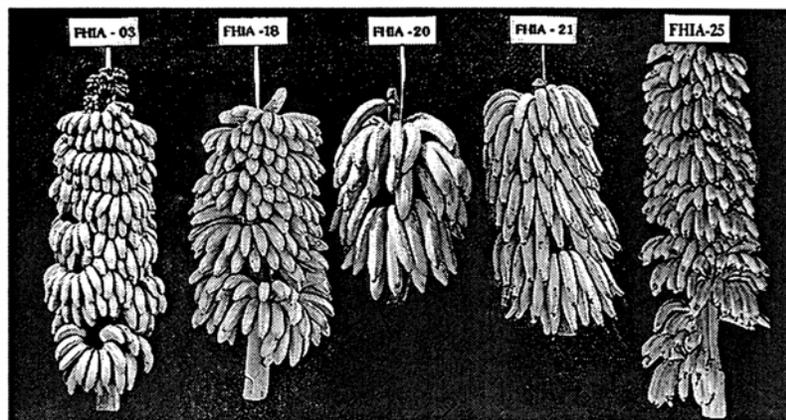


# PROGRAMA DE BANANO Y PLATANO



INFORME TECNICO 1999  
ENERO 2000

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
Informe de mejoramiento de Banano y Plátano	1
Determinación experimental de la reacción a los nematodos <i>Radopholus similis</i> y <i>Pratylenchus coffeae</i> de germoplasma selecto de <i>Musa</i> en casa de sombra	14
El efecto del origen del inóculo utilizado en pruebas de resistencia de genotipos de <i>Musa</i> al nemátodo <i>Pratylenchus coffeae</i>	26
Determinación exploratoria de la reacción de los Musáceas híbridos; FHIA-01, FHIA-02, FHIA-03, FHIA-17, FHIA-18, FHIA-21 y FHIA-25 al ataque del nematodo <i>Pratylenchus coffeae</i> bajo condiciones de casa de sombra	33
Efecto de los nematicidas Furadan, Nematicur, Trimat y Sincocin AG (producto biológico) en el control del nematodo <i>Pratylenchus coffeae</i> en el plátano híbrido FHIA-20	37
Proyecto Rehabilitación del sector platanero por emergencia	42

## INFORME DE MEJORAMIENTO DE BANANO Y PLÁTANO

**Phillip R. Rowe**

Programa de Banano y Plátano

**Resumen:** Plantitas de nueve híbridos de los bananos, plátanos, y bananos de cocción que tienen resistencia a la Sigatoka Negra fueron enviados a varios países este año. Noticias de Tanzania y Uganda reportaron que el banano FHIA-17 es adaptado a las altitudes de Africa del Este y que hay una gran demanda por este híbrido por los agricultores y consumidores.

El FHIA-25, banano de cocción, produjo los racimos de primer retoño. El tamaño de estos racimos y el vigor de las plantas confirmaron el gran potencial de este híbrido. Por sí solo, FHIA-25 podría aliviar gran parte del hambre de millones de personas en el mundo. FHIA-25 es mejor que el plátano cocido verde y el rendimiento es cuatro veces al del plátano. Sembrando este híbrido en Africa del Oeste podría solucionar el problema de escasez de comida para 70 millones de personas quienes comían plátano diariamente antes que este cultivo fuera prácticamente destruido por la Sigatoka Negra.

La sobreproducción de bananos de exportación ha resultado en precios bajos que está causando serios problemas en todos los países productores. Hay excelentes posibilidades de que el plátano FHIA-21 podría solucionar este problema. Las tajadas de este híbrido podrían tener una gran venta como alternativa de papas fritas en las restaurantes de comida rápida. Por eliminar algunas áreas cultivadas con bananos y reemplazarlos con FHIA-21 para surtir la demanda de tajadas congeladas, bajaría la oferta de bananos y el precio subiría. Con mejores precios de bananos y la venta de un nuevo producto (tajadas congeladas de FHIA-21), todo el mundo ganaría.

De hecho, los resultados (híbridos desarrollados) del Programa de Banano y Plátano de FHIA no solo están solucionando problemas de seguridad alimentaria a nivel mundial, sino también ofrecen una solución positiva al problema de los actuales bajos precios de los bananos en los mercados de exportación.

**Introducción:** Las actividades planificadas para este año se vieron interrumpidas por la inundación de 1998 causada por el huracán Mitch. A consecuencia de que el río cambió su curso, el sistema de irrigación fue destruido. Sin irrigación, no se pudo sembrar las poblaciones segregantes en la finca. Se está instalando el nuevo sistema de irrigación por medio de pozos, así es que los esquemas de cruzamientos serán reiniciadas en el 2000.

Sin embargo, a pesar de esta interrupción, 1999 fue un buen año. En respuesta a numerosos pedidos de los diferentes híbridos resistentes a la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*), se enviaron plantas de cultivo de tejido de FHIA-01, 03, 17, 18, 20, 21, 23, 25 y 26 a varios países. Se anticipa que reportes positivos sobre estos híbridos atraerán el apoyo renovado de los donantes. Actualmente, todos los donantes que proporcionaron ayuda adicional para las actividades de mejoramiento hasta finales del año 1998 causadas por el huracán Mitch, se encuentran satisfechos con los resultados de sus inversiones. Ellos se sentirán aún más complacidos cuando los impactos positivos de estos híbridos resistentes a enfermedades sean evidentes en los lugares donde se les necesitan con urgencia.

Para ubicar las distribuciones de las plantas resistentes a Sigatoka Negra en una perspectiva apropiada, vale la pena de repetir unas cifras acerca de lo que significan estos híbridos. Estadísticas oficiales revelan que 800 millones de personas padecen a diario de hambre. Con solamente el híbrido FHIA-25, banano de cocción, se podría eliminar en forma significativa mucha de esta hambruna o hambre.

Se observó una cosecha de primer retoño de FHIA-25 este año, y las características excepcionales de plantas y de racimos del segundo ciclo de producción de este híbrido son discutidas en la sección sobre bananos para cocción. También se actualizan los progresos logrados en otros objetivos de mejoramiento bajo sus correspondientes títulos.

### **Mejoramiento de bananos de postre**

Las plantaciones de FHIA-23, banano para postre, se continúan extendiendo en Cuba. Las variedades de Cavendish, las cuales son altamente susceptibles a la Sigatoka Negra, se están destruyendo para poder así sembrar más de FHIA-23. Actualmente, se encuentran 4000 hectáreas cultivadas con este híbrido en ese país.

Este año se han recibido informes de otros países de que el FHIA-17 ha tenido una aceptación favorable entre los productores y los consumidores de Uganda y Tanzania. Ambos FHIA-17 y FHIA-23 fueron derivados del Highgate x SH-3362, y los dos son resistentes a la enfermedad Raza 1 del mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*) y tolerantes a la Sigatoka Negra. Se han comportado muy bien a nivel del mar, y ahora FHIA-17 ha demostrado que se adapta a mayores altitudes en Africa del Este. Su adaptabilidad a zonas de mayor altura es indicativo de que este híbrido podría ser un valioso sustituto del Gros Michel en las regiones cafetaleras de Colombia. El Gros Michel había escapado por muchas décadas del mal de Panamá en esta parte de Colombia, pero ahora está siendo destruida por esta enfermedad como lo fue en los años 50 en las áreas costeras.

Los avances en el desarrollo de híbridos mejorados con sabor de banano de exportación son acontecimientos significativos, en especial ya que el programa de mejoramiento de FHIA fue inicialmente formado para producir bananos de exportación. Mientras que FHIA-17 y FHIA-23 no están siendo cultivados con este objetivo, ambos ilustran en forma decisiva que se puede desarrollar un nuevo banano para exportación. Tienen un sabor tipo Gros Michel y son muy productivos. Este año, de Tanzania nos han llegado reportes de racimos con pesos de 70 kg. La figura 1 muestra las características de la planta y del racimo de FHIA-17 en las parcelas de mejoramiento de FHIA. Esta foto ha aparecido en los reportes anuales de años anteriores para demostrar el progreso en el mejoramiento de banana para postre, pero se repite nuevamente en éste, debido a que FHIA-17 es el segundo híbrido de banano para postre preferido sobre Cavendish por productores y consumidores en ciertos países.

Avanzando un paso más por medio del uso de tetraploides en cruzamientos de  $4x \times 2x$ , ha sido un rotundo éxito en la producción de un nuevo banano para cocción. Ahora, se espera que aumentando los esfuerzos en hacer tales cruzamientos  $4x \times 2x$  en el mejoramiento de bananos de postre, se podría desarrollar triploides resistentes a enfermedades, con potencial de ser nuevos bananos de exportación.



Figural. Características de planta y racimo del tetraploide FHIA-17 que fue derivado del Highgate x SH-3362. Este híbrido es resistente a la raza 1 del Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*) y tolerante a la Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*), y se ha comportado muy bien en altas altitudes de Uganda y Tanzania. Esta adaptación a alturas en Africa es un indicativo de que FHIA-17 podría ser un híbrido valioso para las zonas cafetaleras de Colombia (donde la variedad preferida Gros Michel está siendo destruida por el Mal de Panamá).

Algunas veces, la búsqueda de una manera para lograr un objetivo conduce al desarrollo de líneas parentales que resultan útiles para otros propósitos. El mejor ejemplo de esto en el programa de FHIA es el uso de los clones ABB en cruzamientos con el propósito de desarrollar un plátano resistente a la Sigatoka Negra. Se realizaron cruces con muchas variedades ABB antes de descubrir que el plátano Francés AAB podía utilizarse en los esquemas o diseños de mejoramiento de los plátanos. Hasta ahora, los híbridos con los clones ABB en sus linajes no han contribuido al desarrollo de nuevos híbridos de plátano. Sin embargo, el triploide enano SH-3386, el cual fue obtenido de los cruzamientos con uno de los clones ABB, se ha convertido en la línea parental clave que hace posible desarrollar bananos para cocción, cuyas plantas son enanas y resistentes a la Sigatoka Negra.

Resultados preliminares indican que el FHIA-25, banano de cocción con un clon ABB en su linaje, podría ser una línea parental muy valiosa en los cruzamientos para desarrollar bananos para postre con resistencia a las enfermedades. FHIA-25 tiene en su genealogía tres diploides AA y tiene una textura y sabor a banano cuando se madura. Este sabor maduro carece de la dulzura deseado en un banano de postre, pero el hecho de que el triploide FHIA-25 es fértil en semillas, cuando se poliniza con polen de diploides, permite su uso en futuros cruces para mejorar el sabor en la próxima generación de híbridos segregantes.

Este año, el diploide SH-3362 (el cual es el padre de FHIA-17 y FHIA-23, bananos para postre que tienen sabores excelentes) fue cruzado con FHIA-25, y 40 híbridos de estos cruzamientos  $3x \times 2x$  se encuentran en las primeras etapas de desarrollo. Si se encuentra que uno de estos híbridos posee la altura, tamaño de racimo y resistencia a la Sigatoka Negra de FHIA-25 junto con un buen sabor al madurar, podría ser un nuevo prospecto de banano tipo exportación resistente a enfermedades con la altura de planta del Grand Nain.

El éxito en el mejoramiento depende directamente del número de híbridos que puedan ser evaluados y de la ampliación de las diversas tácticas que puedan ser explorados. Las necesidades justifican ampliamente las explotaciones de las estrategias comprobadas, pero solamente una fracción de lo que se debe hacer puede emprenderse con los fondos limitados existentes. Como se podrá ver en la siguiente sección, las actividades a larga escala, que anteriormente caracterizaban el programa de FHIA, están rindiendo enormes dividendos o beneficios.

Estos beneficios son en forma de banano para cocción, pero son indicativos que al reanudar la envergadura histórica de este programa se puede esperar la solución de los actuales problemas graves (la Sigatoka Negra y el nematodo barrenador) de los clones Cavendish.

### **Mejoramiento de bananos para cocción**

El desarrollo de FHIA-25, un banano para cocción, es en sí el hallazgo más significativo del programa de mejoramiento. Sin lugar a dudas, este híbrido por sí solo compensa todos los gastos y esfuerzos que se han incurrido en el programa durante los últimos 40 años.

FHIA-25 es altamente resistente a la Sigatoka Negra, es una planta de porte bajo (o enana) y robusta, y produce grandes racimos. Lo mejor de todo es que su fruta verde cocida tiene una textura excelente y es muy sabroso. De hecho, muchos consumidores de plátano en Honduras prefieren FHIA-25 a plátano, como fruta verde cocida.

Durante este año, se observaron en el campo los primeros retoños de plantas y racimos de FHIA-25. Los hijos que produjeron estas plantas, estuvieron sumergidos bajo cuatro pies de agua por varios días durante las inundaciones de 1998. Aún con este debilitante estrés (de hecho,

este estrés afectó negativamente a las demás plantas en las parcelas de mejoramiento), estos hijos se desarrollaron en plantas fuertes y productivas. La figura 2 muestra las características de una planta y su racimo de estos primeros retoños.

El hecho de que la fruta verde de FHIA-25 hervida posee excelentes cualidades culinarias tiene implicaciones positivas muy significativas. En vista de la gran aceptación de esta fruta en Honduras, se espera la misma reacción en todos los países donde los bananos y los plátanos verdes cocidos han sido un alimento básico durante mucho tiempo. Debido a la drástica reducción de los rendimientos de bananos y plátanos como consecuencia de la Sigatoka Negra, existe ahora una escasez casi universal de estos alimentos tradicionales.

Hace 20 años, unos 70 millones de personas en el Oeste y Centro de Africa acostumbraban comer plátanos como una comida rutinaria y dentro de sus posibilidades económicas. Ahora que la Sigatoka Negra ha reducido este cultivo en un 50%, los plátanos se han convertido en un plato de lujo y caro para la mayoría de estas personas. Peor aún, muchos de estos países afectados tenían una producción insuficiente de comida aún antes de esta enfermedad epidémica.

Para ilustrar lo que FHIA-25 podría significar en los países de Africa, se muestran los tamaños de racimos de FHIA-25 y el plátano Falso Cuerno (fig. 3). En este caso, lo cual es típico, el peso de este racimo de FHIA-25 equivale a cinco racimos del plátano Falso Cuerno. No se usaron medidas para controlar la Sigatoka Negra en las plantas que producían estos racimos.

En algunos países, como Haití, el banano Cavendish se come más cocido verde que como banano maduro de postre. Las diferencias en los tamaños de los racimos entre FHIA-25 y Cavendish cuando la Sigatoka Negra no ha sido controlada se ilustran (fig. 4). De hecho, se ha comprobado que frecuentemente la fruta del Cavendish se encuentra desprovista de una pulpa comestible cuando no se aplica fungicida debido a que las plantas se encuentran totalmente defoliadas poco después de que los racimos comienzan a desarrollarse.

En pruebas preliminares durante este año, el FHIA-25 demostró ser resistente al nemátodo *Pratylenchus coffeae*. Puesto que este nematodo es el más dañino a los plátanos, nuevas confirmaciones sobre esta resistencia significarían que este híbrido no solo es resistente a la peor enfermedad de la hoja, sino también a la mayor plaga de las raíces de este cultivo.

Este año, se enviaron plantas de cultivo de tejido de FHIA-25 a Camerún, Cuba, República Dominicana, Haití, Jamaica, Kenia, Nepal, Papua Nueva Guinea, Perú, Tanzania y Zambia. El Centro de Tránsito de Germoplasma de INIBAP cuenta con este híbrido y recientemente anunciaron que está disponible para su distribución.

Se anticipa que pronto se presentará el problema de poder suplir los requerimientos de plantas de este híbrido a nivel mundial. Luego de que los que han recibido FHIA-25 observen que este híbrido es muy productivo y de buen sabor, los laboratorios de cultivo de tejidos tendrán que trabajar para producir los millones de plantas necesarias para satisfacer la demanda. El plan es usar los testimonios de como el FHIA-25 ha sido aceptada en los diferentes países para convencer donantes de la necesidad de proveer fondos para la multiplicación y distribución de plantas.



Figura 2. Planta y racimo del primer retoño (segunda cosecha) del FHIA-25 banano para cocción. El hijo que produjo este racimo estuvo sumergido bajo 4 pies de agua por varios días durante la inundación del 98. Estas condiciones extremas de estrés afectaron adversamente a todas las otras plantas de las parcelas de mejoramiento, pero casi no afectaron a este robusto híbrido.



Figura 3. Tamaños relativos de los racimos del FHIA-25 banano de cocción (centro) y del plátano Falso Cuerno (ambos lados) cuando no se aplica medidas para controlar Sigatoka Negra. Muchos consumidores de Honduras prefieren las cualidades culinarias de FHIA-25 sobre los de plátano como frutos verdes cocidos. El peso de este racimo de FHIA-25 equivale a cinco de los del plátano Falso Cuerno. Se anticipa que este banano de cocción será bienvenido en el Oeste y Centro de Africa donde los rendimientos del plátano han sido drásticamente reducidas por la Sigatoka Negra.



Figura 4. Tamaños relativos de racimos del Cavendish, banano de exportación (izquierda), y del FHIA-25, banano de cocción (derecha), cuando no se ha seguido un control de Sigatoka. En algunos países, como Haití, el Cavendish se come más verde cocido que maduro. Muchos consumidores en Honduras han catalogado a la fruta verde cocida de FHIA-25 tan aceptable como el de Cavendish.

## Mejoramiento de plátanos

A pesar de que FHIA-25 verde es un reemplazo aceptable de los plátanos cocidos verdes, no es un buen sustituto de los plátanos maduros. Por lo tanto, el desarrollar plátanos mejorados continúa siendo muy importante ya que los plátanos, ambos maduros o verdes, son alimentos tradicionales en los países donde se siembran este cultivo.

El desarrollo de FHIA-20 y FHIA-21, híbridos tolerantes a la Sigatoka Negra, ha sido discutido anteriormente en los reportes anuales. Sin embargo, estos dos híbridos tienen en la actualidad un valor que amerita que sean discutido más a fondo en este reporte. Ambos híbridos están siendo cultivados comercialmente en Honduras y FHIA-21 también se está sembrando en pequeña escala en varios países de América Latina. Existen ciertas diferencias entre FHIA-20 y FHIA-21 y estos rasgos individuales influyen en que cada híbrido se adapte a un propósito en especial o particular.

FHIA-20 posee una prolongada vida verde una vez cosechado y tiene una consistencia más firme cuando madura que FHIA-21. Por estas razones, FHIA-20 es una mejor elección para los mercados domésticos y para la exportación de fruta fresca. También, en estudios preliminares, FHIA-20 ha sido calificada como mejor que FHIA-21 cuando se procesa la fruta madura congelada. Para ilustrar la ventaja del tamaño del racimo de FHIA-20 comparada con el de Falso Cuerno, se muestran ambos racimos (fig.5). Este tamaño de racimo de este híbrido, que es el doble del Falso Cuerno, ha quedado demostrado en varias localidades de Honduras.

El FHIA-21 ha tenido gran aceptación como plátano verde en los supermercados locales en donde recibe un mejor tratamiento que en los mercados abiertos. También, la opinión general de los consumidores en Honduras es que las tajadas verdes fritas de FHIA-21 son mejores que las de FHIA-20 y las del Falso Cuerno. Esta excelente característica de tajada verde frita podría ser la clave para solventar un serio problema actual en la exportación de bananos.

Este problema es la sobreproducción del banano para exportación. Los precios bajos como resultado de la sobreproducción son los causantes de infortunios sociales y económicos en todos los países exportadores de banano de América Latina.

Cómo podría FHIA-21 resolver este problema? La respuesta es que tajadas congeladas de este híbrido podrían competir con las papas fritas en los restaurantes de comidas rápidas. Claro que requiere ciertos estudios de mercado, pero el potencial de tales tajadas sería enorme. Ya se sentó un precedente con la fruta Kiwi. Una dama en California se hizo famosa por el éxito de la campaña de mercadeo (o estrategia) que utilizó para la fruta de Kiwi, y las tajadas de plátano muestran un mayor potencial que el Kiwi como un nuevo producto para un amplio mercado que aún no se ha explotado.

Las rebanadas o tajadas congeladas de papas para preparar papas fritas se colocan directamente en aceite en los restaurantes de comida rápida. Esta manera conveniente y eficiente de mantener un abastecimiento de papas fue hecha posible por la técnica de congelado rápido (IQF). El casi infalible éxito de las tajadas de FHIA-21 gira sobre si estas tajadas pueden ser congeladas rápidamente y si mantendrán la calidad y aroma de las tajadas frescas. De lograr resolver estos requisitos, el problema restante sería de producir suficiente fruta para cubrir la demanda. El estimulante aroma penetraría las áreas de los comedores (ya que las cocinas de los restaurantes de comida rápida se encuentran abiertas) y esto incrementaría vertiginosamente las ventas. Cerca de 250 millones de consumidores prospectos en el mercado de exportación están sólo a la espera de algo tan delicioso y nutritivo como las tajadas de FHIA-21.



Figura 5. Tamaños relativos de racimos del híbrido FHIA-20 que es tolerante a la Sigatoka Negra (izquierda) y del plátano tradicional Falso Cuerno (derecha). La adaptabilidad del FHIA-20 para el cultivo comercial y su aceptación por los consumidores ya se han demostrado en Honduras. Se espera que la siembra de este híbrido como reemplazo del Falso Cuerno, en países donde hay escasez de plátanos como consecuencia de la Sigatoka Negra, podría más que duplicar este alimento básico para millones de personas.

La pregunta obvia es, “Porqué anteriormente no se ha intentado esto”? Hay muchas razones, las cuales incluyen: 1) históricamente el negocio de la exportación de banano ha sobrevivido razonablemente bien sin tener al plátano como un producto complementario; 2) el plátano Falso Cuerno no es muy productivo, aún antes de que la Sigatoka Negra redujera este cultivo; y 3) las tajadas del Falso Cuerno son muy ricas para los consumidores que ya están acostumbrados a ellas, pero no influirían a los nuevos consumidores a que se convierten en clientes de tajadas de plátano en vez de papas fritas.

Ahora, la industria exportadora necesita desesperadamente del plátano como complemento del banano, y FHIA-21 podría servir para éste propósito. Para ilustrar la gran productividad del FHIA-21 comparado con el Falso Cuerno, se muestran las características de racimos de ambos (fig.6).

La superficie apenas ha sido arañada en cuanto al mejoramiento de plátanos. Por ejemplo, FHIA-20 y FHIA-21 son plantas de porte alto como el Falso Cuerno, y las tres son susceptibles a ser derribadas con vientos fuertes. El plátano enano Francés en el programa de FHIA es ligeramente fértil en semillas (con una relación de aproximadamente una semilla por 20 racimos polinizados), y esto ofrece excelentes oportunidades para el mejoramiento de nuevos híbridos enanos. No obstante, los fondos con que se cuenta no permiten las polinizaciones necesarias para poder tomar ventaja de tales oportunidades en el mejoramiento genético de los plátanos.

## **Conclusiones**

Los efectos del huracán Mitch retrasaron la continuidad de los esquemas de cruzamientos durante 18 meses. Sin embargo, la buena noticia es que muchos de los híbridos resistentes a la Sigatoka Negra, que anteriormente se habían desarrollado, han sido enviados a diversos países para su evaluación. Se anticipa que habrá una gran demanda de estos híbridos, especialmente del FHIA-25 banano de cocción, una vez que los destinatarios de estas plantas vean los racimos y prueben la fruta.

Este reporte se ha escrito con los donantes en mente. Los híbridos mejorados que han sido discutidos e ilustrados son los resultados de esfuerzos exhaustivos en el programa de mejoramiento. Debido a las limitantes actuales de fondos, las actividades corrientes son menos de la mitad de lo que históricamente han sido. Hay aún casi un sin límite de metas (resistencias a Sigatoka Negra y a nemátodos, plantas de portes bajos, y mejores rendimientos) en el mejoramiento de bananos, plátanos, y bananos de cocción. Estas metas pueden llegar a ser realidades al ampliarse los cruzamientos y selecciones que ya han sido comprobadas que funcionen. Tan pronto que haya fondos disponibles, las actividades en mejoramiento podrían expandirse inmediatamente.



Figura 6. Tamaños relativos del FHIA-21, plátano híbrido tolerante a la Sigatoka Negra (izquierda), y el tradicional plátano Falso Cuerno (derecha). FHIA-21 es el doble de productivo que el Falso Cuerno, y las tajadas verdes fritas de este híbrido son de mejor calidad que las de esta variedad de plátano natural. Si las tajadas de FHIA-21 pueden ser congeladas (como las papas antes de ser freídas) y ofrecidas como una alternativa a las papas fritas en los restaurantes de comidas rápidas, podría resultar en una demanda casi ilimitada para las tajadas de plátano en los U.S.A. y Europa. El sembrar FHIA-21 (en áreas sembradas en estos momentos por excedentes de bananos de exportación) para satisfacer esta nueva demanda podría ser la solución a la sobreproducción que actualmente existe en el mercado de exportación de bananos.

Se espera que las agencias con mandatos para salvaguardar la seguridad alimenticia analizarán los logros que han sido descritos en este reporte. Más que todo, la esperanza es que estas agencias estarán de acuerdo en que el programa de mejoramiento tiene mucho que ofrecer, y que comprenderán que inversiones relativamente modestos para apoyar este trabajo podrían significar proveer de alimento para millones de personas con hambre y de escasos recursos económicos.

## **Determinación experimental de la reacción a los nematodos *Radopholus similis* y *Pratylenchus coffeae* de germoplasma selecto de *Musa* en casa de sombra**

Luis F. Durán, Jorge Dueñas, Joaquín Calderón  
*Proyecto Nematodos, Protección Vegetal*

J. Mauricio Rivera C.,  
*Protección Vegetal*

Phillip Rowe,  
*Programa de Banano y Plátano*

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

**Resumen:** El objetivo de los experimentos #20, 21 y 26 de la serie de ensayos del Proyecto Nematodos presentados en este informe fue identificar genotipos naturales o mejorados utilizables en esquemas de mejoramiento de *Musa* como fuentes de resistencia/tolerancia a nematodos. Se evaluó separadamente la reacción a *Radopholus similis* y *Pratylenchus coffeae* de 18 genotipos de interés, en comparación a cuatro genotipos de referencia, en tres experimentos en casa de sombra, utilizando distintamente vitroplantas o plantas de cormo en macetas. Se inocularon las plantas con cantidades conocidas de nematodos desarrolladas *in vitro* en el experimento #26 y se recurrió a inóculo extraído directamente de raíces de plantas enfermas en los experimentos # 20 y 21. Después de 16-17 semanas de exposición, se extrajeron los cormos íntegros tanto de vitroplantas como de plantas provenientes de cormos para determinar resistencia y tolerancia en base a conteos de poblaciones de nematodos en raíces y determinaciones de sanidad de cormo y raíces, respectivamente. Los diploides parentales mejorados SH-2095 y SH-3723 mostraron ser distintamente resistentes/tolerantes a *R. similis*; y el triploide mejorado SH-3386 fue parcialmente resistente. El diploide mejorado SH-3217 y el diploide natural Unknown III-33 mostraron resistencia/ tolerancia a *P. coffeae*; los diploides naturales Saing Todlon II-78, Basilan Diploid II-112 y Pisang Rotan II-275 mostraron resistencia/tolerancia parcial a *P. coffeae*. Resistencia/tolerancia a ambos nematodos se encontró en Yangambi Km5; susceptibilidad a ambos nematodos ocurrió en Gran Nain. 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 Flandes (VVOB, Bélgica).

**Introducción:** Los nematodos constituyen mundialmente una limitante importante a la producción de *Musa* (Davide, 1996). Cuatro especies de nematodos se reportan usualmente en la literatura como parásitos de las Musáceas comestibles: Nematodo Barrenador (*Radopholus similis*), Nematodo de las Lesiones (*Pratylenchus* sp.), Nematodo Espiral (*Helicotylenchus* sp.) y Nematodo 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 nematodos 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 nematodos constituye una alternativa muy efectiva, económica y amigable al ambiente para el manejo de los nematodos parásitos de *Musa*. Diferencias genéticas en reacción al ataque de los nematodos *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 nematodos en *Musa*, y **c)** Evaluar la reacción a nematodos 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 condujeron en ambiente de casa de sombra abierta en la sede de la FHIA (La Lima, Honduras). Los sujetos experimentales han sido plantas de 18 diferentes clones de interés, evaluados en comparación a cuatro clones naturales de reacción conocida al ataque de nematodos 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 para los experimentos 20 y 21, cada uno de los cuales fue expuesto separadamente a los nematodos *R. similis* y *P. coffeae*; en el caso del experimento 26, el grupo de genotipos diploides silvestres y sus referencias se expuso ante *P. coffeae* utilizando vitroplantas (plantas producidas a través del cultivo *in vitro* de tejido meristemático).

Cuadro 1. Genotipos de *Musa* evaluados, tipo de material de siembra utilizado y especie de nematodo inoculada en experimentos de casa de sombra. FHIA, La Lima, Honduras. 1999.

Número de ensayo		20	21	26
Material de siembra <sup>1</sup>		CO	CO	VP
Nematodo inoculado/Fuente <sup>2</sup>		<i>R.s./R</i>	<i>P.c/R</i>	<i>P.c./C</i>
Genotipos	Genoma			
Pisang Jari Buaya*	AA	x <sup>3</sup>	x	x
Yangambi Km 5*	AAA	x	x	
Highgate*	AAA	x	x	
Grand Nain*	AAA	x	x	
SH-3723	AA	x	x	
SH-2095	AA	x	x	
SH-3217	AA	x	x	
SH-3386	ABB	x	x	
SH-3640	AAAB	x		
FHIA-04	AAAB	x		
FHIA-20	AAAB			x
Pisang Gigi Buaya II-211	AA			x
Gaban Gabah III-116	AA			x
Morang Datu AVP-34	AA			x
Pisang Rotan II-275	AA			x
Unknown III-33	AA			x
Basilan Diploid II-112	AA			x
Saing Todlon II-78	AA			x

<sup>1</sup> VP: Vitroplantas, CO: Plantas de cormos.

<sup>2</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>3</sup> x: Incluidos en el ensayo.

\* Estándares de referencia. Plantas derivadas de material obtenido de la colección viva de la FHIA.

En conjunto, las combinaciones anteriores resultaron en un total de 3 experimentos conducidos, en los experimentos 20 y 21 se incluyeron los 4 estándares de referencia (cuadro 1). En el experimento 26 se incluyó a FHIA 20 como estandar susceptible. El material propagativo (cormos y vitroplantas) de los genotipos de interés utilizado en todas las pruebas, y de los genotipos de referencia utilizado en los tres experimentos, se obtuvo de la colección viva de FHIA. Como material de siembra se utilizaron cormos (exp 20 y 21) y vitroplantas (exp 26). Pevio 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 nematodos. Las vitroplantas se trasplantaron a macetas cuyo volumen fue de 2.5 litros; los cormos fueron sembrados 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.

### ***Inoculación***

Transcurridas dos semanas después de la siembra de las vitroplantas y cuatro-cinco semanas después de la siembra de los cormos, las plantas fueron inoculadas en la casa de sombra con una suspensión de la especie de nematodo deseada para el experimento 26. El propósito al demorar la inoculación de las plantas de corno fue 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 el caso del experimento 26, el inóculo se generó 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* y *R. similis* generadas en laboratorio a principio del año, en los experimentos 20 y 21 se utilizó como inóculo nematodos silvestres extraídos de raíces infectadas provenientes de plantas en campos infestados (cuadro 1). En los experimentos 20 y 21 fueron depositados 3,500 individuos de *R. similis* o *P. coffeae* por maceta; en el experimento 26 se inoculó con 1,200 individuos de *P. coffeae* por planta. El aislado de *R. similis* utilizado provino de Finca Santa Rosa, Cable # 170, Cortés, obtenido en septiembre de 1995. El aislado de *P. coffeae* se obtuvo de la finca de plátano cuerno del señor Eduardo Ortez en Chotepe, Cortés, obtenido en mayo de 1999.

### ***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 16 semanas de exposición en el caso de vitroplantas (exp. 26) y 17 semanas en plantas de corno (exp. 20 y 21), las plantas fueron 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), porcentaje de bases de raíces que muestran necrosis en el corno y poblaciones de nematodos 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 nematodos por gramo 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* (comprobada resistencia a *P. coffeae* en experimentos de FHIA);

Pisang Jari Buaya: completamente resistente a *R. similis* (comprobada susceptibilidad a *P. coffeae* en experimentos de FHIA).

Se incluyó como sustituto de Gros Michel a 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.

### ***Experimentos 20 y 21***

Se evaluaron 10 genotipos por separado en estos ensayos, incluyendo estándares de referencia, contra *R. similis* y *P. coffeae* utilizando como material experimental cormos solamente. Los resultados se presentan en los cuadros 2 y 3 respectivamente. Debido a carencia de material, los genotipos SH-3640 y FHIA-04 se incluyeron solamente en el experimento 20 (*R. similis*).

#### Reacción a *R. similis*

Los estándares Yangambi Km5 y Pisang Jari Buaya mostraron, junto con los diploides mejorados SH-3723 y SH-2095, 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-3217, FHIA-04, Grand Nain, SH-3640 y High Gate. El diploide mejorado SH-3386 calificó con una moderada resistencia/tolerancia a *R. similis*. El diploide SH-3723 confirma su resistencia a *R. similis* reportada en ensayos de FHIA de 1996-98, agregándose a la lista, a reserva de pruebas confirmatorias posteriores, el diploide SH-2095, con cantidades de nematodos bastante bajas, inclusive por debajo de la referencia Yangambi Km5. El parámetro de daño ‘porcentaje de necrosis de raíces’, no mostró diferencias significativas ( $p=0.05$ ), probablemente a que las cantidades de nematodos recuperadas al final del ensayo no fueron altas, enmascarándose de esta manera un poco las diferencias en susceptibilidad o resistencia de los distintos genotipos evaluados para esta variable.

#### Reacción a *P. coffeae*

Los resultados muestran cantidades mucho más altas de individuos de *P. coffeae*. Las diferencias estadísticas para este ensayo (21) son más evidentes debido a la mayor presión que ejerció este género sobre los genotipos evaluados. Fue posible diferenciar como altamente susceptibles/no tolerantes a Pisang Jari Buaya, el híbrido mejorado SH-3723 y la referencia Grand Nain. Con moderada susceptibilidad/baja tolerancia se catalogó a los diploides parentales SH-2095 y SH-3386 y a High Gate. La resistencia/tolerancia se presentó en el estándar Yangambi Km5 y el diploide SH-3217. El parámetro ‘porcentaje de necrosis de raíces’ presentó marcadas diferencias estadísticas entre las

diferentes categorías de resistencia-susceptibilidad, lográndose encontrar 3 clases estadísticamente diferentes.

### Reacción cruzada

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

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 20. FHIA, La Lima, Honduras, 1999.<sup>1</sup>

Genotipos	Resistencia				Tolerancia					
	Individuos de R.s por g de raíces	n <sup>2</sup>	Individuos De R.s. por planta	n	Raíces muertas (%)	n	Necrosis de raíces (%)	n	Bases de raíces con lesiones (%)	n
SH-3217	215 a	10	5497 a	10	0.6 b	10	3.5 a	10	14.6 ab	10
FHIA-04	467 ab	10	19611 a	10	0.0 b	10	5.3 a	10	11.1 ab	10
Gran Nain	245 ab	9	6888 a	9	10.2 a	10	3.6 a	10	35.8 ab	10
SH-3640	547 ab	9	6629 a	9	0.4 b	10	6.3 a	9	23.1 ab	10
High Gate	102 bc	10	6421 ab	10	0.0 b	10	3.4 a	10	18.8 ab	10
SH-3386	41 bcd	10	805 ab	9	0.0 b	10	3.5 a	10	19.2 ab	10
Pisang Jari Buaya	13 cde	10	145 bc	10	0.0 b	10	0.2 a	10	5.7 b	10
Yangambi Km 5	10 cde	10	119 bc	9	0.0 b	10	1.7 a	10	14.3 ab	10
SH-3723	6 de	10	192 bc	10	0.1 b	10	3.2 a	10	6.6 b	10
SH-2095	3 e	10	103 c	10	0.0 b	10	2 a	10	7.9 b	10
Media General	165	9.8	4641	9.6	1.1	10	3.3	9.9	15.7	10
C.V. (%)	63	52.6	52.6		456.4		148.5		76.7	
C.M.E.	2.81	7.1	7.09		0.94		2.23		5.53	

<sup>1</sup> Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, p = 0.05). Para análisis estadísticos, las poblaciones de nematodos fueron transformados 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 *Pratylenchus coffeae* (*P.c*) en las raíces y daño causado en plantas de cormos de genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra. Experimento 21. FHIA, La Lima, Honduras, 1999.<sup>1</sup>

Genotipos	Resistencia				Tolerancia					
	Individuos de <i>P.c</i> por g de raíces	n <sup>2</sup>	Individuos de <i>P.c</i> por planta	n	Raíces muertas (%)	n	Necrosis de raíces (%)	n	Bases de raíces con lesiones (%)	n
Pisang Jari Buaya	754 a	10	70226 a	10	9.9 bc	10	32.4 a	10	66.7 ab	10
SH-3723	747 a	9	15328 abc	9	40.2 a	10	36.7 a	9	82.7 a	10
Grand Nain	673 a	3	21987 abc	3	45.7 a	6	28.3 a	4	64.6 ab	5
SH-2095	558 ab	10	27304 ab	10	1.6 c	10	15.0 abc	10	19.4 de	10
SH-3386	504 ab	10	29957 a	10	0.9 c	10	24.1 ab	10	52.7 bc	10
Highgate	311 bc	8	6501 c	8	28.0 ab	10	35.8 a	9	45.4 bc	10
Yangambi Km5	188 cd	10	5708 bc	10	2.2 c	10	11.0 bc	10	30.4 cd	9
SH-3217	125 d	10	2101 c	10	0.9 c	10	7.8 c	10	10.1 e	10
Media General	482	8.75	24753	8.75	16.2	9.5	23.9	9	46.5	9.25
CV%	13.2		11.8		92.6		47.8		34.4	
CME	0.57		1.19		4.84		3.99		4.15	

<sup>1</sup> Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Prueba de Rango Múltiple de Duncan,  $p = 0.05$ ). Para análisis estadísticos, las poblaciones de nematodos fueron transformados 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.

### ***Experimento 26***

Este experimento incluyó diploides silvestres de la colección de FHIA, propuestos para ser evaluados en 1998, los cuales se evaluaron hasta 1999 debido a la lentitud en la tasa de multiplicación que presentaron la mayoría de los materiales. Se incluyeron 7 diploides silvestres más la referencia susceptible Pisang Jari Buaya; se utilizó vitroplantas como material experimental. Fue imposible confrontar con referencia resistente, debido a la carencia de este material en laboratorio. Se evaluaron un total de 9 genotipos y su reacción a *P. coffeae*.

#### Reacción a *P. coffeae*:

Los resultados de este experimento muestran una diferenciación muy estrecha entre los genotipos evaluados, lográndose encontrar solamente dos clases diferentes estadísticamente en el parámetro 'nematodos por gramo de raíz' (cuadro 4). Clara resistencia presenta el diploide mejorado Unknown III-33, pues mostró un bajo porcentaje de raíces muertas, y porcentaje de bases de raíces con lesiones. Moderada resistencia mostraron los diploides Saing Todlon II-78, Basilan Diploid II-112 y Pisang Rotan II-275. La susceptibilidad/intolerancia se encontró en los diploides Gaban Gabah III-116, Pisang Jari Buaya II-320, Pisang Gigi Buaya II-211 y Morang Datu AVP-34, así como el híbrido de plátano FHIA-20. La media general para individuos por gramo de raíz es mucho más elevada que para los experimentos en que se utilizó cormos como material experimental, confirmándose una vez más la superioridad de las vitroplantas para la diferenciación de los parámetros de resistencia en ensayos con material de *Musa*.

Cuadro 4. Poblaciones de *Pratylenchus coffeae* (*P.c*) en las raíces y daño causado en vitroplantas de genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra. Experimento 26. FHIA, La Lima, Honduras, 1999.<sup>1</sup>

Genotipos	Resistencia				Tolerancia					
	Individuos de <i>P.c.</i> por g de raíces	n <sup>2</sup>	Individuos de <i>P.c.</i> por planta	n	Raíces muertas (%)	n	Necrosis de raíces (%)	n	Bases de raíces con lesiones (%)	n
FHIA-20	7917 a	3	28109 a	3	60.9 ab	7	40.3 a	3	39.40 a	6
Gaban Gabah III-116	6271 a	7	48157 a	7	56.4 a	10	35.8 a	8	13.03 b	10
Pisang Jari Buaya II-320	5411 a	7	33645 a	7	48.5 ab	10	37.7 a	9	15.80 b	10
Morang Datu AVP-34	5027 a	9	24169 ab	9	56.1 a	10	28.0 a	9	13.03 b	10
Pisang Gigi Buaya II-211	4728 a	8	25112 ab	8	46.3 ab	10	27.9 a	9	11.10 b	10
Saing Todlon II-78	1004 b	8	9225 bc	8	23.8 bc	10	24.9 a	9	6.32 bc	9
Basilan Diploid II-112	648 b	8	5684 c	8	8.51 c	9	26.7 a	10	9.02 bc	10
Pisang Rotan II-275	967 b	6	5471 c	6	29.2 bc	8	16.5 a	6	10.01 b	7
Unknown III-33	509 b	7	3426 c	7	24.1 bc	9	16.0 a	9	1.90 c	7
Media General	3609	7	20333	7	39.3	9.2	28.2	8	13.3	8.8
C.V. (%)	7.6		9.2		64.8		49.2		72.1	
C.M.E.	0.33		0.73		10.94		5.36		3.849	

<sup>1</sup> Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Prueba de Rango Múltiple de Duncan,  $p = 0.05$ ). Para análisis estadísticos, las poblaciones de nematodos fueron transformados 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.

### ***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 y 4) a excepción del parámetro 'porcentaje de necrosis de raíces' de los experimentos 20 y 26 (cuadros 2 y 4), donde las cantidades de nematodos bajas en el experimento 20 y la poca diferenciación en cantidades para el experimento 26 impidieron la diferenciación estadística del parámetro mencionado. 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 5) fue de 3.7 para "Individuos por gramo de raíces" y 3 para "Individuos por planta", 2.7 para "Raíces muertas", 3.3 para "Bases de raíces con lesiones" y 1.7 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 y 4).

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

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 nematodos, como lo indicaron las altas poblaciones de nematodos registradas en sus raíces, notablemente superiores a las registradas en raíces de plantas de cormo. Estos resultados resultan confirmatorios desde 1996, año en que se comenzaron las evaluaciones en FHIA.

Cuadro 5. Número de clases estadísticamente diferentes determinadas por la Prueba de Rango Múltiple de Duncan ( $p= 0.05$ ) entre genotipos de *Musa* incluidos en 3 experimentos para evaluar reacción a *R. similis* y *P. coffeae*. FHIA, La Lima, Honduras. 1999.

Número Del Experimento	Número de genotipos incluidos	Número de clases por parámetro utilizado				
		Resistencia		Tolerancia		
		Individuos de <i>R.s.-P.c./g</i> de raíces	Individuos de <i>R. s.-P.c./planta</i>	Raíces muertas (%)	Necrosis de raíces (%)	Bases de raíces con lesiones (%)
20	10	5	3	2	1	2
21	8	4	3	3	3	5
26	9	2	3	3	1	3
<b>Media</b>	9	3.7	3	2.7	1.7	3.3

**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 nematodos 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 nematodo fueron también tolerantes a dicho nematodo. Se identificó como fuente de alta resistencia/tolerancia a *R. similis* al diploide parental SH-2095 y se confirmó a SH-3723. SH-3386 se identificó como parcialmente resistente a *R. similis*. El diploide mejorado SH-3217 y el diploide natural Unknown III-33 mostraron resistencia a *P. coffeae*; los diploides silvestres Saing Todlon II-78, Basilan Diploid II-112 y Pisang Rotan II-275 mostraron resistencia/tolerancia parcial. La referencia Yangambi Km5 mostró resistencia/ tolerancia a ambos nematodos. Como altamente susceptible/intolerante a ambos nematodos se logró confirmar solamente a la referencia Gran Nain.

### **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.

## **El efecto del origen del inóculo utilizado en pruebas de resistencia de genotipos de *Musa* al nematodo *Pratylenchus coffeae***

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

**Resumen:** Se determinó el efecto de dos fuentes de inóculo del nematodo *Pratylenchus coffeae* al ser utilizado en pruebas de resistencia de genotipos de *Musa* en condiciones de casa de sombra. Se evaluaron dos fuentes de inóculo de *P. coffeae*: una proveniente de cultivo *in vitro* en rodajas de zanahoria y otra proveniente de raíces infestadas de plátano directamente del campo; se dejaron igualmente plantas testigo sin inoculación de cada genotipo como referencia, para evaluar la pérdida de peso en cada material al ser sometido a inoculaciones, en relación al peso original de plantas no inoculadas. Se utilizó como material experimental vitroplantas de 4 genotipos híbridos de FHIA; éstas se inocularon con una cantidad equivalente a 1,200 individuos por planta. Quince semanas después de la inoculación, se extrajeron las plantas íntegras para ser evaluadas conforme los parámetros de resistencia ya establecidos, como son poblaciones de nematodos en las raíces y determinaciones de sanidad de cormos y raíces. También se evaluó los parámetros de biomasa recuperada al final del ensayo. Se encontraron diferencias significativas ( $p= 0.05$ ) para los parámetros de daño 'individuos por gramo de raíces' y para 'porcentaje de raíces muertas' entre genotipos y entre fuentes de inóculo, siendo las poblaciones provenientes de cultivo *in vitro* las que mostraron mayor virulencia y tasa de reproducción. Para los parámetros de biomasa (peso), se encontraron diferencias solamente entre genotipos en todas las variables y no existieron diferencias entre fuente de inóculo para ninguna de las variables evaluadas.

**Introducción:** Las pruebas de resistencia en Musáceas tienen como objetivo caracterizar los diferentes genotipos involucrados en esquemas de mejoramiento genético para poder así encontrar materiales promisorios en la búsqueda de resistencia a plagas y enfermedades. Dentro de estas plagas, la presencia de nematodos fitoparásitos es una limitante seria a nivel mundial. La metodología descrita en la literatura (Speijer y DeWaele, 1997) define el inóculo a utilizar como el proveniente de cultivo *in vitro* desarrollado en rodajas de zanahoria (O'Bannon, 1968). En los esquemas de evaluación de la FHIA, se ha venido utilizando con éxito este tipo de inóculo, a pesar de existir la ocurrencia ocasional de diversos tipos de contaminación (Moody, 1973) y la ausencia de un control estricto de las temperaturas de incubación (Lownsbery *et al.*, 1967). En ocasiones, se ha tenido que recurrir a inóculo de nematodos provenientes directamente de raíces de banano y/o plátano infestadas. Las evaluaciones basadas en uno u otro tipo de inoculación son realizables, teniéndose sin embargo el riesgo de introducir un factor ajeno al inherente a la virulencia natural del nematodo como es la adaptación al medio en el caso de los nematodos de zanahoria o de la posible pérdida de agresividad, o de influencias ambientales que hayan cambiado el mismo grado de agresividad y tasa de reproducción, en el caso de los nematodos provenientes de raíces infestadas. Högger (1969) no reporta diferencias en la infectividad en papa de *P. penetrans* en el campo, al evaluar inóculo

proveniente de raíces de arveja comparado con inóculo desarrollado *in vitro* en tejidos de alfalfa. El presente estudio tiene por objetivo el determinar el efecto de dos fuentes de inóculo, al ser utilizadas en pruebas de resistencia de Musáceas a nematodos y así definir las posibles diferencias en agresividad y tasa de reproducción que pudiesen existir entre estas dos poblaciones de distinto origen.

**Materiales y Métodos:** El ensayo se condujo en ambiente de casa de sombra del Departamento de Protección Vegetal de FHIA (La Lima, Cortés). El material experimental consistió de plantas provenientes de cultivo de tejidos del Laboratorio de Biotecnología de la FHIA. Los genotipos evaluados fueron los siguientes: FHIA-02, FHIA-03, FHIA-17 y FHIA-20. Las plantas se trasplantaron a macetas de 2.5 litros de capacidad y se utilizó un sustrato compuesto por una mezcla de suelo, arena y cascarilla de arroz (3:2:1) esterilizada al vapor. Las macetas se colocaron posteriormente en mesas de madera dentro de la casa de sombra, para ser inoculadas.

### ***Inoculación***

Después de tres semanas de la siembra, las plantas se inocularon con una suspensión en agua de *P. coffeae* a razón de 1,200 nematodos por planta, con 3 ml de suspensión por planta, en el caso del inóculo generado *in vitro* en rodajas de zanahoria. El inóculo se distribuyó en tres agujeros de tres centímetros de profundidad distribuidos equidistantemente a una separación de 6 centímetros de la base de la planta. En el caso del inóculo proveniente de raíces infestadas, estas se sometieron a un proceso de extracción en el laboratorio, para conocer la concentración por gramo de raíz con que provenía el inóculo del campo y así poder ajustar, en base a peso, las cantidades de nematodos necesarias para realizar la inoculación (1,200 nematodos por planta). Posteriormente, las raíces infestadas se seccionaron en fragmentos de aproximadamente 1 cm de longitud, para luego ser depositados en la misma manera que el inóculo de suspensión. La inoculación se realizó depositando una cantidad de 1.49 g de raíces infestadas por planta.

### ***Diseño experimental y datos a tomar***

Las plantas fueron arregladas en un arreglo factorial en bloques completos al azar con 8 repeticiones, donde los dos factores lo constituían las fuentes de inóculo y el otro factor los genotipos involucrados. Después de 15 semanas de permanecer en casa de sombra, se procedió a extraer las plantas íntegras, con el objetivo de evaluar su resistencia/tolerancia a través de los siguientes parámetros y al método descrito por Speijer y DeWaele (1997): Porcentaje de raíces muertas (en base a peso); porcentaje de necrosis de raíces (0 a 100% de necrosis lineal); porcentaje de bases de raíces con lesiones en el cormo; y poblaciones de nematodos por gramo de raíces funcionales y por planta (en base a una muestra de raíces de 10 gramos o menos, según disponibilidad). Además de los datos de daño se tomó a su vez biomasa recuperada: peso de parte aérea (tallo y follaje); peso de raíces; peso de cormos y peso total, resultante este último de la suma de los tres anteriores. Los datos se analizaron a través del análisis de varianza y se realizó una separación de medias por la Prueba de Comparación de Medias de Tukey ( $p=0.05$ ).

**Resultados y Discusión:** Los resultados del presente ensayo muestran diferencias significativas ( $p=0.05$ ) en la variable número de *P. coffeae* por gramo de raíz y porcentaje de raíz muerta, tanto

para el factor genotipo como para el factor fuente de inóculo (cuadro 1). FHIA-17 mostró los valores más bajos de infección y de poblaciones de nematodos en comparación al resto de los genotipos. FHIA-02 resultó con promedio de población similares al FHIA-17. En el renglón de fuente de inóculo, la fuente proveniente de zanahoria mostró más agresividad, tanto en reproducción como en el parámetro de porcentaje de raíz muerta al resultar con poblaciones que casi doblaban en cantidad a aquellas que provenían de raíces infestadas. Esto, aunque no ha sido comprobado, podría deberse al tipo de ambiente en que los individuos de zanahoria se han desarrollado; esto es libres de factores ambientales negativos como depredadores, cambios bruscos de temperatura y humedad, o carencia en algún momento de alimento apropiado. Todos estos factores negativos pudieron influenciar las poblaciones silvestres y mermar en cierta medida su poder de reproducción y virulencia.

En los parámetros de biomasa o peso (cuadro 2), las diferencias entre genotipos fueron claras. Lo anterior, tal vez debido más a la naturaleza intrínseca de cada genotipo que a las diferencias en el tipo de inóculo, pues ninguna de las dos fuentes de inóculo mostró diferencias significativas para ninguno de los parámetros de biomasa. La tendencia de los datos muestra una clara superioridad de peso en aquellas plantas que fueron inoculadas con nematodos provenientes de raíces infestadas, dando idea de la mayor disminución en biomasa que provocaron las poblaciones de nematodos *in vitro*. FHIA-17 mostró los valores más altos para todas las variables de peso, siendo FHIA-02 el genotipo con valores de peso más bajos; este genotipo promedió un tercio del peso total del promedio mostrado por FHIA-17.

Cuando los genotipos inoculados fueron comparados con las plantas que se mantuvieron libres de inóculo (testigos), los resultados (cuadro 3) mostraron que tanto la fuente de inóculo proveniente de raíces como la proveniente de cultivo de zanahoria provocan una disminución de la biomasa (peso) de las plantas. Se encontraron diferencias significativas ( $p= 0.05$ ) entre inoculación y no inoculación para las variables 'peso de parte aérea', 'peso de parte subterránea' y 'peso total'. Para la parte aérea de la planta (seudotallo y follaje) el inóculo de raíces provocó un 19.7% de reducción de peso, mientras que el inóculo de zanahoria provocó un 30.3% de reducción. La parte subterránea, compuesta de cormo y raíces, se redujo en un 16.5% cuando fue expuesta a inóculo de raíces y en un 26.8% cuando se expuso a inóculo de zanahoria. Para el peso total, producto de la suma de las dos variables anteriores, el inóculo de raíces provocó un 19.1% de reducción en biomasa, mientras que el inóculo de zanahoria redujo en un 29.8% el peso total en relación al testigo no inoculado. Se observa que la mayor reducción de peso en relación a las plantas sin nematodos se obtiene cuando la inoculación se realiza con nematodos provenientes de zanahoria; esto concuerda con el hecho que la mayor agresividad mostrada por estos últimos es evidente cuando se evalúan los parámetros de daño a raíces y cormos y cuando se cuantifican poblaciones promedio por gramo de raíces y por planta.

Cuadro 1. Valores medios de población de *Pratylenchus coffeae* (*P.c.*) y daño calificado en raíces de vitroplantas de cuatro genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra y expuestas a dos fuentes de inóculo. FHIA, La Lima, Cortés, 1999<sup>1</sup>

Factor	Individuos de <i>P.c.</i> por g de raíz	Individuos de <i>P.c.</i> por planta	% de raíz muerta	% de necrosis de raíces	% de bases con lesiones
<u>Genotipo</u>					
FHIA-03	2121 a	9160 a	33.8 a	31.4 a	5.7 a
FHIA-20	2085 a	7121 a	50.3 a	21.5 a	11.9 a
FHIA-02	1912 ab	5912 a	35.2 a	25.9 a	6.1 a
FHIA-17	968 b	6260 a	8.8 b	29.1 a	4.6 a
<u>Fuente de inóculo</u>					
Zanahoria	2168 a	8943 a	42.90 a	29.10 a	7.90 a
Raíces	1366 b	5713 a	20.70 b	25.90 a	5.90 a
Media General	1723	7155	31.80	27.40	6.80
C.V.%	10.10	22.40	40.20	38.90	120.70
C.M.E.	0.53	3.45	3.96	3.65	3.87

<sup>1</sup> Promedios de 8 repeticiones. Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Prueba de Comparación de Medias de Tukey,  $p = 0.05$ ). Para análisis estadísticos, las poblaciones de nematodos fueron transformados a  $\log(x + 1)$  y los porcentajes fueron transformados a raíz cuadrada. Se muestran los valores reales.

Cuadro 2. Valores medios de biomasa recuperada de cuatro genotipos de *Musa* expuestos a dos fuentes de inóculo de *Pratylenchus coffeae* (P.c.). FHIA, La Lima, Cortés, 1999.<sup>1</sup>

Factor	Peso de parte aérea (g)	Peso de raíces (g)	Peso de cormos (g)	Peso total (g)
<u>Genotipo</u>				
FHIA-17	51.1 a	6.3 a	4.8 a	62.2 a
FHIA-03	37.3 b	4.2 b	4.1 a	45.9 b
FHIA-20	27.3 bc	2.9 b	2.7 b	33.0 bc
FHIA-02	18.7 c	2.8 b	2.1 b	23.6 c
<u>Fuente de inóculo</u>				
Raíces	36.3 a	4.40 a	3.70 a	44.4 a
Zanahoria	31.0 a	3.70 a	3.20 a	38.0 a
Media General	34.1	4.1	3.5	41.7
C.V.%	35.9	46.0	40.1	36.2
C.M.E.	150.6	3.5	1.9	228.8

<sup>1</sup> Promedios de 8 repeticiones. Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Prueba de Comparación de Medias de Tukey, p = 0.05).

Cuadro 3. Promedio de poblaciones de dos fuentes de inóculo del nematodo *Pratylenchus coffeae* en cuatro genotipos de *Musa* y biomasa recuperada en comparación a plantas sin inoculación. FHIA, La Lima, 1999.<sup>1</sup>

Parámetro	Fuente de inóculo	Valores medios	
		Cantidad	Variación relativa (%) <sup>2</sup>
<u>Poblaciones de nematodos</u>			
Por gramo de raíz	Raíces	1366 a	
	Zanahoria	2168 b	+59
Por planta	Raíces	5713 a	
	Zanahoria	8943 a	+57
-----			
			Variación relativa (%) <sup>3</sup>
<u>Peso de planta (g)</u>			
Parte aérea	Sin inocular	45.2 a	
	Raíces	36.3 b	-19.7
	Zanahoria	31.5 b	-30.3
Parte subterránea	Sin inocular	9.7 a	
	Raíces	8.1 ab	-16.5
	Zanahoria	7.1 b	-26.8
Total	Sin inocular	54.9 a	
	Raíces	44.4 b	-19.1
	Zanahoria	38.6 b	-29.8

<sup>1</sup> Promedios de 8 repeticiones. Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Prueba de Comparación de Medias de Tukey,  $p = 0.05$ ). Para análisis estadísticos, las poblaciones de nematodos fueron transformadas  $\log(x + 1)$  y los porcentajes fueron transformados a raíz cuadrada. Se muestran los valores reales.

<sup>2</sup> Los valores representan la diferencia positiva, en porcentaje, de poblaciones de *P. coffeae* proveniente de zanahoria en relación a *P. coffeae* proveniente de raíces infestadas.

<sup>3</sup> Los valores representan la diferencia negativa, en porcentaje, de biomasa de cada una de las dos fuentes de inóculo en comparación a plantas sin inocular.

El presente ensayo demuestra la mayor agresividad del inóculo generado en rodajas de zanahoria en relación al extraído directamente de raíces infestadas. El número de individuos por gramo de raíz fue casi el doble en el inóculo *in vitro*. Cuando se realizaron comparaciones en relación a plantas sin inoculación, los porcentajes de reducción de biomasa oscilaron entre el 16 y el 30%, siendo los porcentajes de reducción mayores en las plantas inoculadas con nematodos *in vitro*. Probables factores ambientales negativos pueden influenciar la disminución de la agresividad del inóculo de raíces. Los resultados favorecen la utilización del inóculo de zanahoria en pruebas de resistencia de musáceas al ataque de nematodos, pues la agresividad mayor de estas poblaciones somete a una presión de virulencia alta a los genotipos a evaluarse, pudiéndose esperar que al someterse a la presión del inóculo natural de campo, este será menos agresivo que el probado a nivel *in vitro*. Aunque la utilización de inóculo proveniente de raíces infestadas es factible, se concluye que la utilización de nematodos *in vitro* resulta más eficiente en términos de reproducción en los genotipos evaluados, así como en la uniformidad de las poblaciones; se reduce el riesgo de involucrar posibles diferencias en virulencia o preferencia de hospedante, las cuales pudieran existir cuando las fuentes de raíces infestadas provengan de regiones o genotipos diferentes. La conducción de ensayos futuros utilizando fuentes de inóculo provenientes de zanahoria y de raíces pero utilizando una misma forma de inoculación (solución en agua), permitirá reconocer aún con más precisión las diferencias en agresividad, adaptación y tasa de reproducción que pudiese existir entre estas dos fuentes.

**Conclusiones:** El inóculo de *P. coffeae in vitro* causó un mayor daño y resultó en poblaciones de nematodos mayores en todos los híbridos de *Musa* evaluados en condiciones de casa de sombra en comparación con el inóculo proveniente de raíces infestadas del campo; por lo tanto el uso del inóculo *in vitro* provee mayor efectividad y confiabilidad al utilizarlo en ensayos de resistencia a nematodos en Musáceas.

Las poblaciones de *P. coffeae* a niveles de 1,200 nematodos por planta produjeron daño y pérdida de biomasa (peso) cuando se compararon con plantas sin inoculación en todos los híbridos evaluados.

#### **Literatura Citada:**

- Högger, C.H. 1969. Comparison of penetration of potato roots by *Pratylenchus penetrans* grown in tissue cultures and from field populations. *Journal of Nematology*. 1:10. (Abstr.).
- Lownsbery, B.F., C.S. Huang y R.N. Johnson. 1967. Tissue culture and maintenance of root-lesion nematode, *Pratylenchus vulnus*. *Nematologica*. 13: 390-394.
- Moody, E.H., B.F. Lownsbery y J.M. Ahmed. 1973. Culture of root-lesion nematode *Pratylenchus vulnus* on carrot discs. *Journal of Nematology*. 5:3, pp 225-226.
- O'Bannon, J. 1968. Migratory endoparasitic nematodes reared on carrot discs. *Phytopathology* 58:385.
- 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.

## **Determinación exploratoria de la reacción de los Musáceas híbridos FHIA-01, FHIA-02, FHIA-03, FHIA-17, FHIA-18, FHIA-21 y FHIA-25 al ataque del nematodo *Pratylenchus coffeae* bajo condiciones de casa de sombra**

Luis F. Durán  
*Protección Vegetal*

**Resumen:** Se estudió de una manera preliminar, la reacción del híbrido de banano de cocción FHIA-25 al ataque del nematodo lesionador *Pratylenchus coffeae*. Este híbrido fue desarrollado por el Programa de Banano y Plátano de FHIA como una alternativa para los bananos de cocción actuales y el cual presenta características atractivas tanto de rendimiento, tolerancia al estrés ambiental y resistencia a la Sigatoka Negra. Estas características incrementan su potencial de uso en zonas donde la ausencia de alimentos es un problema serio y limitante. Siendo los nematodos una plaga común en musáceas, es de importancia conocer la reacción del mencionado híbrido al ataque de estos organismos. Se evaluó la reacción de 9 genotipos al ataque de *P. coffeae*, utilizando como referencia al genotipo resistente Yangambi Km5, y como referencia susceptible al híbrido FHIA-21. Se inoculó con 2,000 individuos por planta y se estableció un diseño de bloques al azar con 5 repeticiones, excepto para FHIA-25 que se replicó 4 veces por carencia de material disponible para el ensayo. Después de 16 semanas de permanecer en casa de sombra, se procedió a extraer las plantas enteras para la evaluación de resistencia y tolerancia en base a conteos de población de nematodos en las raíces y determinaciones de sanidad de cormo y raíces. Se encontraron diferencias significativas ( $p= 0.05$ ) solamente en uno de los 5 parámetros de evaluación utilizados (porcentaje de bases de raíces con lesiones), presentando los híbridos FHIA-17 y FHIA-25 los promedios más bajos de infección de bases de raíces en comparación a los híbridos FHIA-18, FHIA-03, FHIA-02 y FHIA-21. En las demás variables, aunque no existieron diferencias significativas, FHIA-25 mostró los promedios más bajos de infección y población de nematodos. Se espera repetir el presente ensayo, utilizando una cantidad mayor de repeticiones, con el objetivo de establecer más claramente y en forma definitiva la reacción de este promisorio híbrido al ataque de los nematodos.

**Introducción:** La carencia de alimentos es un problema serio a nivel mundial, mermado en algunas zonas con el cultivo de musáceas, las cuales representan algunas veces la única fuente segura de alimento a través de todo el año. En muchas ocasiones estos cultivos son susceptibles a enfermedades y plagas propias de la zona y de la variedad que se encuentra cultivada, reduciendo así el potencial de rendimiento que se posee en ausencia de dichas plagas y enfermedades. Entre estas enfermedades se encuentra la Sigatoka Negra, para la cual existen algunas variedades opcionales desarrolladas a través de muchos años en los diferentes programas de mejoramiento genético de banano y plátano que existen a nivel mundial. Recientemente en 1997, se seleccionó en el Programa de Banano y Plátano de la FHIA una planta, FHIA-25, con características de alta resistencia a Sigatoka Negra, buena calidad de racimo, tolerancia al estrés ambiental y fruta con sabor agradable en estado maduro-

verde. Estas características convirtieron a FHIA-25 en una opción potencial a ser utilizada en aquellas zonas arriba mencionadas donde la carencia de alimentos es un grave problema y donde la utilización de productos químicos en contra del ataque de plagas y enfermedades no es una práctica factible. La presencia de nematodos fitopatógenos es una seria limitante para la producción de muchos cultivos, entre los cuales se encuentran los bananos y plátanos; esta limitante es una razón para la cual la única opción aceptable y lógica sea la utilización de variedades e híbridos con características de buen rendimiento, sabor y resistencia a las principales plagas y enfermedades que atacan estos cultivos.

**Materiales y Métodos:** El ensayo se condujo en ambiente de casa de sombra del Departamento de Protección Vegetal de FHIA (La Lima, Cortés). El material experimental consistió de plantas provenientes de cultivo de tejidos del Laboratorio de Biotecnología de la FHIA, excepto el material utilizado para FHIA-25, el cual provino del laboratorio de cultivo de tejidos del Programa Banano y Plátano de la FHIA con sede en Las Guarumas, Cortés. Los genotipos evaluados fueron los siguientes: FHIA-01, FHIA-02, FHIA-03, FHIA-17, FHIA-18, FHIA-21, FHIA-25, Gros Michel y Yangambi Km5. Las plantas se transplantaron a macetas de 2.5 litros de capacidad, y se utilizó un sustrato compuesto por una mezcla de suelo: arena: cascarilla de arroz (3:2:1) esterilizada al vapor. Las macetas se colocaron posteriormente en mesas de madera dentro de la casa de sombra para ser inoculadas.

### ***Inoculación***

Después de tres semanas de la siembra, las plantas se inocularon con una suspensión en agua de *P. coffeae* a razón de 2,000 nematodos por planta. El inóculo utilizado se generó en el laboratorio de la Sección de Nematología de la FHIA a través de la metodología descrita por O'Bannon (1968). La población original provino de la finca de plátano de la FHIA en CEDEP, Calán, Cortés. El inóculo se distribuyó en tres agujeros de tres centímetros de profundidad distribuidos equidistantemente a una separación de 6 centímetros de la base de la planta.

### ***Diseño experimental y datos a tomar***

Las plantas fueron arregladas en un diseño de bloques completos al azar con 5 repeticiones, a excepción de FHIA-25, que se replicó 4 veces por carencia de material disponible. Después de 16 semanas de permanecer en casa de sombra, se procedió a extraer las plantas íntegras con el objetivo de evaluar su resistencia/tolerancia a través de los siguientes parámetros y al método descrito por Speijer y DeWaele (1997): porcentaje de raíces muertas (en base a peso); porcentaje de necrosis de raíces (0 a 100% de necrosis lineal); porcentaje de bases de raíces con lesiones en el cormo; y poblaciones de nematodos por gramo de raíces funcionales y por planta ( en base a una muestra de raíces de 10 gramos o menos, según disponibilidad). Los datos se analizaron a través del análisis de varianza y se realizó una separación de medias por la Prueba de Rango Múltiple de Duncan ( $p=0.05$ ).

**Resultados y discusión:** Había diferencias significativas ( $p=0.05$ ) solamente en el dato 'porcentaje de bases de raíces con lesiones en el cormo' (cuadro 1), mostrando a FHIA-25 y FHIA-17 con un porcentaje más bajo de infección en relación a los híbridos FHIA-02, FHIA-03, FHIA-18 y FHIA-

21. FHIA-25 resultó con 1.6 % de bases con lesiones en comparación a FHIA-21 con 38.5%, el porcentaje más alto de todos. Aunque no se presentaron diferencias significativas al 5% en los demás parámetros, se puede observar que FHIA-03 posee un 14% de necrosis de raíz en tanto FHIA-25 posee 1.2%. En el parámetro ‘número de individuos por gramo de raíz’, FHIA-25 mostró el valor más bajo con 116, siendo el más alto FHIA-21 con 731. Estos valores muestran la tendencia de FHIA-25 a la resistencia a *P. coffeae*.

Cuadro 1. Poblaciones de *Pratylenchus coffeae* (P.c.) en raíces y daño causado en vitroplantas de genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra. FHIA, La Lima, 1999.<sup>1</sup>

Genotipo	% de bases con lesión	% de raíz muerta	% de necrosis de raíz	Individuos de P.c. por planta	Individuos de P.c. por g de raíces
FHIA-21	38.5 a	1.0 a	10.0 a	14826 a	731 a
FHIA-02	35.2 ab	11.3 a	5.0 a	8310 a	437 a
FHIA-03	26.5 ab	7.8 a	14.0 a	7813 a	675 a
FHIA-18	20.1 abc	3.0 a	7.6 a	12250 a	534 a
FHIA-01	14.1 bcd	0.0 a	9.2 a	6390 a	374 a
Yangambi	10.8 bcd	2.5 a	7.6 a	6903 a	598 a
Gros Michel	8.6 cd	0.0 a	8.6 a	5128 a	405 a
FHIA-25	3.0 d	0.0 a	1.2 a	6477 a	116 a
FHIA-17	1.6 d	0.0 a	5.2 a	3953 a	171 a
Media General	17.6	2.9	7.6	8005	449
C.V. (%)	52.6	191.5	67	30.1	31.7
C.M.E.	3.29	2.09	2.31	5.36	2.62

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

**Conclusiones:** Se observaron características de resistencia notables en los híbridos FHIA-17 y FHIA-25, pudiéndose asumir una tendencia positiva en cuanto a su utilización en lugares donde las poblaciones de *P. coffeae* sean elevadas; estos híbridos presentaron reacciones positivas al nematodo en comparación a los demás híbridos involucrados en el ensayo; sin embargo, y debido al reducido número de repeticiones, es conveniente considerar el hecho de replicar el presente ensayo con un número más elevado de repeticiones para corroborar la reacción de estos híbridos con un nivel de confiabilidad más alto.

**Literatura Citada:**

O'Bannon, J. 1968. Migratory endoparasitic nematodes reared on carrot discs. *Phytopathology* 58:385.

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.

## **Efecto de los nematicidas Furadan, Nema-cur, Trimat y Sincocin AG (producto biológico) en el control del nematodo *Pratylenchus coffeae* en el plátano híbrido FHIA-20**

Luis F. Durán

*Protección Vegetal*

**Resumen:** Se determinó el efecto de la aplicación del nematicida-fungicida biológico Sincocin AG en plantas de FHIA-20 inoculadas artificialmente con el nematodo *Pratylenchus coffeae* bajo condiciones de casa de sombra, comparando con nematicidas de origen sintético y un supresor de nematodos de origen orgánico. La aplicación de Nema-cur 10G a dosis de 1.5 gramos de i.a. por planta representó el mayor control de *P. coffeae*, tanto en las variables de biomasa, como en parámetros de daño y población de nematodos. Furadan 10G en dosis de 1.5 gramos de i.a. por planta, redujo las poblaciones de nematodos en menor grado que el Nema-cur, obteniéndose con aquel al final del ensayo, promedios más bajos que el Trimat y el Sincocin AG, con los cuales no se logró una reducción de poblaciones de nematodos y mostraron los promedios más bajos de biomasa recuperada y mayor daño en raíces y cormos junto con el testigo sin aplicación.

**Introducción:** La presencia de nematodos fitoparásitos representa una importante limitante en la producción de musáceas a nivel mundial (Davide, 1996). Para mermar los efectos negativos de estos microorganismos existen una variedad de métodos de control, entre los cuales se encuentra el químico. Este método, cuando es aplicado en una manera apropiada y sistemática, resulta efectivo. Entre los nematicidas que más frecuentemente se utilizan en el banano y plátano se encuentran los del grupo de los organofosforados y los carbamatos (Cepeda, 1996; Whitehead, 1998). En los cultivos perennes, como es el caso de las musáceas, la aplicación de nematicidas donde los nematodos son problemáticos, debe realizarse varias veces al año, con el fin de evitar la reproducción de esta plaga y con eso causar las pérdidas en rendimiento. Este hecho hace inalcanzable para los productores de escasos recursos llegar a realizar un control aceptable sin incurrir en costos elevados.

La alternativa al uso de nematicidas químicos, la constituyen el uso de variedades resistentes y /o el uso de nematicidas orgánicos-biológicos, los cuales sean más amigables al ambiente y a la salud humana, así como más económicos para su implementación. Debido que a la fecha no se cuenta en nuestro medio con una variedad comercial de plátano que presente resistencia total o parcial a los nematodos, el presente ensayo tiene como objetivo la evaluación del nematicida-fungicida biológico sistémico Sincocin AG, el cual es derivado de extractos de las plantas *Quercus falcata*, *Opuntia lindheimari*, *Rhus aromatica* y *Rhizophora mangle* (Syltie, 1987) para el control del nematodo lesionador *Pratylenchus coffeae* en el híbrido de plátano FHIA-20 en condiciones de casa de sombra.

**Materiales y Métodos:** El ensayo se desarrolló en casa de sombra abierta del Departamento de Protección Vegetal de FHIA. Se utilizó como material experimental vitroplantas del híbrido de plátano FHIA-20, el cual a través de 4 años de estudio en FHIA se ha determinado como altamente susceptible a *P. coffeae*. Las plantas fueron transplantadas a macetas con capacidad de 2.5 litros en un sustrato compuesto por suelo, arena, cascarilla de arroz (3:2:1) esterilizado al vapor. Se colocaron las macetas en mesas dentro de la casa de sombra.

### **Inoculación**

El mismo día de la siembra en macetas las plantas fueron inoculadas con una solución de nematodos provenientes de cultivo de zanahoria *in vitro* por el método de O'Bannon, 1968, a razón de 2,000 nematodos disueltos en 1.89 ml de agua por planta. La solución se distribuyó equitativamente con una pipeta de precisión en tres agujeros de 2 cm de profundidad los cuales se encontraban a 5 cm de la base de cada planta, para posteriormente ser tapados con suelo.

### **Aplicación de tratamientos**

Quince días después de la siembra e inoculación se aplicaron los tratamientos (cuadro 1), utilizando el 50% de la dosis media comercial por planta para todos los tratamientos, a excepción del testigo sin aplicación. El Sincocin AG es un nematicida-fungicida biológico sistémico desarrollado por Appropriate Technology de Dallas, EE.UU. y cuyo ingrediente activo es el extracto de origen vegetal compuesto por *Quercus falcata*, *Opuntia lindheimeri*, *Rhus aromatica*, y *Rhizophoria mangle*. Este producto ha sido evaluado contra los nematodos *Radopholus similis* y *Meloidogyne incognita* en banano con buenos resultados (Syltie, 1987).

Cuadro 1. Tratamientos evaluados para el control de *Pratylenchus coffeae* en FHIA-20 bajo condiciones de casa de sombra. La Lima, 1999.

Tratamiento	Gramos de i.a/planta	Dosis de producto comercial/planta	Tipo de acción	Ingrediente activo
1-Trimat	? <sup>1</sup>	1.5 ml	Supresor de nematodos	Extractos de origen animal, vegetal y mineral
2-Sincocin AG	2.24 x 10 <sup>-3</sup>	0.4 ml	Nematicida-fungicida biológico sistémico	Extractos de origen vegetal
3-Furadan 10G	1.5	15 g	Nematicida-insecticida sintético	Carbofuran (carbamato)
4-Nemacur 10G	1.5	15 g	Nematicida sintético	Fenamifos (organofosforado)
5-Testigo sin aplicación	-----	-----	-----	-----

<sup>1</sup> la etiqueta no menciona la concentración del ingrediente activo

### ***Especificaciones experimentales y datos a tomar***

Los tratamientos fueron arreglados en un diseño en bloques completos al azar con 5 tratamientos y 10 repeticiones. Quince semanas después de la inoculación, las plantas fueron extraídas de las macetas para evaluar biomasa, daño y poblaciones de nematodos en las raíces. El daño se evaluó mediante el método de Speijer y De Waele, 1997: porcentaje de raíces muertas (en base a peso); porcentaje de necrosis de raíces (0-100% de necrosis lineal); porcentaje de bases de raíces con lesiones; y poblaciones de nematodos por gramo de raíz procesada y por planta. Los parámetros de biomasa evaluados fueron: peso de parte aérea; peso de raíces; peso de cormos; y peso total. Los datos se analizaron utilizando el análisis de varianza de acuerdo al modelo estadístico y se realizó una comparación de medias por la prueba de rango múltiple de Duncan ( $p=0.05$ ).

**Resultados y Discusión:** La actividad del Nema-cur 10G en contra de los nematodos resultó bastante efectiva en comparación al resto de los tratamientos, pues en todos los parámetros de evaluación, resultó con una menor población de nematodos (cuadro 2) y promedió un mayor peso o biomasa de las plantas tratadas (cuadro 3). Se observaron diferencias significativas entre Nema-cur 10G y todos los tratamientos restantes en los parámetros ‘individuos de *P. coffeae* por gramo de raíz’ y ‘por planta’, ‘porcentaje de necrosis de raíces’ y ‘porcentaje de raíces muertas’. Sincocin AG fue diferente del testigo sin aplicación solamente en porcentaje de raíces muertas con 31.8 y 57% respectivamente. Furadan 10G resultó diferente del testigo sin aplicación para los parámetros ‘porcentaje de raíces muertas’ y ‘porcentaje de bases con lesiones’. Trimat, aunque presentó promedios más altos de poblaciones de nematodos, resultó con promedios de peso mayores que Sincocin AG, aunque no diferentes significativamente. Nema-cur presentó un promedio de cero bases de raíces con lesiones, lo que supone un control efectivo de los nematodos antes de que éstos fueran capaces de llegar a las bases de las raíces en su movimiento endoparasítico. También ofreció un control casi total de la necrosis de raíces al promediar 1.1% en relación a 18.2% de necrosis que promedió Sincocin AG. El parámetro de peso total indica que el mejor tratamiento en promedio de biomasa fue el Nema-cur, con un promedio de 99.6 gramos por planta, mientras que el más bajo resultó el Sincocin AG con un promedio de 52.8 gramos, siendo esta diferencia significativamente diferente ( $p=0.05$ ).

Cuadro 2. Población de nematodos promedio en las raíces y daño ocasionado en vitroplantas de FHIA-20 infestadas con el nematodo lesionador *Pratylenchus coffeae* y sometidas a cuatro tratamientos de nematicidas.<sup>1</sup>

Tratamiento	Nematodos por g de raíces	Nematodos por planta	% de necrosis de raíces	% de raíces muertas	% de bases con lesiones
Nemacur 10G	55 a	780 a	1.1 a	4.9 a	0.0 a
Furadan 10G	1565 b	22409 b	12.9 b	10.1 a	31.0 b
Sincocin AG	2474 b	20966 b	18.2 b	31.8 b	80.4 c
Trimat	3251 b	28352 b	16.0 b	46.9 bc	94.4 c
Testigo	3673 b	30167 b	17.6 b	57.0 c	96.6 c
Media general	2204	20535	13.2	30.2	60.3
C.V. (%)	14.8	17.5	31.2	50.9	24.9
C.M.E.	0.958	2.343	0.961	4.681	2.557

<sup>1</sup> Promedio de 10 repeticiones. Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, (p = 0.05)). Para análisis estadísticos, las poblaciones de nematodos fueron transformadas a log (x + 1) y los porcentajes fueron transformados a raíz cuadrada. Se muestran los valores reales.

Cuadro 3. Valores medios de biomasa recuperada en vitroplantas de FHIA-20 infestadas con el nematodo lesionador *Pratylenchus coffeae* y sometidas a cuatro tratamientos de nematicidas.<sup>1</sup>

Tratamiento	Peso de rizoma (g)	Peso de hojas (g)	Peso de raíces (g)	Peso Total (g)
Nemacur 10G	8.7 a	75.0 a	15.9 a	99.6 a
Furadan 10G	7.1 ab	58.6 ab	13.0 ab	78.7 ab
Trimat	6.9 ab	50.4 b	8.6 b	65.9 b
Sincocin AG	5.8 b	38.7 b	8.3 b	52.8 b
Testigo	5.8 b	41.4 b	8.0 b	55.2 b
Media General	6.9	53.1	10.9	70.9
C.V. (%)	28	37.2	56.7	37.9
C.M.E.	3.694	391.0	37.94	719.7

<sup>1</sup> Promedio de 10 repeticiones. Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Prueba de Rango Múltiple de Duncan, (p = 0.05)).

La aplicación de Sincocin AG no resultó en una disminución de las poblaciones de nematodos ni del daño causado por los mismos, comparando con el testigo sin aplicación. Los parámetros de peso muestran promedios más bajos para Sincocin AG que para el testigo, aunque no a nivel de significancia diferente ( $p=0.05$ ). Furadan 10G solo superó a los nematicidas biológicos y al testigo en % de raíces muertas, siendo igual estadísticamente para todos los demás parámetros de daño y de biomasa. El mejor tratamiento fue Nema-cur 10G, el cual promedió estadísticamente superior cuando se comparó con los demás tratamientos en los parámetros de daño, resultando igual a Furadan solamente en % de raíces muertas. Para las variables de peso, Nema-cur 10G obtuvo promedios superiores estadísticamente a los nematicidas biológicos y al testigo; no mostró diferencias con Furadan 10G en estas variables y resultó igual estadísticamente a Trimat en el parámetro de peso de cormos. Se concluye que la aplicación de los nematicidas biológicos Trimat y Sincocin AG no provocan una disminución significativa de las poblaciones de nematodos, reflejándose esto en un daño igual al comparar con plantas a las cuales no se les aplicó nada. La biomasa recuperada al final del ensayo demuestra que la disminución del peso provocada por el ataque de *P. coffeae* fue igual estadísticamente que aquella mostrada por plantas tratadas con Sincocin AG, Trimat y Furadan 10G. Se pretende continuar las evaluaciones de nematicidas biológicos y orgánicos en aquellos genotipos de banano y plátano de consumo local y exportable, utilizando diferentes concentraciones de nematodos inoculados.

**Conclusiones:** Sincocin AG no logró controlar las poblaciones de nematodos en FHIA-20 y obtuvo valores de biomasa recuperada similares al testigo sin aplicación.

Los promedios de población de nematodos para Nema-cur 10G fueron más bajos que para Trimat, Sincocin AG y el testigo; así también los promedios de biomasa recuperada fueron superiores para Nema-cur 10G en comparación al resto de los tratamientos

#### **Literatura citada:**

- Cepeda S., M. 1996. Nematología Agrícola. UAAAN. Editorial Trillas, México.
- 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.
- O'Bannon, J. 1968. Migratory endoparasitic nematodes reared on carrot discs. *Phytopathology* 58:385.
- 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.
- Syltje, P.W. 1987. Como trabaja Agrispon y Sincocin AG. Appropriate Technology Ltd. Dallas, Texas, U.S.A.
- Whitehead, A.G., 1998. Plant Nematode Control. CAB International, Wallingford, Oxford, U.K.

## **PROYECTO REHABILITACION DEL SECTOR PLATANERO POR EMERGENCIA**

Con financiamiento de la Agencia de los Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID), se inició en noviembre de 1998 el proyecto de rehabilitación del sector platanero cuyo objetivo general fue proporcionar material de siembra a los productores de plátanos para reactivar las fincas dañadas por la tormenta “Mitch”.

Las metas de este proyecto fueron:

- Producir un millón de plantas de plátano para sembrar aproximadamente 625 ha al término del primer año del proyecto. Para cumplir con esta meta se programó la siembra de 40 ha de semillero.
- Capacitar en el uso de las técnicas de multiplicación rápida de cormos de plátano a los productores involucrados en la siembra de semilleros.

Durante el período de diciembre/98 a diciembre/99, se distribuyeron 234,112 cormos de banano y plátano, lográndose sembrar con estos cormos 21.9 ha de semillero y 111.3 ha de finca para producción de fruta (cuadro 1). El 80% de los cormos distribuidos se entregaron a los productores beneficiarios bajo los términos siguientes:

- El productor pagará a FHIA la mitad del precio que cada cormo tiene en el mercado nacional y regional.
- El pago lo hará al momento de la cosecha de cormos si sembró semillero ó a la cosecha de fruta si los destinó para este fin.

Con el total de cormos distribuidos se beneficiaron a nivel nacional casi 4,000 familias.

No se cumplió con la siembra de 40 ha de semillero, ya que a solicitud de la fábrica procesadora de plátano INALMA parte de los cormos que al inicio estaban destinados para la siembra de semilleros se utilizaron en la siembra de 59 ha de plátano cuerno beneficiándose así 6 productores del Valle de Sula que abastecen de fruta a dicha fábrica. Esta solicitud se atendió ya que con la escasez de fruta en el país las procesadoras se vieron obligadas a importar fruta de Nicaragua, Guatemala y Costa Rica, lo cual elevó los costos de producción en el procesamiento de plátano.

En el Valle de Sula y zona noroccidental de Honduras se distribuyeron 182,289 cormos de banano y plátano, beneficiando alrededor de 40 productores independientes, 3 cooperativas, 6 comunidades garífunas y 1 proyecto de desarrollo (Proyecto Tulián); en la zona centro sur se distribuyeron 15,253 cormos entre 9 productores independientes; a La Mosquitia se enviaron 36,520 cormos distribuyéndose en 30 comunidades para la siembra de lotes comunales.

La capacitación sobre el uso de las técnicas de multiplicación rápida de cormos de plátano se hizo entre noviembre/98 y mayo/99, capacitándose un total de 447 productores; asistieron 363 hombres y 84 mujeres representantes de 11 cooperativas campesinas, 3 comunidades garífunas del Valle de Sula, productores del Valle de Guayape, Olancho y aproximadamente 20 comunidades de La Mosquitia (cuadro 2).

De los semilleros establecidos se estima producir medio millón de cormos en el período enero-julio del 2000.

Cuadro 1. Flujo de Cormos de Banano y Plátano Dic/98 – Dic/99

Variedad	Cantidad	Propósito (ha)	
		Semillero <sup>1</sup>	Para fruta <sup>2</sup>
FHIA-01	3,200	0.6	1.3
FHIA-03	9,051	1.6	3.2
FHIA-18	3,500	0.7	1.1
FHIA-20	12,213	1.9	4.6
FHIA-21	49,787	6.1	21.5
CUERNO	156,361	11.0	79.6
<b>TOTAL</b>	<b>234,112</b>	<b>21.9</b>	<b>111.3</b>

<sup>1</sup> Densidad de Siembra 2,500 planta/ha

<sup>2</sup> Densidad de Siembra 1,600 planta/ha

Cuadro 2. Charlas de capacitación sobre el uso de las técnicas de “Multiplicación rápida de cormos de plátano” (Nov/98 - Mayo/99)

Fecha	Lugar	Productores Capacitados	Sexo		Responsables
			M	F	
30/11/98	Campo Mercedes, La Lima, Cortés (Coop. Montevideo)	20	16	4	Julio Coto Jorge Rivera
02/12/98	Campo Mercedes, La Lima, Cortés (6 Cooperativas)	10	10		Julio Coto Jorge Dueñas Jorge Rivera
9-11/12/98	Juticalpa, Olancho (Prod. Guayape)	10	10		Julio Coto Jorge Dueñas
16-22/02/99	La Mosquita (10 comunidades)	353	282	71	Julio Coto Jorge Rivera
16/3/99	Travesía, Cortés (3 comunidades)	14	6	8	Julio Coto Jorge Dueñas
14/4/99	Campo Las Flores, El Progreso (4 cooperativas)	18	18		Julio Coto Jorge Rivera
20/5/99	Cortesito, Omoa, Cortés (Emp. Asoc. Santo Tomás)	22	21	1	Julio Coto Jorge Rivera
	<b>Total</b>	<b>447</b>	<b>363</b>	<b>843</b>	