHIA-20 si comparamos los promedios de días a floración y días a cosecha (Figura 1) se observa que los tratamientos donde se aplicó 300 kg/ha/año de Nitrógeno obtuvieron los promedios más bajo para ambas variables con respecto al tratamiento control, los tratamientos en los cuales se aplicó Fósforo y, obtuvieron un comportamiento similar (para ambas variables) al de los tratamientos donde únicamente se aplicó Nitrógeno.

Con la aplicación de 300 kg/ha de Nitrógeno el plátano FHIA-20 tardó en promedio 6.9 días en emitir una hoja, mientras que los tratamientos control y 150 kg/ha de Nitrógeno tardaron 7.8 y 7.4 días para emitir una hoja respectivamente. La aplicación de Fósforo y Potasio no influyó en la frecuencia de emisión foliar de plátano FHIA-20.

Los promedios de peso neto de racimo, número de dedos por racimo y peso de dedo individual no muestran diferencias significativas entre los tratamientos evaluados (Cuadro 2). La aplicación de fertilizante no influyó en la longitud de dedo ya que para todos los tratamientos la longitud de dedo de la mano media sobrepasó los 25 cm que es la longitud mínima que exige el mercado de exportación a los Estados Unidos.

El calibre del dedo de la mano media, parámetro de mucha importancia en la selección de fruta con propósitos de exportación presentó promedios muy parecidos entre los tratamientos. Todos los tratamientos a excepción del control en el segundo ciclo de producción, presentaron un calibre de dedo de ano media inferior con respecto al primer ciclo lo cual pudo ser causado por el daño de nemátodo (*Pratylenchus coffeae*) que hubo en el lote experimental reportándose pérdidas de planta del 33% para cada tratamiento.

La calidad de fruta de primera (fruta exportable) no muestra diferencias significativas entre los tratamientos, al igual los promedios de fruta de calidad II y III son muy parecidos entre cada tratamiento evaluado (Cuadro 3).

La información tomada para determinar (a través del análisis de cáscara, pulpa y raquis) la cantidad de nutrientes que se exportan de la finca al momento de la cosecha, se perdió a causa de la inundación; por lo tanto no se presentan en este informe.

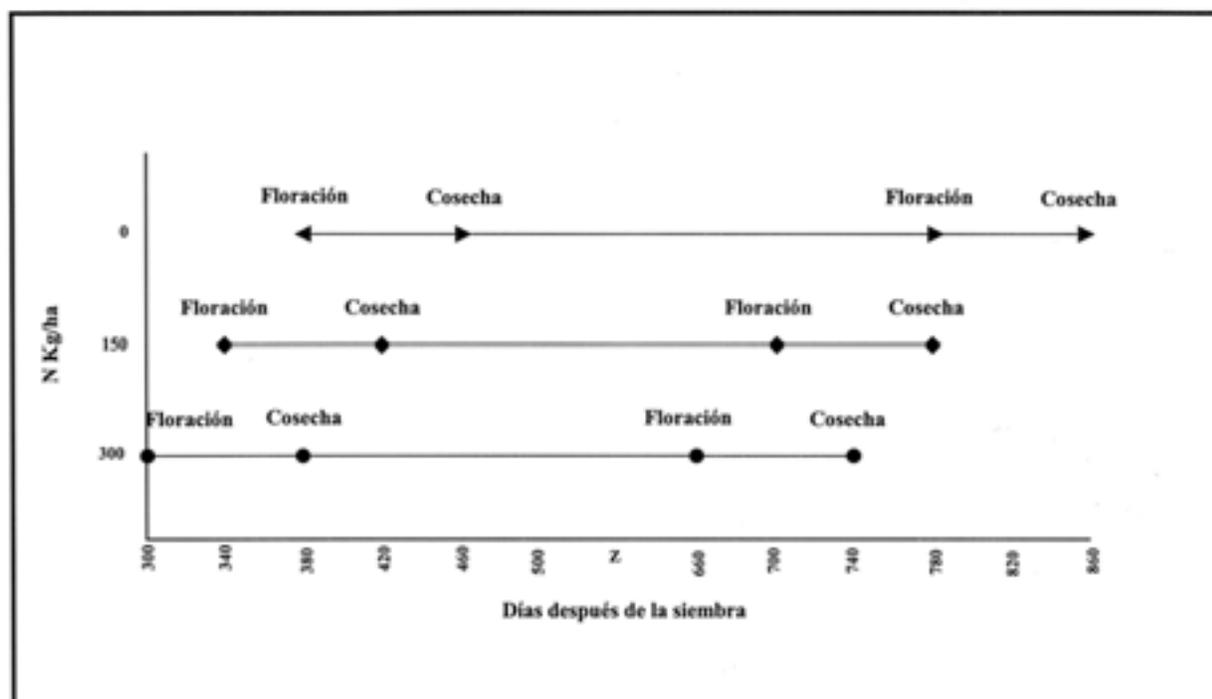
**Conclusiones:** La aplicación de 300 kg/ha/año de Nitrógeno reduce el período de retorno del plátano híbrido FHIA-20, lo cual permite una mayor producción por unidad de área en menor tiempo.

Bajo las condiciones de suelo con un contenido de P>220 ppm y K>350 ppm, la aprovechabilidad del fertilizante P y K es muy baja y por lo general no hay respuesta a la aplicación de P y K en los primeros ciclos de producción.

#### **Literatura citada:**

Zantúa, M.I., C.M. Medina y R. Ugarte. 1998. Fertilización de Nitrógeno y en plátano. Progresos de investigación. Serie: Comunicación entre científicos. No.2, FHIA, Diciembre 1988.

Figura 1. Días a floración y días a cosecha del plátano Híbrido FHIA-20 bajo la aplicación de Nitrogeno durante dos ciclos consecutivos de producción. CEDEG, La Lima, Honduras. 1996-1998.



**Cuadro1. Promedios de altura y circunferencia de planta madre y altura de hijo tomada a la floración y frecuencia de emisión foliar del plátano híbrido FHIA-20 bajo la aplicación de fertilizante durante dos ciclos consecutivos de producción: CEDEG, La Lima, Honduras, 1996-1998.**

Niveles de NPK (kg/ha/año)			Altura Planta Madre (m)		Altura Hijo Producción (m)		Circunferencia de Planta Madre (cm)		EEF <sup>3/</sup> (días/hojas)
			1 <sup>1/</sup>	2 <sup>2/</sup>	1	2	1	2	1
0	0	0	3.3 a <sup>1/</sup>	3.5 a	0.7 a	1.5 a	66.1 a	73.6 a	7.8 a
150	0	0	3.3 a	3.6 a	0.9 a	1.5 a	66.1 a	74.5 a	7.4 a
300	0	0	3.2 a	3.6 a	0.9 a	1.8 a	61.6 a	72.0 a	6.9 b
300	0	250	3.3 a	3.6 a	1.0 a	1.7 a	67.3 a	74.6 a	6.9 b
300	50	250	3.2 a	3.5 a	0.8 a	1.9 a	66.7 a	71.9 a	6.9 b

<sup>1/</sup> Medias en una misma columna seguidas de letras comunes no son diferentes (Duncan, P= 0.05)

<sup>2/</sup> 1= Primer ciclo de producción

2= Segundo ciclo de producción

<sup>3/</sup> FEF: Frecuencia de emisión foliar

**Cuadro 2. Producción y calidad de fruta del plátano híbrido FHIA-20 bajo la aplicación de fertilizante durante dos ciclos consecutivos. CEDEG, La Lima, Honduras.1996 – 1998.**

Niveles de NPK (kg/ha/año)			Peso Neto Racimo (kg)		No. Dedos Por Racimo		Peso Dedo (g)		Calibre Dedo <sup>3/</sup> (mm)		Longitud Dedo <sup>3/</sup> (cm)	
			1 <sup>2/</sup>	2 <sup>2/</sup>	1	2	1	2	1	2	1	2
0	0	0	20.8 a <sup>1/</sup>	18.7 a	68 a	67 b	261.0 a	277.3 a	40.5 b	40.8 a	25.6 a	24.3 a
150	0	0	20.5 a	21.2 a	66 a	73 a	305.1 a	291.2 a	41.1 ab	40.7 a	25.8 a	25.4 a
300	0	0	21.3 a	21.2 a	68 a	71 ab	313.4 a	297.5 a	42.2 a	40.7 a	26.1 a	25.5 a
300	0	250	20.9 a	20.1 a	68 a	73 a	303.3 a	275.2 a	41.6 ab	39.6 a	25.2 a	25.2 a
300	50	250	20.9 a	20.2 a	68 a	70 ab	299.2 a	289.5 a	41.5 a	40.2 a	25.9 a	25.4 a

<sup>1/</sup> Medias en una misma columna seguida de letras comunes no son diferentes (Duncan, P= 0.05)

<sup>2/</sup> 1 = Primer ciclo de producción

2 = Segundo ciclo de producción

<sup>3/</sup> Calibre y longitud de dedo de la mano media

**Cuadro 3. Número de frutos del plátano híbrido FHIA-20 para las calidades I, II y III bajo la aplicación de fertilizante durante dos ciclos consecutivos de producción. CEDEG, La Lima, Honduras. 1996-1998,**

Niveles de NPK (kg/ha/año)			Calidad I <sup>2/</sup>		Calidad II <sup>2/</sup>		Calidad III <sup>2/</sup>	
			1	2	1	2	1	2
0	0	0	40 a <sup>1/</sup>	29 a	19 a	31 ab	9 a	7 a
150	0	0	35 a	29 a	26 a	28 b	5 ab	7 a
300	0	0	47 a	34 a	20 a	30 ab	1 b	7 a
300	0	250	43 a	26 a	23 a	39 a	2 b	7 a
300	50	250	41 a	31 a	25 a	35 ab	2 b	4 a

<sup>1/</sup> Medias en una misma columna seguidas de letras comunes no son diferentes (Duncan, P:0.05)

<sup>2/</sup> Calidad I: fruta > 25 cm de longitud y > 41 mm de calibre  
 Calidad II: fruta > 16 cm de longitud  
 Calidad III: fruta < 37.3 mm de calibre