



FUNDACIÓN HONDUREÑA DE INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

## Programa de Banano y Plátano



### Informe Técnico 2000

Enero de 2001

La Lima, Cortés

Honduras, C.A.

# **PROGRAMA DE BANANO Y PLÁTANO**

## **INFORME TÉCNICO 2000**

**La Lima, Cortés**

**Honduras, C.A.**

**Enero 2001**

## CONTENIDO

	<b>Página</b>
Informe de mejoramiento de banano y plátano.....	1
Mejoramiento de bananos de postre .....	1
Mejoramiento de bananos de cocción .....	3
Mejoramiento de plátanos .....	5
Determinación de la reacción del híbrido triploide FHIA-25 al ataque de los nematodos <i>Pratylenchus coffeae</i> y <i>Radopholus similis</i> bajo condiciones de casa de sombra .....	10
Micropropagación de las variedades de plátano FHIA-20 ( <i>Musa</i> AAAB), FHIA-21 ( <i>Musa</i> AAAB) y plátano Falso Cuerno ( <i>Musa</i> AAB) en diferentes concentraciones de 6-bencilaminopurina (BAP) .....	16
Trabajos de procesamiento con los plátanos híbridos tetraploides FHIA-20 y FHIA-21 .....	20

## INFORME DE MEJORAMIENTO DE BANANO Y PLÁTANO

Phillip R. Rowe

*Programa de Banano y Plátano*

**Introducción:** La rehabilitación de parcelas continúa en la finca experimental CEDEG de la FHIA después de la destrucción del sistema de irrigación por Mitch. Dos secciones ya tienen aspersores de irrigación instalados y una de estas secciones ha sido resembrada.

Este año se amplió la distribución de plantas de los híbridos mejorados. Se enviaron plántulas del banano de cocción FHIA-25 y de los bananos de postre FHIA-17 y FHIA-23 a Haití. Asimismo, se llevaron varios híbridos a la conferencia de la Organización para la Educación Concerniente al Hambre (ECHO, siglas en Inglés de la Educational Concerns for Hunger Organization), para ser repartidos entre las personas que trabajan para aliviar el hambre alrededor del mundo. Adicionalmente a las plantas de cultivo de tejido enviadas a otros países, se enviaron más de 7000 cormos de plátano FHIA-20 a la “World Relief Organization” en Nicaragua. Esta organización tiene personal muy capacitado y fondos para la multiplicación y distribución de este productivo plátano, resistente a la Sigatoka negra.

El Dr. Jairo Castaño en Colombia nos ha informado que el plátano FHIA-20 es tres veces más productivo que el tradicional Dominico Hartón en la región cafetalera de ese país. En información recibida de Tanzania y Uganda se reportó que FHIA-17 se está desarrollando muy bien en esos países y que existe una enorme demanda de plantas entre los agricultores.

Probablemente, el evento más significativo este año fue la aprobación de un proyecto con el Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA) en Nigeria, para pruebas con el banano de cocción FHIA-25. Este proyecto es financiado por la Agencia Interamericana de Desarrollo (USAID) y se anticipan resultados excepcionales de este financiamiento. FHIA-25 parece ser la planta necesaria para resolver los problemas de hambre, como resultado de la devastación de los plátanos en África Occidental por la Sigatoka negra.

Además del tremendo valor de FHIA-25 como un nuevo banano de cocción resistente a las enfermedades, también es útil como línea parental hembra en polinizaciones cruzadas. Ciertamente, éste es escasamente el segundo triploide con semilla viable desarrollado, el cual ahora está disponible para ser utilizado como línea parental en los esquemas de fitomejoramiento. Mientras que los triploides naturales que producen semillas, como Highgate y el plátano Francés, utilizados en los esquemas de cruzamiento, son susceptibles a enfermedades, FHIA-25 es el primer triploide resistente a Sigatoka negra que puede ser utilizado fijamente como la línea parental hembra en el desarrollo de híbridos tipo comercial resistentes a enfermedades.

### Mejoramiento de bananos de postre

El programa de mejoramiento realmente inició con el propósito de mejorar un banano de exportación resistente a enfermedades. Este sigue siendo un objetivo principal, pero singularmente, ésta es el área donde el programa aún no ha tenido éxito. Sin embargo, el desarrollo de bananos de postre resistentes a enfermedades para consumo doméstico (local) ha sido un éxito algo dramático, especialmente para ciertas áreas del mundo donde los bananos de postre no eran fácilmente disponibles anteriormente.

Este año, informes desde Uganda han confirmado que la demanda por el banano de postre FHIA-17 es tremenda. Lo mismo es cierto en Tanzania. Los bananos de cocción son el alimento

básico en las alturas de África Oriental, y FHIA-17 también fue reportado como de buena textura y sabor al ser degustado en forma verde cocido. Un racimo excepcional de FHIA-17 en Tanzania se muestra en la figura 1. Esta fotografía fue enviada por el Dr. Rony Swennen de la Universidad Católica en Leuven, Bélgica. El Dr. Swennen es responsable del proyecto financiado por el gobierno de Bélgica para la evaluación de varios híbridos en ese país africano.



**Fig. 1.** Un racimo del banano de postre FHIA-17 de 92 kg en las alturas de Tanzania. Este híbrido ha proporcionado un banano de postre resistente a enfermedades para África Oriental, donde los bananos de postre no eran fácilmente disponibles anteriormente. También es calificado muy aceptable en degustación como fruta verde cocida en esta área del mundo, donde los bananos de cocción son el alimento básico.

FHIA-17 es un tetraploide derivado del cruce Highgate x SH-3362. Es considerado muy alto (comparado con Grand Nain) para ser cultivado como banano de exportación. Sin embargo, ya es sabido que algunos híbridos triploides derivados de cruces de diploides sobre tetraploides con parentaje de Highgate tienen la altura de planta deseada del Grand Nain. Este año se sembraron un total de 1100 plantas tetraploides de FHIA-17, FHIA-23 y SH-3450 en la rehabilitada Sección 38 del Centro Experimental Demostrativo de Guaruma (CEDEG) en La Lima, para su subsecuente polinización con diploides mejorados.

El banano triploide de cocción FHIA-25 tiene la altura de planta enana, resistencia a Sigatoka negra y la productividad deseada en un banano de exportación. La fruta madura de este triploide, aunque no es aceptable como banano de postre por su sabor simple, es similar a la de los bananos. Afortunadamente, FHIA-25 produce semillas cuando es polinizado y esta fecundidad de semilla permite que sea utilizado como línea parental hembra en polinizaciones cruzadas. (No

tiene polen, por lo que la formación de semillas no es problema en FHIA-25 cuando es cultivado como banano de cocción en ausencia de otras fuentes de polen).

Actualmente, el FHIA-25 se está usando de dos maneras para evaluar su utilidad como línea parental en el mejoramiento de bananos de postre resistentes a enfermedades. La primera es cruzando diploides sobre FHIA-25 para producir híbridos tetraploides. Este año, 28 híbridos derivados de semilla producida en 12 racimos del cruce FHIA-25 x SH-3362 se transplantaron al campo para evaluación subsecuente.

La segunda manera es el cruzamiento de los bananos de postre tetraploides FHIA-17 y FHIA-23 sobre FHIA-25. Usualmente se esperaría de tales cruces  $3x \times 4x$  un resultado inservible de híbridos pentaploides, pero estos cruces son valederos porque FHIA-25 tiene un clon ABB en su pedigrí. Siendo que es sabido que algunos clones ABB producen progenies diploides, triploides y tetraploides cuando son polinizados con diploides, se anticipa que FHIA-25 pudiese también exhibir esta característica genética. Si es así, entonces es de esperarse que la polinización de FHIA-25 con polen de tetraploides resulte en algunos híbridos triploides y tetraploides.

El primer tetraploide cruzado sobre FHIA-25 fue el plátano FHIA-21. El objetivo es intentar combinar el enanismo, el vigor y la resistencia a Sigatoka del FHIA-25 con la excelente calidad de fruta de FHIA-21. Seis plántulas de este cruce  $3x \times 4x$  actualmente están creciendo en tubos de ensayo después de germinación por cultivo de embrión. Estas plántulas son vigorosas y tienen un desarrollo radicular normal, indicativo de que son triploides o tetraploides.

Los resultados de la utilización del polen de un plátano tetraploide significan que resultados similares pueden esperarse del cruce de los bananos de postre tetraploides sobre FHIA-25. Varios racimos de FHIA-25 están siendo actualmente polinizados con FHIA-17 y FHIA-23, intentando combinar las excelentes cualidades de FHIA-25 con el sabor de Gros Michel de estos dos bananos de postre.

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

En términos de lo que pudiese significar en aliviar los problemas de la escasez alimenticia para millones de personas que se alimentan con bananos y plátanos verdes cocidos, FHIA-25, resistente a Sigatoka negra, es el logro más significativo del Programa de Mejoramiento. Ciertamente, es singularmente la mejor planta para resolver los problemas de hambre de las más de 800 millones de personas que no tienen suficiente suministro alimenticio, especialmente siendo que es adecuado para ser cultivado en huertas familiares. Adicionalmente a su vigor y altos niveles de resistencia a Sigatoka negra, FHIA-25 es muy productivo. Este año un racimo de FHIA-25 de 74.0 kg fue cosechado en la finca de Galiltec en Honduras, donde las plantas son cultivadas bajo prácticas agronómicas tipo comercial. Dicho racimo se muestra en la figura 2.

La fruta verde cocida de FHIA-25 ha sido calificada como superior al plátano verde cocido por los consumidores en Honduras. Por consiguiente, se espera que la fruta de FHIA-25 tenga la misma aceptación en todos aquellos lugares donde el plátano verde cocido es (o fue) un alimento básico. En vista del aparente valor de este banano de cocción para África, se anticipa que el nuevo proyecto financiado por USAID para evaluar FHIA-25 en Nigeria conduzca, subsecuente-mente, a una amplia distribución de este banano de cocción a través de África Occidental y Central.



**Fig. 2.** Un racimo de 74.0 kg del banano de cocción FHIA-25 resistente a la Sigatoka negra. Esta productiva planta resistente a enfermedades ofrece una solución para la escasez alimenticia causada por la devastación de los plátanos por la Sigatoka negra, especialmente en África.

Como se menciona en la sección sobre el mejoramiento de bananos de postre, FHIA-25 no solamente es ideal como banano de cocción, también puede ser utilizado como línea parental hembra de semilla fecunda en continuas polinizaciones cruzadas. El principal objetivo en hacer cruzamientos sobre FHIA-25 es mejorar el sabor de la fruta madura en subsecuentes híbridos de bananos de cocción. Al mismo tiempo, otro objetivo es desarrollar híbridos con un color de pulpa de un amarillo más pronunciado. Los bananos de cocción de las alturas de África Oriental tienen pulpa de color amarillo, por lo que un híbrido con la pulpa de este color tendría fácil aceptación entre los consumidores en esa área del mundo. Adicionalmente, el color amarillo es indicativo de un mayor contenido vitamínico, por lo que un banano con este color de pulpa probablemente sería más nutritivo.

La manera lógica de obtener una pulpa de color amarillo en los híbridos con parentaje de FHIA-25 es utilizando polen de una línea parental con este deseado color de pulpa. El plátano FHIA-21 tiene este color y este año dos racimos de FHIA-25 fueron polinizados con FHIA-21. Las seis plantas obtenidas de este cruce, germinadas en cultivo de embrión, tienen un desarrollo normal de raíces y tallo, pero falta que ver cual será el color de pulpa de estos híbridos.

Inicialmente, el objetivo de hacer estos cruces de FHIA-25 x FHIA-21 fue con la intención de desarrollar un plátano con la calidad de planta de FHIA-25 y la calidad de fruta de FHIA-21. Sin embargo, es aparente ahora que un banano híbrido de cocción con la calidad de fruta de FHIA-25 y la pulpa amarilla de FHIA-21 sería una planta muy valiosa, especialmente para África Oriental donde el banano de cocción es el alimento básico de 20 millones de personas.

Varios cientos de plantas de FHIA-25 se sembrarán en las parcelas del CEDEG durante el año 2001, para aumentar significativamente el número de racimos polinizados.

### **Mejoramiento de plátanos**

Considerando que las actividades de mejoramiento de plátano en el Programa de la FHIA siempre han sido limitadas, los resultados han sido dramáticos. Dos plátanos híbridos, FHIA-20 y FHIA-21, han sido evaluados en varios países y algunas conclusiones pueden hacerse de dichas evaluaciones. Estas conclusiones son aplicables tanto a los productos procesados como a la fruta fresca.

Las tajaditas fritas y empacadas (para bocadillos) de FHIA-21 fueron calificadas como mejor que las de plátano Cuerno por los consumidores en México y Venezuela, en pruebas de degustación realizadas por una gran compañía transnacional. En pruebas de degustación realizadas por esta misma compañía en Colombia y República Dominicana, no hubo diferencia en preferencia entre las tajaditas de FHIA-21 y las de plátano Falso Cuerno. Las tajaditas de FHIA-20 no fueron incluidas en dichas pruebas. Sin embargo, esta compañía posteriormente preparó tajaditas de FHIA-20 y todos los que las probaron calificaron su gusto y textura como excelente.

Se han comparado tajaditas congeladas de FHIA-20 verde con las de Falso Cuerno en una fábrica de San Pedro Sula, Honduras. El color de ambas fue prácticamente idéntico en estado congelado y después de ser descongeladas y fritas. Sin embargo, después de ser fritas, las tajaditas de FHIA-20 eran más crocantes y de preferencia por el grupo de personas quienes las degustaron y compararon con las tajaditas de Falso Cuerno preparadas al mismo tiempo.

La aceptabilidad y el atractivo cuando fritas, de estas tajaditas, congeladas convencionalmente, pudiesen ser indicativo del éxito probable en un mercado nuevo para un producto procesado de plátano, el cual podría crear una enorme demanda de plátano para la exportación. Esta demanda podría surgir al ofrecerse tajaditas de plátano como alternativa a las papas fritas en los restaurantes de comida rápida.

Las tajaditas fritas de fruta verde fresca de FHIA-20 y FHIA-21 son consideradas más sabrosas que las papas fritas por muchos consumidores. El secreto a la utilización actual de papas fritas congeladas para ponerlas directamente en el aceite de cocina fue el proceso de Congelamiento Rápido Individual, o "Individual Quick Frozen (IQF) Process". La textura de las papas congeladas es dañada por el proceso convencional de congelamiento gradual, pero el congelamiento casi instantáneo mediante el proceso "IQF" eliminó este problema. Posiblemente, el proceso "IQF" podría utilizarse en la preparación de tajaditas de FHIA-20 y FHIA-21. A la brevedad se realizarán pruebas en unas instalaciones con "IQF" para evaluaciones preliminares.



La posibilidad de un mercado ilimitado para tajaditas de plátano en restaurantes de comida rápida (los europeos, especialmente, tienen aprecio de los productos del trópico) fue mencionada en el informe del año pasado, pero amerita repetirlo aquí nuevamente. Ciertamente, esta podría ser una solución práctica y efectiva a los problemas económicos y sociales asociados con la sobre oferta de bananos en los mercados de exportación. Las áreas actualmente cultivadas con bananos podrían reducirse y la tierra utilizada para la producción de plátano para dicho mercado. La demanda de tajaditas de plátano por nuevos consumidores, quienes todavía no las han comparado con las papas fritas, es aún desconocida; sin embargo, es concebible que la demanda sería mucho mayor que la oferta por muchos años.

Adicionalmente a su potencial en productos de plátano procesado, FHIA-20 y FHIA-21 ofrecen alternativas para la producción de fruta fresca, con mucha más productividad y resistencia a la Sigatoka negra que el Falso Cuerno, el cual es susceptible a las enfermedades. La superioridad de FHIA-20 es ilustrada gráficamente en el informe del Dr. Jairo Castaño sobre ensayos con este plátano híbrido en Colombia. La figura 3 muestra una fotografía del informe del Dr. Castaño comparando el tamaño relativo de racimo entre FHIA-20 y el tradicional Dominico Hartón (equivalente al plátano Falso Cuerno en Honduras).



Figura 2. Características de racimos. A. FHIA-20, con desmane (cinco manos), según recomendación del Dr. Phill Rowe. B. Dominico hartón, normal.

**Fig. 3.** Comparación del tamaño de racimo relativo entre el plátano híbrido FHIA-20, resistente a Sigatoka negra, y el susceptible plátano Dominico Hartón (el cual es casi idéntico al plátano Falso Cuerno en Honduras) en la región cafetera de Colombia. Esta foto fue tomada del informe por el Dr. Jairo Castaño sobre el comportamiento sobresaliente de FHIA-20 en las altas elevaciones de Colombia, donde se cultivan más de 140 000 hectáreas del plátano Dominico Hartón.

Hace solamente 25 años, el mejoramiento genético de los plátanos era ampliamente considerado algo imposible de lograr. Ciertamente, los logros significativos que resultaron en el desarrollo de FHIA-20 fueron algo dramáticos. Ahora bien, para ilustrar el valor potencial de FHIA-20 únicamente para Colombia, es importante repetir las conclusiones del informe del Dr. Castaño acerca de la comparación entre FHIA-20 y el plátano tradicional Dominic Hartón. Estas conclusiones fueron:

- 1) “Bajo las condiciones agroecológicas de la zona central cafetera del país, el híbrido FHIA-20 expresó su característica de resistencia genética a las Sigatokas negra y amarilla e incluso superó el potencial de rendimiento reportado por el Dr. Phil Rowe, quien lo desarrolló mediante técnicas convencionales de mejoramiento.”
- 2) “A pesar de que el plátano Dominic Hartón es la cultivariedad tradicional en la zona cafetera central, su alta susceptibilidad a las Sigatokas, y por consiguiente su bajo rendimiento, pone en alto riesgo la sostenibilidad del cultivo para la región y el país, razón por la cual es indispensable continuar el fomento de la siembra de un cultivar altamente productivo como el híbrido FHIA-20.”  
(Nota: El consumo anual de plátanos per capita para las más de 30 millones de personas en Colombia es de 68 kg).
- 3) “El cultivo del plátano FHIA-20 elimina la necesidad de aplicar fungicidas para el control de Sigatoka, razón por la cual permite el desarrollo de sistemas de producción ecológicamente compatibles con el ambiente.”

Este año más de 7000 cormos de FHIA-20 fueron suministrados a la “World Relief Organization” en Nicaragua. Ellos planean utilizar aproximadamente la mitad de las plantas para producción y la otra mitad para la multiplicación rápida de cormos. “World Relief” tiene técnicos muy capaces y financiamiento adecuado para expandir rápidamente las áreas sembradas con FHIA-20. Ciertamente, se anticipa que varios miles de hectáreas de este plátano híbrido serán sembradas en Nicaragua en pocos años.

En evaluaciones adicionales de FHIA-20 este año, Leonel Castillo (con Winrock International en un proyecto financiado por USAID) estableció ensayos con este híbrido en el Perú. El informó que el comportamiento fue muy bueno y mucho más productivo que el plátano Falso Cuerno (conocido como Bellaco en el Perú). Los consumidores rápidamente aceptaron la fruta, tanto verde como madura. Es un hecho que FHIA-20 es considerado más vigoroso que FHIA-21 bajo condiciones peruanas. Ahora es aparente que FHIA-20 podría ser una alternativa y un cultivo efectivo para los agricultores en los esfuerzos por eliminar el cultivo de coca.

El Dr. George Wilson en Jamaica también informó que FHIA-20 se comportó bien y fue aceptado rápidamente por los consumidores en ese país.

El nuevo proyecto para evaluar FHIA-25 en Nigeria también incluye la evaluación de FHIA-20. Partiendo de los informes anteriores sobre el sobresaliente comportamiento y la aceptación de este productivo plátano, resistente a la Sigatoka negra, se anticipa que lo mismo será cierto en Nigeria.

## Conclusiones:

- Los híbridos FHIA-17, FHIA-20 y FHIA-25 han sido enfatizados en este informe, debido al tremendo potencial demostrado este año por estos híbridos resistentes a enfermedades, altamente productivos de tipo comercial. El informe ha sido escrito con los donantes en mente, especialmente siendo que demuestra conclusivamente el impacto eminente de estos híbridos mejorados de banano, plátano y banano de cocción para innumerable millones de personas. Estas personas en los trópicos a nivel mundial están sufriendo tanto de pérdidas económicas severas como de limitaciones alimenticias, debido a la devastación de sus variedades naturales tradicionales por la Sigatoka negra. La única solución a este problema es desarrollar híbridos resistentes.
- En los objetivos de mejoramiento actuales, las polinizaciones cruzadas este año fueron limitadas, siendo que la mayoría de los bloques de polinización se transplantaron a la rehabilitada Sección 38. Una actividad que se sumará a los esquemas de cruzamientos en esta sección rehabilitada es el cruzamiento de  $2x \times 4x$  para el mejoramiento de bananos de tipo exportación, enanos, resistentes a enfermedades. Los diploides producen más semillas que los tetraploides, por lo que este cruce recíproco será utilizado adicionalmente al esquema  $4x \times 2x$ , el cual continuará. Ya es conocido que algunos de los triploides producidos por estos esquemas de cruzamiento tienen la altura de planta enana como la de Grand Nain, aunque tanto las líneas parentales diploides como las tetraploides son más altas que dicho clon comercial Cavendish.
- El compromiso de USAID de financiar el proyecto con IITA para evaluar FHIA-20 y FHIA-25 en Nigeria es, sin lugar a dudas, el evento singular más importante este año relacionado con el Programa de Mejoramiento. El suministro alimenticio inadecuado es un serio problema en África Occidental y Central, especialmente siendo que no había una producción de alimento suficiente en algunos de estos países del sub-Sahara, aún desde antes que la epidemia de Sigatoka devastara sus plátanos. En vista de la aceptación y preferencia de FHIA-25 verde cocido sobre el plátano por consumidores en Honduras, se anticipa que este banano de cocción será una variedad preferida en África cuando la fruta sea preparada de esta manera.
- Una precaución debe ser enfatizada desde el comienzo de este proyecto en Nigeria. Esta es en relación al hecho que el triploide FHIA-25 podría tener semillas si plantas tetraploides que producen polen son cultivadas algo cerca. FHIA-20 y todos los plátanos tetraploides conocidos producen polen, por lo que se debe tener el cuidado de quitar inmediatamente los ápices florales masculinos de cualquier plátano híbrido cultivado en la misma parcela con FHIA-25. El plátano tradicional Falso Cuerno no produce polen y el mismo FHIA-25 tampoco produce polen. Por consiguiente, no habría problema de semillas en la fruta de FHIA-25 si es cultivado cerca de Falso Cuerno o si es cultivado en parcelas como cultivo único. El banano de exportación triploide Gros Michel tenía esta misma característica de producir semillas cuando había plantas que producen polen cerca de las plantaciones. Sin embargo, tomando las mismas precauciones recomendadas en este informe para FHIA-25, el Gros Michel fue cultivado con éxito como un banano sin semilla.

- Se anticipa que los resultados de este proyecto financiado por USAID atraerá apoyo adicional de los donantes, para promover la distribución de FHIA-20 y FHIA-25 en otros países de África Occidental y Central. Ciertamente, estos dos híbridos resistentes a la Sigatoka negra parecen ser, justamente, lo que se necesita para reestablecer la producción confiable de alimento para las 70 millones de personas quienes han sido adversamente afectadas por la devastación de sus plátanos por esta enfermedad.

## **Determinación de la reacción del híbrido triploide FHIA-25 al ataque de los nematodos *Pratylenchus coffeae* y *Radopholus similis* bajo condiciones de casa de sombra.**

Luis F. Durán, Armando Cruz  
*Protección Vegetal*

**Resumen:** Se estudió la reacción del híbrido de banano de cocción FHIA-25 al ataque de los nematodos *Pratylenchus coffeae* y *Radopholus similis*. 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, en dos ensayos por separado, la reacción de FHIA-25 al ataque de *P. coffeae* y *R. similis*, utilizando como referencia resistente al genotipo Yangambi Km5 y como referencia susceptible a la variedad de banano Gran Enano. Se incluyó además, para el ensayo de *R. similis*, al híbrido FHIA-21 y al plátano comercial Cuerno. Se estableció un diseño de bloques al azar con 20 y 15 repeticiones para *P. coffeae* y *R. similis*, respectivamente. Después de 15 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 y determinaciones de sanidad en las raíces. También se evaluaron parámetros de biomasa. Se encontraron diferencias significativas ( $p= 0.05$ ) en todas las variables analizadas. FHIA-25 y Yangambi Km5 mostraron los promedios de población de nematodos, infección y daño a raíces más bajos, a excepción de los valores de biomasa, en los cuales FHIA-25 superó a todos los genotipos involucrados en las pruebas con ambos géneros de nematodos, incluyendo a Yangambi Km5 en la prueba con *P. coffeae*. Los resultados presentes, son consistentes con los de pruebas anteriores, lo cual refuerza la clasificación de FHIA-25 como resistente a *P. coffeae* y muestran una tendencia marcada, a ser confirmada con pruebas posteriores, a la resistencia a *R. similis*.

**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 práctica 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:**

Los ensayos se condujeron 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-25, Yangambi Km5 como referencia resistente, y Gran Enano como referencia susceptible. Además, en el ensayo con *R. similis* se incluyó FHIA-21 y Cuerno. 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 dos semanas de la siembra, las plantas se inocularon con una suspensión en agua de *R. similis* a razón de 1500 nematodos por planta. Para el ensayo con *P. coffeae*, se utilizó inóculo proveniente de raíces infestadas de los cables 13, 14 y 77 de la finca de Omonita, Tela RRCo, Cortés, a razón de 3500 nematodos por planta, con el propósito de someter a un nivel de inóculo alto al híbrido FHIA-25, el cual en pruebas anteriores con niveles de inóculo de *P. coffeae* menores tuvo una buena respuesta. El inóculo de *R. similis* 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 de *R. similis* provino de la finca Santa Rosa, Tela RRCo, Cortés. El inóculo para ambos ensayos 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 15 y 20 repeticiones para *R. similis* y *P. coffeae*, respectivamente. 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 según el método descrito por Speijer y DeWaele (1997): Porcentaje de raíces con necrosis y funcionales, index de raíces (0 a 100% de necrosis lineal), número de raíces sanas y con necrosis, porcentaje de raíces con necrosis 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). Se registraron y analizaron también las variables de biomasa siguientes: peso de hojas, peso de cormos, peso y número de raíces totales y funcionales. Los datos se analizaron a través del análisis de varianza y se realizó una separación de medias por la prueba de Tukey ( $p= 0.05$ ).

## Resultados y discusión

### Reacción a *P. coffeae*:

La reacción mostrada a *P. coffeae* por parte de FHIA-25 es consistente con resultados del año 1999, donde este híbrido mostró buena respuesta ante las inoculaciones con 2000 nematodos por planta. En el ensayo presente, las inoculaciones con 3500 nematodos por planta mostraron a FHIA-25 con promedios bajos de nematodos por gramo de raíz y por planta (624 y 1674, respectivamente), similares estadísticamente a los promedios de Yangambi Km 5 (555 y 1321), el cual es catalogado como altamente resistente a *P. coffeae*. Gran Enano mostró los promedios de reproducción de nematodos más altos con 1088 individuos de *P. coffeae* por gramo de raíz y 4242 individuos por planta, lo que significa un aumento de reproducción conforme a la cantidad original depositada por planta, que fue de 3500. En cuanto al daño evaluado en las raíces, FHIA-25 y Yangambi Km5 tuvieron promedios de índice de necrosis de 13.6 y 11.6%, respectivamente, mientras que Gran Enano promedió 23.8%, siendo este promedio diferente significativamente ( $p=0.05$ ) que los mostrados por FHIA-25 y Yangambi Km5 (cuadro 1).

Los valores de biomasa recuperada (cuadro 2), muestran a FHIA-25 con promedios de peso de hojas, raíces funcionales y totales y peso de cormos superiores a Yangambi Km5 y a Gran Enano. Aunque la expresión de biomasa intrínseca de cada genotipo es innata, da una idea del potencial que posee FHIA-25 ante un ataque severo de *P. coffeae*. La reacción de FHIA-25 ante *P. coffeae* en casa de sombra hace suponer un comportamiento de resistencia expresada a nivel de reproducción de nematodos bajo y una sanidad de raíces consistente y marcadamente alta. El hecho de reaccionar en forma similar a un estándar de referencia de reacción conocida resistente como lo es Yangambi Km5, lo ubican promisoriamente como un material de uso potencial en lugares donde *P. coffeae* es un patógeno abundante y con una distribución uniforme.

**Cuadro 1.** Poblaciones de *Pratylenchus coffeae* (*P.c.*) en raíces, y daño causado en vitroplantas de tres genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra. FHIA, La Lima, 2000.<sup>1</sup>

Genotipo	<i>P.c.</i> por gramo	<i>P.c.</i> por planta	Raíces sanas	Raíces con necrosis	% índice necrosis	% raíces con necrosis	% raíces funcionales
Yangambi Km5	555 a	1321 a	0.9 b	4.25 a	13.6 a	82.5 a	86.7 a
FHIA-25	624 a	1674 a	3.3 a	5.28 a	11.6 a	62.8 a	84.7 a
Gran Enano	1088 b	4242 b	1.3 a	2.83 a	23.8 b	66.7 a	87.5 a
Media General	756	2412	1.83	4.53	16.3	70.5	86.3
CME	1.5	0.12	2.8	3.69	2.41	405.7	1061
CV (%)	28.6	15.8	76.3	42.4	61.3	28.6	37.9

<sup>1</sup> Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Prueba de Separación de Medias de Tukey,  $p=0.05$ ). 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 2.** Valores medios de biomasa recuperada en vitroplantas de tres genotipos de *Musa* infestadas con el nematodo lesionador *Pratylenchus coffeae* y mantenidas en casa de sombra. FHIA, La Lima, 2000.<sup>1</sup>

<b>Genotipo</b>	<b>Raíces totales</b>	<b>Peso raíces totales (g)</b>	<b>Raíces funcionales (g)</b>	<b>Peso raíces muertas (g)</b>	<b>Peso hojas (g)</b>	<b>Peso cormos (g)</b>
Yangambi Km5	5.2 b	0.86 b	0.72 b	0.16 a	6.45 b	1.45 b
FHIA-25	8.6 a	2.0 a	1.98 a	0.11 a	18.02 a	2.57 a
Gran Enano	4.2 b	0.34 b	0.3 b	0.04 a	4.56 b	0.92 b
Media General	6.7	1.31	1.23	0.11	11.24	1.83
CME	6.52	0.94	0.77	0.09	54.45	0.86
CV %	38.0	73.8	71.2	259.6	65.6	50.7

<sup>1</sup> Promedio de 20 repeticiones. Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Prueba de Separación de Medias de Tukey,  $p = 0.05$ ).

### **Reacción a *R.similis*:**

La reacción a *R. similis* por parte de FHIA-25 muestra promedios de reproducción de nematodos en la variable ‘nematodos por gramo de raíz’ similares a Yangambi Km5, y por debajo de los genotipos Cuerno, FHIA-21 y Gran Enano. Cuerno mostró los promedios más altos con 1835 *R. similis* por gramo, mientras que los promedios más bajos resultaron los de FHIA-25 y Yangambi Km5, con 299 y 272 respectivamente. En la variable ‘porcentaje de raíces con necrosis’ los genotipos con promedios más bajos fueron FHIA-25 y Yangambi Km5, cuyos promedios fueron significativamente diferentes que los de Gran Enano, FHIA-21 y Cuerno; este último promedió 59.3% de raíces con necrosis, comparado a 14.4% de FHIA-25 y 13.2% de Yangambi Km5 (cuadro 3). En las variables ‘número de raíces con necrosis y ‘porcentaje de raíces con necrosis’, aunque los promedios no mostraron diferencias significativas, estos siempre fueron más bajos para FHIA-25 y Yangambi Km5.

Los valores de biomasa (cuadro 4) muestran a FHIA-25 y Yangambi Km5 con valores más altos de peso de hojas y peso de cormos, aunque los promedios no difieren significativamente del resto de los genotipos. En la variable ‘peso de raíces funcionales’, los promedios más altos los mostraron FHIA-25 y Yangambi Km5, con 9.8 y 9.9 gramos respectivamente; estos promedios fueron diferentes con significancia ( $p=0.05$ ) de los promedios mostrados por Cuerno (6.6 gramos) y Gran Enano (5.7 gramos).

La tendencia de FHIA-25 en relación a la reacción a *R. similis* se considera hacia la resistencia, pues mostró valores similares en todas las variables a los de Yangambi Km5, el cual se ha catalogado como un genotipo de referencia altamente resistente a *R. similis*, y superó en la mayoría de las variables al resto de los genotipos estudiados. Sin embargo, siendo este un primer ensayo con este género de nematodo, es necesario replicar las pruebas en diferentes épocas del año y realizar pruebas a nivel de campo, incluyendo a *P. coffeae*, para caracterizar con más confiabilidad la reacción de este híbrido a ambos géneros de nematodos.



**Cuadro 3.** Poblaciones de *Radopholus similis* (*R. s.*) en raíces, y daño causado en vitroplantas de cinco genotipos de *Musa* mantenidas en casa de sombra. FHIA, La Lima, 2000.<sup>1</sup>

Genotipo	R.s. por gramo	R.s por planta	Raíces sanas	Raíces con necrosis	% índice necrosis	% raíces con necrosis	% raíces funcionales
Cuerno	1835 a	10937 a	5.6 a	7.1 a	12 a	59.3 a	92.7 a
FHIA-21	601 b	3841 b	10.2 ab	4.1 a	9.4 a	28.7 a	98.3 ab
Gran Enano	569 b	2514 b	11.0 ab	4.2 a	4.3 a	29.3 a	96.7 ab
FHIA-25	299 c	2748 b	13.3 b	2.3 a	3.7 a	14.4 b	99.5 b
Yangambi Km5	272 c	2665 b	13.6 b	2.4 a	3.0 a	13.2 b	99.0 b
Media General	715	4541	10.7	4.02	7.3	32.9	96.8
CME	1.97	0.06	25.07	13.76	3.06	7.29	0.06
CV %	25.2	12.9	49	86.5	85.4	54.1	2.5

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

**Cuadro 4.** Valores medios de biomasa recuperada en vitroplantas de cinco genotipos de *Musa* infestadas con el nematodo barrenador *Radopholus similis* y mantenidas en casa de sombra. FHIA, La Lima, 2000.<sup>1</sup>

Genotipo	Raíces totales	Peso raíces totales (g)	Peso raíces funcionales (g)	Peso raíces muertas (g)	Peso hojas (g)	Peso cormos (g)
Cuerno	12.7 a	7.1 ab	6.6 a	0.54 a	45.1 a	10.1 a
FHIA-21	14.4 ab	8.4 ab	8.2 ab	0.19 ab	38.0 a	6.2 a
Gran Enano	15.2 ab	5.8 a	5.7 a	0.16 ab	44.5 a	6.4 a
FHIA-25	15.5 b	9.9 b	9.8 b	0.03 b	56.8 a	9.1 a
Yangambi Km5	15.2 b	9.9 b	9.9 b	0.02 b	58.3 a	9.6 a
Media General	14.6	8.2	8.0	0.18	48.5	8.3
CME	8.51	14.43	14.28	0.18	356.4	10.63
CV %	20.1	47.7	48.8	202.6	39.2	40.9

<sup>1</sup> Promedio de 15 repeticiones. Valores con la misma letra no son estadísticamente diferentes (Prueba de Separación de Medias de Tukey,  $p = 0.05$ ).

## CONCLUSIONES

- El híbrido FHIA-25 mostró características de resistencia a *Radopholus similis*, superando significativamente a los genotipos FHIA-21, Gran Enano y Cuerno, en la mayoría de las variables de reproducción de nematodos y en las de biomasa (peso de hojas y cormos).
- Yangambi Km5, considerado como referencia altamente resistente a *R. similis*, mostró promedios similares a FHIA-25 en las variables de nematodos por gramo de raíz y por planta, y en las variables de biomasa.
- FHIA-25 mostró también una buena respuesta a *Pratylenchus coffeae*. En los parámetros de biomasa superó a los genotipos Gran Enano y Yangambi Km5.
- En las variables de reproducción de *P. coffeae*, FHIA-25 mostró promedios similares a Yangambi Km5, considerado una referencia altamente resistente a este nematodo. Gran Enano mostró su susceptibilidad al arrojar promedios superiores a ambos genotipos.
- Se deberá realizar las pruebas confirmatorias de la respuesta de FHIA-25 ante *P. coffeae* y *R. similis* a través de una serie de réplicas de los ensayos de casa de sombra y a nivel de campo, para determinar con mas precisión el grado de resistencia que posee.

### 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.

FHIA, 1999. Informe Técnico, Programa de Banano y Plátano. pp 33-36.

## **Micropropagación de las variedades de plátano FHIA-20 (*Musa* AAAB), FHIA-21 (*Musa* AAAB) y plátano Falso Cuerno (*Musa* AAB) en diferentes concentraciones de 6-bencilaminopurina (BAP).**

Julia Rivas

*Departamento de Biotecnología*

### **Introducción:**

Las variedades de plátano FHIA-20 y 21 fueron desarrolladas por el Dr. Phillip Rowe de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola en Honduras. Ambas variedades con características de plátano tipo “Francés” y con genoma o ploidía AAAB, son altamente resistentes a Sigatoka Negra (FHIA, 1993) y Mal de Panamá (FHIA, 1994) pero con susceptibilidad a los nematodos *Radopholus similis* y *Pratylenchus coffeae* (FHIA, 1998). El plátano Falso Cuerno con genoma o ploidía AAB, tiene una alta susceptibilidad a Sigatoka negra.

Al momento, no existe mucha información disponible sobre la concentración de BAP óptima para la multiplicación *in vitro* de plátanos tetraploides tales como FHIA-20 y FHIA-21. Por esta razón se decidió emprender un estudio con el objetivo de determinar la dosis adecuada de 6-bencilaminopurina para su reproducción. El plátano Falso Cuerno se utilizó como referencia del comportamiento *in vitro* de un genoma triploide (Sandoval *et al*, 1991).

### **Materiales y métodos:**

El trabajo se realizó en el Laboratorio de Biotecnología de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, ubicado en La Lima, Cortés.

Las variedades utilizadas fueron FHIA-20 (*Musa* AAAB), FHIA-21 (*Musa* AAAB) y plátano Falso Cuerno (*Musa* AAB). Las concentraciones de BAP fueron:

- 2 mg/l BAP en las 8 etapas de multiplicación *in vitro*
- 3 mg/l BAP en las 8 etapas de multiplicación *in vitro*
- 4 mg/l BAP en las 8 etapas de multiplicación *in vitro*
- Reductivo: 4 mg/l BAP en etapas I, II y II, 3 mg/l BAP en etapas IV, V y VI, y 2 mg/l BAP en etapas VII y VIII.

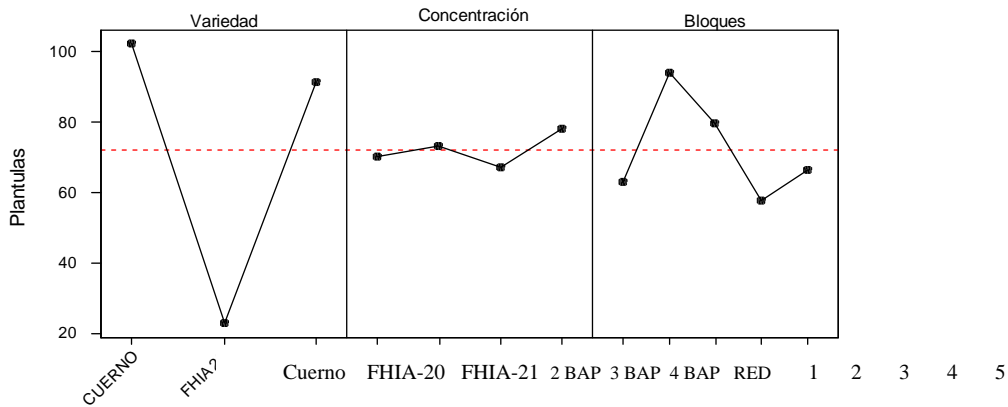
Los cormos se obtuvieron de los lotes experimentales del Centro Experimental Demostrativo CEDEP (Calán), seleccionando hijos con altura mayor a 30 cm de longitud. El proceso de desinfección se hizo de acuerdo a lo establecido en el laboratorio de FHIA. Los explantes (ápices) primero se colocaron por 7 días en un medio de peptona y levadura (265 mg/l y 88 mg/l, respectivamente), para eliminar contaminación por bacteria endógena y luego en medio de Iniciación por un período de 45 días (Etapa 0). Al pasar al medio de Iniciación, se hizo una limpieza leve de la base del ápice. Durante todo el proceso, el material fue mantenido a una temperatura de  $25 \pm 2$  °C, con una iluminación de  $55 \pm 2$   $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$  y con un fotoperíodo de 12 horas. Se realizaron 8 ciclos de multiplicación (Etapa I al VIII), cada ciclo de 21 días. (Hubieron varios atrasos en los 3 subcultivos finales). Se regeneraron plántulas en las últimas dos etapas de multiplicación y se contabilizó el número total de plántulas producidas por explante inicial; este

dato se analizó, realizando un análisis de varianza utilizando un modelo factorial con bloques al azar.

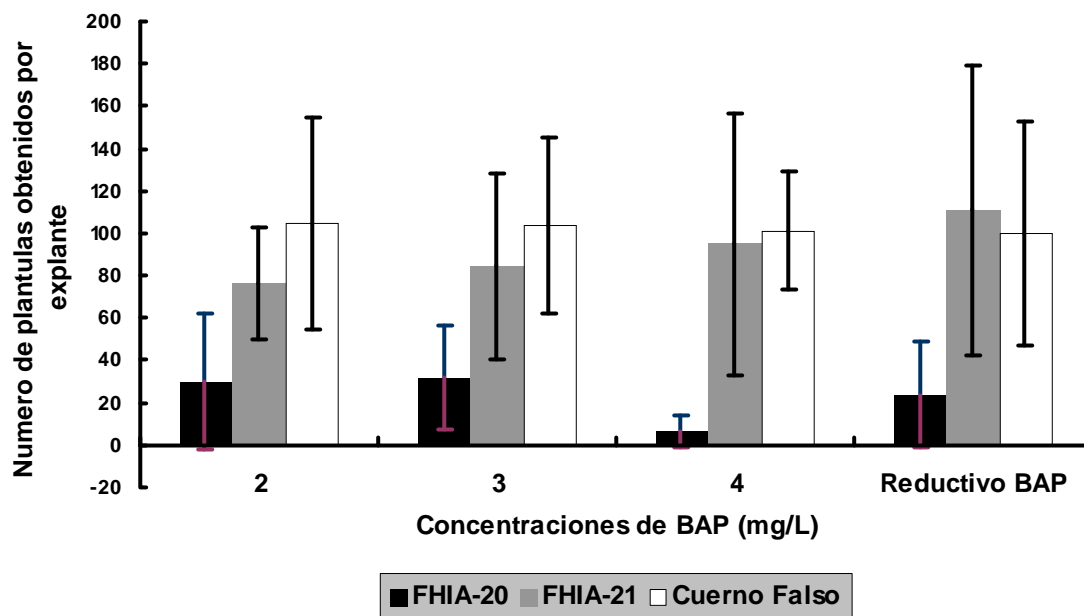
**Resultados:**

El análisis de varianza del diseño factorial mostró una diferencia altamente significativa ( $P=0.001$ ) en el número de plántulas producidas por variedad. El plátano FHIA-20 produjo el menor número de plántulas en comparación al plátano FHIA-21 y Falso Cuerno, produciendo éste último el mayor número (figuras 1 y 2). No hubo una diferencia significativa ( $P=0.904$ ) en el número de plántulas obtenidas por explante inicial, de acuerdo a la concentración de BAP utilizada (figura 1 y 2); sin embargo, la calidad de plántulas fue mucho mejor a medida que la concentración de BAP bajaba. Tampoco hubo una diferencia significativa ( $P=0.211$ ) entre bloques, por lo cual un próximo estudio puede organizarse de acuerdo a un diseño completamente al azar (figura 1).

Gráfico de los efectos principales - Promedio por el número de plántulas.



**Figura 1.** Comparación del efecto de variedad, concentración de BAP, y bloque.



**Figura 2.** El número de plántulas obtenidas por explante inicial de las variedades de plátano FHIA-20, FHIA-21 y Falso Cuerno, con diferentes concentraciones de 6-bencilaminopurina (BAP). Los números son promedios de 5 repeticiones.

### Discusión:

Los resultados obtenidos indican que el número de explantes obtenidos al final de las 8 etapas de multiplicación *in vitro*, no depende de la dosis de BAP utilizado (entre 2 y 4 mg/l), pero sí de la variedad de *Musa*. Esto es opuesto a los resultados obtenidos por Acuña (1996), donde la concentración de BAP sí tiene un efecto directo en el número de brotes obtenidos durante los primeros 4 ciclos de multiplicación. Vale notar, que los resultados presentados en este reporte pudieron haber sido afectados notablemente debido a varios atrasos durante el subcultivo en las últimas 3 etapas de multiplicación. Sin embargo, los resultados claramente indican que la variedad de plátano FHIA-20 produce solo un 15 o 20 % del número de plántulas producidas por las variedades de FHIA-21 y Falso Cuerno. La tasa de multiplicación baja de FHIA-20 ya se había observado en el Laboratorio de Biotecnología de la FHIA, y se relaciona igualmente con su bajo potencial de producción de hijos en campo (Comunicación personal con Dr. Phillip Rowe, FHIA).

Hasta el momento, el Laboratorio de la FHIA había utilizado la concentración de BAP en forma reductiva para la multiplicación *in vitro* de musáceas; sin embargo, de acuerdo a los resultados obtenidos y por las observaciones hechas sobre la calidad de las plántulas producidas, se optó por empezar a utilizar la concentración mas baja de BAP (2 mg/l ) durante las 8 etapas de multiplicación, con la cual se obtiene una mejor calidad de plántulas sin afectar el número de

plántulas obtenidas. Además, para inducir o incrementar el número de brotes regenerables, se ha observado que la manipulación durante el proceso de corte es determinante. Falta hacer pruebas que estadísticamente comprueben esta observación.

**Agradecimiento:**

Al personal de laboratorio de Biotecnología de la FHIA y Agr. Narciso Meza por su apoyo en la realización del trabajo y a Dr. Guy Self por su colaboración en la revisión del manuscrito y por su valiosa ayuda en el análisis de los datos obtenidos.

**Literatura citada:**

Acuña, P.I. 1996. Micropropagación del cv. Maqueño (*Musa* AAB) y de las especies *M. acuminata* (AA) y *M. balbisiana* (BB) a concentraciones bajas de 6-bencilaminopurina. CORBANA 21(46): 85-92.

Sandoval, J.; Brenes, G.; Perez, L. 1991. Micropropagación de plátano y banano (*Musa* AAB, AAA) en el CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico N 186. Turrialba, Costa Rica. 24 p.

FHIA, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. 1998. Informe Anual.

FHIA, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. 1993. Informe Técnico del Programa de Banano y Plátano.

FHIA, Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. 1994. Informe Técnico del Programa de Banano y Plátano.

## Trabajos de procesamiento con los plátanos híbridos tetraploides FHIA-20 y FHIA-21

Guy Self

*Departamento de Poscosecha*

**Resumen:** Este artículo es un resumen de los trabajos de procesamiento en los plátanos híbridos tetraploides de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA) principalmente en FHIA-20 y FHIA-21, comparados donde posible con el plátano Falso Cuerno. Durante los años 1999 y 2000, la perspectiva para el procesamiento de los plátanos híbridos FHIA-20 y FHIA-21 cambió drásticamente, debido a la escasez de Falso Cuerno por la destrucción del huracán Mitch, la cual obligó a los procesadores de plátano buscar alternativas. Desde Mitch, los procesadores han logrado desarrollar métodos para elaborar varios productos con FHIA-20 y FHIA-21, los cuales son iguales o mejores que los mismos productos elaborados con Falso Cuerno. Sin embargo, lo que se ha esclarecido durante el año 2000 es que los híbridos no son sucedáneos para Falso Cuerno en todos los aspectos. El éxito de los híbridos es principalmente con la fruta verde. Las características de la fruta madura son completamente diferentes a la del Falso Cuerno, un hecho que en el futuro podría dar oportunidades para nuevos productos.

**Introducción:** Durante el año 2000, la perspectiva para el procesamiento de los plátanos híbridos FHIA-20 y FHIA-21 cambió drásticamente. Previo al año 1999, la mayor parte de las procesadoras de plátano declararon que los híbridos de la FHIA no servían para procesar, aunque para ser justos el FHIA-20 no era muy bien conocido en aquel tiempo. Sin embargo, la destrucción de la industria platanera por causa de Mitch a finales de 1998 obligó a los procesadores buscar alternativas al Falso Cuerno, el plátano que se comercializa tradicionalmente en Honduras. Los resultados de sus esfuerzos con FHIA-20 y FHIA-21 se notaron durante el año 2000. Ahora, la opinión es que los híbridos sirven muy bien para procesamiento, pero con la comprensión que el FHIA-20 y FHIA-21 son diferentes y no son sucedáneos para Falso Cuerno en todos los aspectos. En este artículo los resultados principales del año 2000 se presentan junto con información obtenida anteriormente, pertinente al procesamiento de los híbridos. Parte de la información es sobre el FHIA-22, un plátano híbrido del mismo cruce del FHIA-21, pero con características agronómicas inferiores<sup>1</sup>. La FHIA no tiene un programa de tecnología de alimentos y por eso gran parte de los resultados sobre procesamiento han venido de otras instituciones y empresas privadas que han trabajado para o en colaboración con la FHIA. El artículo primero profundiza sobre las características de los híbridos en estado verde y los resultados de pruebas de procesamiento; en segundo lugar, analiza la situación de la fruta madura. Finalmente discute como el trabajo con los híbridos podría continuarse en el futuro.

---

<sup>1</sup> Sin embargo, se reporta que el FHIA-22 en Colombia no muestra las debilidades que se presentan en Honduras y por eso hay un interés renovado en este híbrido.

## Resultados y Discusión:

### Características de la fruta verde o inmadura

#### Origen de los híbridos

Los híbridos de plátano desarrollados por el Programa de Banano y Plátano provienen principalmente de tres cruces (cuadro 1). Los híbridos son tetraploides tipo AAAB, mientras Falso Cuerno es un triploide tipo AAB.

**Cuadro 1.** Los tres cruces que han producido los plátanos híbridos tetraploides del Programa de Banano y Plátano del Dr. Phillip Rowe.

Padres <sup>1</sup>	Progenie
AVP-67 (m) x SH-3142 (p)	FHIA-21; FHIA-22
AVP-67 (m) x SH-3437 (p)	FHIA-04; FHIA-05; FHIA-16; FHIA-19; FHIA-20
MAQUEÑO (m) x SH-3437 (p)	FHIA-06; FHIA-07; FHIA-14; FHIA-15

<sup>1</sup>: m = madre; p = padre.

La madre del FHIA-20 y FHIA-21 fue la misma, AVP-67, tipo Francés, pero los padres machos eran dos diploides élites (mejorados) diferentes. Con los padres diferentes y la heterogeneidad inherente en el genoma de *Musa*, se esperarían diferencias entre los mismos híbridos y entre los híbridos y Falso Cuerno. Igual situación existe en otros cultivos, como ser la papa y manzana, donde hay diferentes variedades con características diferentes para usos diferentes.

#### Características a la cosecha

FHIA-20, FHIA-21 y FHIA-22 son plátanos tipo Francés con ocho a diez manos por racimo, comparado con Falso Cuerno que tiene entre cuatro y seis manos por racimo (cuadro 2). Se recomienda desmanar los híbridos hasta 4,5 ó 6 manos, dependiendo de la fertilidad del suelo, para obtener dedos grandes. El número de dedos por mano también es superior, lo que significa que el número de dedos por racimo aún desmanado es entre 4 y 6 veces mayor al del Falso Cuerno. El tamaño de los dedos de los híbridos desmanados es más o menos igual a Falso Cuerno, tal que el rendimiento de los híbridos es más del doble que el del Falso Cuerno.

**Cuadro 2.** Características de los frutos de FHIA-21, FHIA-22 y Falso Cuerno a la cosecha (Dadzie (1998), con cálculos de Self).

Característica	Híbrido/cultivar		
	FHIA-21	FHIA-22	Falso Cuerno
Número de manos por racimo	8 – 10	8 – 10	4 – 6
Número de dedos por mano	12 – 16	12 – 16	4 – 7
Peso del racimo (kg) <sup>1</sup>	20 – 25	20 – 25	5 – 10
Peso del dedo (g) <sup>1</sup>	160 – 230	150 – 250	160 - 250
Largo del fruto (“) <sup>1</sup>	8 – 10	8 – 10	8 – 11
Calibre del fruto (1/32”) <sup>1</sup>	16 – 32	16 – 28	20 – 36
Grosor de la cáscara (mm) <sup>1</sup>	3.5 – 4.5	3.5 – 4.5	3.8 – 4.3
Tasa de la pulpa a la cáscara <sup>1</sup>	1.3 – 1.6	1.4 – 1.7	1.5 – 1.7
Fracción de pulpa (%) <sup>1</sup>	57 – 62	58 – 63	60 – 63

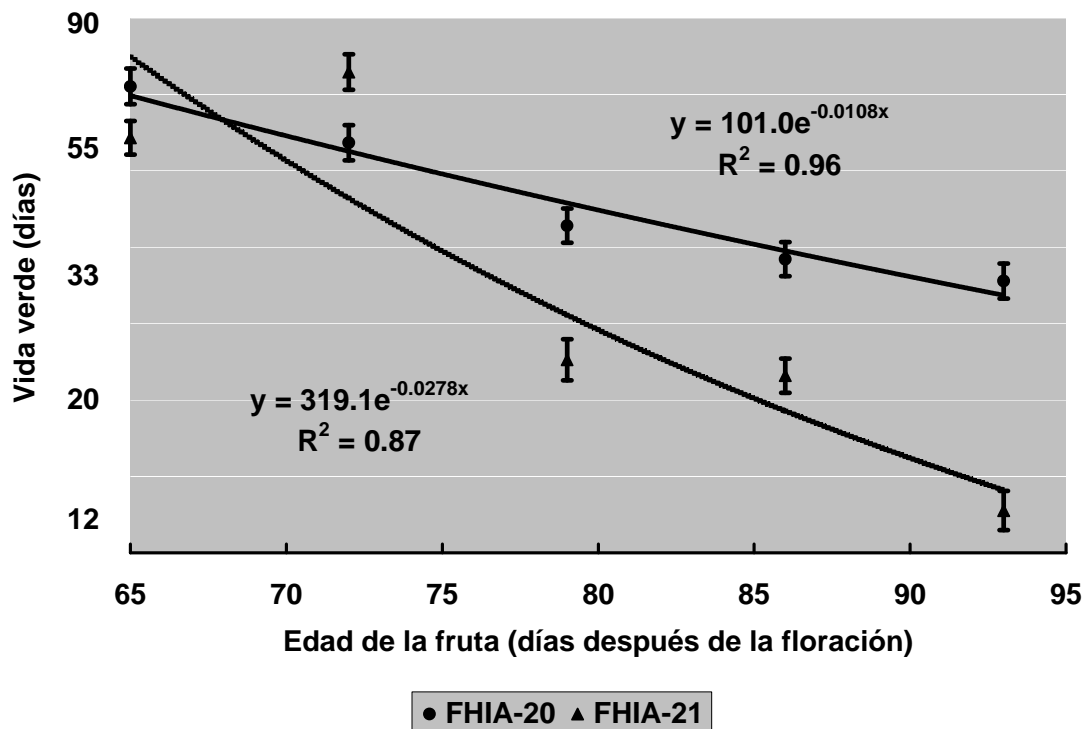
<sup>1</sup> Características para racimos desmanados hasta 5 manos. (FHIA-21 y FHIA-22).



Para los procesadores una diferencia importante entre los híbridos y el Falso Cuerno, es que los primeros tienen menos pulpa por peso fresco (cuadro 2). Por eso un procesador que compra fruta de los híbridos sin pelar obtiene un rendimiento de pulpa menor que con Falso Cuerno. Debido a esto el precio para los híbridos frecuentemente es menor que Falso Cuerno, pero aún con un precio más bajo el productor gana más, debido al rendimiento superior de los híbridos.

**Vida verde**

La vida verde del FHIA-20 a 14 °C es más larga que la del FHIA-21 (figura 1). La diferencia depende en la edad de la fruta, siendo mayor en fruta más vieja. Pocos procesadores de plátano tienen sistemas de refrigeración para almacenar y madurar la fruta en forma programada. Por eso, hay necesidad de medir la vida verde de los híbridos a temperaturas ambientales. La vida verde de bananos y plátanos es sensible no sólo a la edad y temperatura sino también a la época del año y a otros factores como ser nutrición, riego y presencia de enfermedades. Los efectos de estos factores en la vida verde no han sido investigados.



**Figura 1.** El efecto de la edad del racimo al momento de la cosecha, sobre la vida verde de FHIA-20 y FHIA-21 a 14 °C. (Los números son promedios de todos los dedos de dos racimos para cada edad y las barras son las desviaciones estándares.)

### Características físico-químicas

El color verde claro de la cáscara del FHIA-21 puede ser una desventaja en el mercado fresco, pero no debe ser una inconveniente para procesadores (cuadro 3). El color de FHIA-20 y FHIA-22 es mucho más parecido a Falso Cuerno. El color de la pulpa de los híbridos es menos anaranjado que Falso Cuerno (cuadro 3), lo que significa que el color de la pulpa procesada, especialmente de FHIA-21, puede ser un poco más pálida a la del Falso Cuerno, pero no al punto de que esto prevenga la elaboración de los productos. Las diferencias en el color de la pulpa están relacionadas al contenido de  $\beta$ -caroteno, que es menor en los híbridos (cuadro 4). El contenido de fenólicos es relacionado a la oxidación de la pulpa. El banano híbrido FHIA-01 es bien conocido como una fruta que no oxida y tiene un contenido de fenólicos muy bajo (cuadro 4). Los plátanos híbridos tienen contenidos de fenólicos igual a Falso Cuerno (cuadro 4), pero el FHIA-25, un banano de cocción híbrido triploide, tiene un contenido de fenólicos más alto y se esperaría que la pulpa oxide a un color oscuro. La acidez de la pulpa de los híbridos es igual a Falso Cuerno (cuadro 3).

**Cuadro 3.** Caracterización física-química de fruta de FHIA-21, FHIA-22 y Falso Cuerno a la cosecha [Dadzie (1998), con recálculo y análisis de Self].

Característica	Híbrido/cultivar		
	FHIA-21	FHIA-22	Falso Cuerno
Color de la cáscara <sup>1</sup>	Verde más amarillo, más pálido y gris	Verde un poco más azul y más oscuro	Verde claro, algo brillante
Color de la pulpa	Amarillo más oscuro, menos anaranjado	Amarillo más gris y algo más oscuro, menos anaranjado	Amarillo un poco anaranjado
pH de la pulpa	6.0 – 6.3	6.0 – 6.4	6.0 – 6.5
Acidez titulable (mEq / 100 g pulpa)	1.5 – 2.4	1.5 – 2.2	1.8 – 2.2
Firmeza de la pulpa (N)	15.7 – 18.6	16.7 – 19.1	19.1 – 24.5
Contenido de materia seca de la pulpa (%)	29 – 32	30 – 34	33 – 39

<sup>1</sup> Las diferencias en color se basan en un análisis del ángulo de color y el cromatograma.

Dos diferencias en las características físico-químicas pertinentes al procesador son la firmeza y contenido de materia seca de la pulpa, los cuales son más bajos en los híbridos (cuadros 3, 4 y 5). El resultado es que productos elaborados con los híbridos, bajo ciertas condiciones, pueden perder su forma más fácilmente que con Falso Cuerno. En este aspecto el FHIA-20 es más firme que el FHIA-21.

**Cuadro 4.** Caracterización físico-química de la pulpa inmadura de Falso Cuerno y los híbridos de la FHIA (Mississippi State University, a pedido de la FHIA).

Híbrido/cultivar	Contenido de materia seca (%)	Almidón (% peso seco)	$\beta$ -caroteno (mg/100g pulpa)	Fenólicos (g/100g pulpa)
Falso Cuerno	37.0	60.9	1.06 – 1.19	0.39 – 0.80
FHIA-20	24.7	49.7	0.52 – 0.54	0.24 – 0.87
FHIA-21			0.43	0.32
FHIA-03			0.19	0.53
FHIA-25	21.7	53.5	0.25 – 0.43	0.90 – 2.26
FHIA-01			0.43	0.12

Durante procesamiento, la pulpa pierde humedad tal que el rendimiento de producto por peso fresco de pulpa puede ser menor con los híbridos. El otro resultado de la mayor pérdida de humedad es que el aceite puede deteriorarse más rápido con los híbridos durante el proceso de freimiento. La gran cantidad de humedad y posiblemente una estructura celular más abierta, también resultan en productos con un contenido de aceite más alto, factores que obviamente significan un gasto más alto para el procesador.

**Cuadro 5.** La composición de la pulpa inmadura de fruta de FHIA-20, FHIA-21 y Falso Cuerno a la cosecha (Lab. Químico Agrícola, FHIA).

Característica	Composición (% del peso seco)		
	FHIA-20	FHIA-21	Falso Cuerno
Contenido de mat.seca (%)	30.8	32.9	35.7
Ceniza	2.69	2.67	2.44
Grasa	0.55	0.49	1.79
Fibra	0.26	0.18	0.50
Proteína	3.89	3.95	3.61
Almidón	67.66	60.38	58.42
Sacarosa	9.80	9.88	9.38
Glucosa ( y equiv.)	5.16	5.20	4.93
N	0.62	0.64	0.59
P	0.10	0.09	0.08
K	1.20	1.25	1.20
Na	0.04	0.04	0.03
Ca	0.29	0.27	0.28
Mg	0.10	0.09	0.11
Fe	0.0030	0.0029	0.0024
Mn	0.0007	0.0006	0.0005
Cu	0.0004	0.0004	0.0005
Zn	0.0011	0.0010	0.0011
S	0.13	0.18	0.14

Los contenidos de almidón, sacarosa y azúcares reductivos por peso seco son básicamente iguales para FHIA-20, FHIA-21 y Falso Cuerno y no varían más que el 10 % (cuadros 4 y 5). En contraste, los contenidos de grasa natural y fibra son entre el 50 % y 70 % menos en FHIA-20 y FHIA-21, comparado con Falso Cuerno. La significancia de la diferencia en grasa natural no es conocida, pero la menor cantidad de fibra parece tener un efecto en la textura de algunos productos, como tajaditas (ver abajo).

FHIA-20 y FHIA-21 contienen más hierro y manganeso, y menos magnesio y cobre, mientras las diferencias en los otros minerales son generalmente menos que el 10 % (cuadro 5). No se conoce si las diferencias en los contenidos de minerales son nutricionalmente significativas.

## Experiencias en el procesamiento de fruta verde

### Tajaditas

El producto que ha mostrado el mayor desarrollo son las tajaditas. Ahora hay compañías, desde artesanales hasta multinacionales, produciendo tajaditas con FHIA-20 y FHIA-21. En términos generales, parece que las tajaditas hechas con FHIA-20 son mejores que las elaboradas con FHIA-21. Algunas personas pueden notar la diferencia entre tajaditas hechas con FHIA-20 y las con FHIA-21 mientras que otras no pueden. En algunas pruebas, tajaditas de FHIA-20 han sido preferidas sobre las de Falso Cuerno. Las elaboradas con FHIA-20 son crujientes como las de Falso Cuerno, pero sin la dureza que tiene Falso Cuerno. Las tajaditas de ambos híbridos tienen buena aceptación en el mercado.

**Cuadro 6.** Análisis de tajaditas hechas del Falso Cuerno, FHIA-20, FHIA-21 y FHIA-03 (Lab. Químico Agrícola, FHIA, a pedido de la empresa x<sup>1</sup>).

Híbrido/cultivar	Contenido de (% de peso fresco)			
	Humedad (%)	Aceite	Fibra	NaCl
Falso Cuerno	2.23	33.2	4.2	1.1
FHIA-20	3.15	39.7	2.9	1.0
FHIA-21	1.95	40.0	2.4	0.9
FHIA-03	1.95	47.7	3.6	1.1

<sup>1</sup> Por solicitud de la empresa se presenta en forma anónima.

Las diferencias en textura posiblemente son debido a las variaciones en el contenido de fibra mencionado arriba. El menor contenido de fibra de la pulpa de los híbridos se manifiesta también en las tajaditas (cuadros 6 y 7). Hay una diferencia grande entre las tajaditas de las dos empresas (contenidos de fibra de 2.4 % a 4.2 %, contra 0.53 % a 0.61 %) lo cual se debe investigar.

Otra diferencia mencionada antes es en el contenido de aceite, el cual varía entre 9% y 20%, y puede esperarse que tenga efectos en las características de los productos y los costos de proceso (cuadros 6 y 7). Sin embargo, es evidente que estos problemas potenciales no son insuperables, debido a que las compañías están utilizando FHIA-20 y FHIA-21. Las diferencias en las demás características son pequeñas.

**Cuadro 7.** Análisis de tajaditas hechas de FHIA-20 y de Falso Cuerno (Lab. Químico Agrícola, FHIA, a pedido de la empresa y<sup>1</sup>). Los números son promedios de dos muestras.

Característica (contenido como % de peso fresco)	Híbrido/cultivar	
	FHIA-20	Falso Cuerno
Humedad	2.3	2.3
Minerales	2.1	1.9
Aceite	37.8*	34.7
Fibra	0.53	0.61
Proteína	2.45*	2.60
P	0.035	0.045
Ca	0.014	0.012
NaCl	0.39	0.22

<sup>1</sup> Por solicitud de la empresa se presenta en forma anónima. \*: (p < 0.05)

#### Tostones

Los tostones o patacones hechos con FHIA-20 están casi tan buenos como los del Falso Cuerno. Según un procesador de San Pedro Sula, el color, textura y sabor son excelentes. Los tostones hechos con FHIA-21 tienen buen sabor, pero el color es demasiado pálido.

Tostones tajadas, un nuevo producto desarrollado para el mercado de EE.UU., son como tostones, pero más delgados, cortados en forma obliqua y no aplastados tan fuertemente como los tostones tajadas. En pruebas de degustación ciegas bajo luz roja (para esconder el color), los tostones tajadas hechos con FHIA-20 fueron más preferidos que los de Falso Cuerno, ya que fueron más crujientes. No se hizo tostones tajadas con FHIA-21, pero el color probablemente sería demasiado pálido sin la adición de un colorante.

#### Empanadas

La masa usada para hacer las empanadas se hace con una mezcla de plátano y harina de trigo. En las pruebas iniciales con FHIA-20, la masa salió demasiado pegajosa debido al contenido alto de látex en la pulpa. A pesar de eso, el producto final tuvo características muy buenas como las del Falso Cuerno. El futuro desarrollo de este producto depende en el mejoramiento de la calidad de la masa.

#### Otros productos

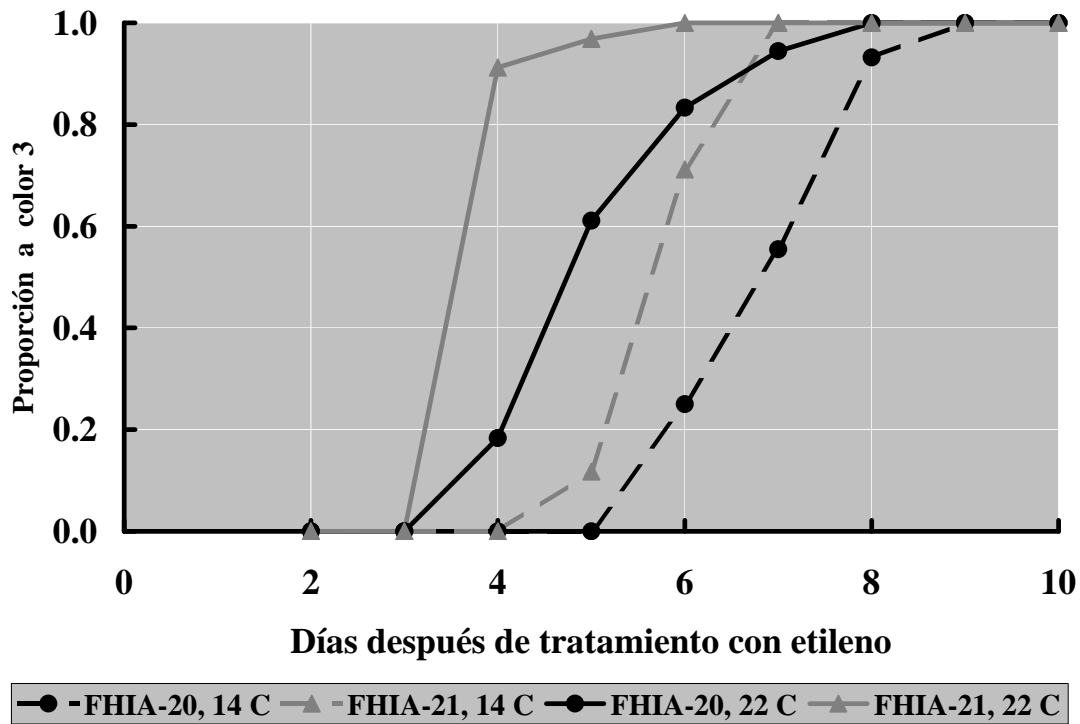
Tostones o patacones también están hechos en forma extraída de una masa de la pulpa de bananos y plátanos. La variedad de *Musa* usada no es importante, ya que el procesador puede agregar casi cualquier color y sabor que él quiera. Estos productos representan un mercado para los híbridos de plátano (no específicamente para FHIA-20 o FHIA-21) y de hecho para todos los bananos y plátanos en general.

## Características de la fruta madura

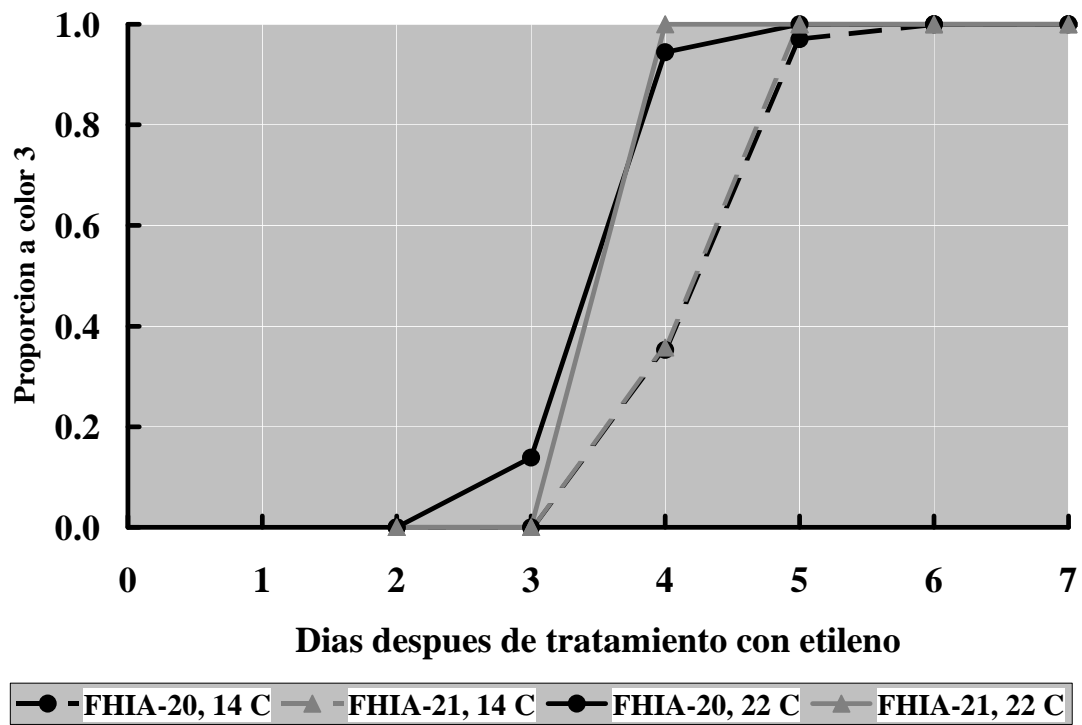
### La maduración

Aunque es posible madurar los plátanos usando sólo temperatura, tiene que usarse etileno para una maduración controlada y más sincronizada. Después de un tratamiento de 24 horas con etileno, fruta de 72 días después de la floración de FHIA-20 y FHIA-21 madura más rápido a 22°C que a 14 °C (figura 2). En fruta de 86 días, la maduración fue más rápida que en la fruta más joven, excepto para el FHIA-21 a 22 °C que maduró a la misma tasa (figura 3).

A una temperatura intermedia de 18 °C, la maduración de los dos híbridos progresó a una tasa intermedia (entre la de 14 °C y 22 °C, en fruta de 72 días, datos no muestreados); sin embargo con una edad de 86 días, la maduración de los dos híbridos a 18 °C progresó a la misma tasa que a 22 °C (datos no muestreados).



**Figura 1:** Maduración a 14 °C y 22 °C, de fruta de FHIA-20 y FHIA-21 de 72 días después de la floración tratado con etileno.



**Figura 2:** Maduración a 14 °C y 22 °C, de fruta de FHIA-20 y FHIA-21 de 86 días después de la floración tratado con etileno.

Además, la edad de la fruta afecta la respuesta de la maduración de los híbridos a temperatura. En fruta de 72 días a la cosecha, FHIA-21 maduró más rápido que FHIA-20 con ambas temperaturas (figura 2), pero los dos híbridos maduraron con la misma tasa cuando tenían 86 días a la cosecha (figura 3).

Las interacciones entre temperatura, edad e híbrido son obviamente complicadas y merecen más estudio. Un procesador de plátano maduro tiene que programar la maduración de su materia prima y por eso información de este tipo es muy importante.

### **Características físico-químicas**

Las diferencias entre los híbridos y Falso Cuerno en el contenido de materia seca de la pulpa y la firmeza de la pulpa continúan en la fruta madura (cuadro 8 y 9). La pulpa madura de los híbridos es mucho más suave que la de Falso Cuerno, significando que los productos procesados pierden su forma más fácilmente durante freimiento.

**Cuadro 8.** Características físico-químicas de la pulpa madura del Falso Cuerno, FHIA-21 y FHIA-22 [Dadzie (1998), con correcciones de Self].

Característica	Híbrido/cultivar		
	FHIA-21	FHIA-22	Falso Cuerno
Contenido de la pulpa de materia seca (%)	25.2	25.5	34.4
Firmeza de la pulpa (N)	3.1	3.1	8.2
Sólidos solubles totales (°Brix)	25	22	31
pH	4.8	4.9	4.8
Acidez titulable (mEq / 100 g pulpa)	6.8	6.7	6.8

Uno de los resultados más interesantes es el bajo contenido de almidón en FHIA-20 y FHIA-21, comparado con FHIA-25 y Falso Cuerno (cuadro 9). Los contenidos de almidón en la pulpa a la cosecha son iguales, implicando que la conversión a azúcares durante la maduración es más completa en los plátanos híbridos. Desafortunadamente, la etapa de maduración de la fruta de cada híbrido o cultivar usado para la determinación de almidón no fue reportada y por eso deben repetirse las medidas con mejor control de este factor.



**Cuadro 9:** Características físico-químicas de la pulpa madura de FHIA-20, FHIA-21, FHIA-25 y Falso Cuerno. (Mississippi State University, con calculaciones y análisis por Self).

Característica	Híbrido/cultivar			
	FHIA-20	FHIA-21	FHIA-25	Falso Cuerno
Color de la pulpa	Naranja más gris y amarillo	Naranja más oscuro y amarillo	Amarillo pálido, no naranja	Naranja algo claro
Contenido de materia seca de la pulpa (%)	23.0	21.4	20.0	26.8
Almidón (% de peso seco)	5.6	2.3	23.8	36.4
pH de la pulpa	5.0	4.7	5.1	4.6
Acidez titrable (mEq / 100 g pulpa)	0.39	0.41	0.34	0.46
$\beta$ -caroteno (mg/100 g pulpa)	0.45 - 0.67	0.26 - 0.34	0.17 - 0.26	0.47 - 0.79
Fenólicos (g/100 g pulpa)	1.07	0.68	1.00	0.91

La diferencia en el contenido de almidón, si es real, podría ser relacionado a los niveles de ploidía de las Musas. FHIA-20 y FHIA-21 son tetraploides, mientras que FHIA-25 y Falso Cuerno son triploides. Efectos de ploidía en las características poscosecha todavía no han sido investigados.

El metabolismo de los carbohidratos en los híbridos merece más atención, ya que el contenido de sólidos solubles, medido como grados Brix, es más bajo en FHIA-20 (datos no muestreados), FHIA-21 y FHIA-22 que en Falso Cuerno (cuadro 8), un resultado curioso en vista de las diferencias en los contenidos de almidón (cuadro 9).

La pulpa madura de los híbridos y Falso Cuerno son parecidos en cuanto al pH de la pulpa y acidez titrable (cuadros 8 y 9).

El color de la pulpa madura de FHIA-20 es más parecido al Falso Cuerno que FHIA-21, diferencias reflejadas en los contenidos de  $\beta$ -caroteno (cuadro 9). En contraste con la pulpa madura verde, el contenido de fenólicos en la pulpa madura es parecido en todos los híbridos y Falso Cuerno (cuadro 9), implicando que la oxidación en cada uno debe ser casi igual.

### Experiencias en el procesamiento de fruta madura

Las experiencias de plátanos maduros, fritos enteros o en pedazos no han sido tan positivas como las de productos de plátanos verdes. Hasta ahora, se considera que FHIA-21 contiene demasiada humedad y que se ablanda demasiado para procesamiento antes que su sabor y dulzura óptimas se hayan desarrollado. En contraste, FHIA-20 produce un producto de buen color, aunque un poco suave. Sin embargo, el sabor de FHIA-20 es completamente diferente a Falso Cuerno y se parece más como un banano. FHIA-20 maduro no es tan dulce como el Falso Cuerno, pero esto y la textura son atributos que posiblemente podrían ser modificados por el método de maduración. Quizás se presenta una oportunidad en mercados no acostumbrados a productos de Falso Cuerno.

## **Discusión y conclusiones:**

### **La fruta verde**

Los plátanos híbridos de la FHIA, resistentes a la Sigatoka negra, producen más que el doble y son más rentables que Falso Cuerno. Se esperan diferencias entre las características de los híbridos y Falso Cuerno debido a que sus orígenes diferentes y al hecho que los híbridos y no el Falso Cuerno, fueron seleccionados de un programa de mejoramiento genético. Se puede esperar que en el futuro se obtengan híbridos aún superiores dentro del Programa.

La vida verde del FHIA-20 y FHIA-21 es adecuada para la exportación y para los mercados locales donde hay refrigeración. Efectos de temperatura, la época del año, nutrición y riego deben ser investigados.

Las diferencias entre los híbridos y Falso Cuerno más importantes para los procesadores son la menor fracción de pulpa, menor contenido de materia seca y menor firmeza. Estas características físico-químicas son principalmente determinadas genéticamente. Algunas de las diferencias podrían ser efecto de ploidía, pero esto no ha sido investigado.

La edad de la fruta es importante para el procesador, ya que le afecta la maduración de la fruta. Sin embargo, no se conoce si la edad de la fruta también afecta la calidad de los productos elaborados con fruta verde.

### **La fruta madura**

Las interacciones entre temperatura, edad e híbrido en la maduración de la fruta son obviamente complicadas y merecen más estudio. También se debe investigar el efecto que tiene la maduración en la calidad del producto final. Se debe trabajar con un procesador para definir las características de la pulpa madura deseadas y luego desarrollar un proceso para madurar la fruta hasta dicho punto.

El metabolismo de los carbohidratos en los híbridos merece más atención. El contenido de almidón de los híbridos y Falso Cuerno parece ser similar en fruta verde, pero en fruta madura de los híbridos es más bajo, sugiriendo que la conversión a azúcares es más completa en éstos. Sin embargo, hasta ahora el contenido de sólidos solubles es más alto en Falso Cuerno, un resultado contrario a lo esperado. Es posible que las medidas de almidones y azúcares no fueron hechas en los mismos estados de maduración y por eso más investigaciones en este campo son justificadas.

El cambio positivo para las perspectivas de FHIA-20 y FHIA-21 en términos de procesamiento se puede atribuir al huracán Mitch y las fuerzas del mercado que surgieron. Sin embargo, el éxito de los híbridos y su potencial para el futuro, ambos fresco y procesado, se debe enteramente a sus características inherentes superiores agronómicas y de poscosecha.

## **Literatura citada:**

Dadzie, B.K. (1998) Post-harvest characteristics of black Sigatoka resistant banana, cooking banana and plantain hybrids. Technical Guidelines INIBAP 4. International Plant Genetics Resources Institute, Rome, Italy; International Network for the Improvement of Banana and Plantain, Montpellier, France.