

## Respuesta agronómica de plantas de banano cultivar 'FHIA-17' (*Musa AAAA*) obtenidas por cultivo de tejidos y por propagación agámica

Félix Aldana Leyva<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-9397-2180>

Oswaldo Fernández Martínez<sup>2\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7545-2074>

Leyanes García-Águila<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9838-5505>

Zoe Sarría<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1503-7012>

Ortelio Hurtado Ribalta<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1704-569X>

<sup>1</sup>Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830.

<sup>2</sup>Instituto de Biotecnología de las Plantas, Universidad Central Marta Abreu de Las Villas. Carretera a Camajuaní km 5,5. Santa Clara. Villa Clara. Cuba. CP 54 830.

\*Autor para correspondencia e-mail: [osvaldof@ibp.co.cu](mailto:osvaldof@ibp.co.cu)

### RESUMEN

La producción de banano (*Musa* spp.) se ha incrementado a nivel mundial y demanda de muchos insumos, por lo que se requiere introducir cultivares productivos y tolerantes a enfermedades. Se realizó una investigación con el objetivo evaluar la respuesta agronómica de plantas de banano 'FHIA-17' (*Musa AAAA*) obtenidas por cultivo de tejidos y por propagación agámica. Se evaluaron en campo en condiciones de producción plantas de 'FHIA-17' provenientes de micropropagación y propagación agámica. Se incluyeron como referencia plantas del cv. 'Grande naine' (*Musa AAA*) obtenidas por micropropagación. Se compararon los materiales vegetales en cuanto a la duración del ciclo de cultivo plantación-floración y plantación-cosecha. A la floración se evaluó la altura de la planta (cm), circunferencia del pseudotallo (cm), número de hojas totales y funcionales y respuesta a la Sigatoka negra. Como indicadores del rendimiento se determinó el peso neto del racimo, número de manos y frutos por racimo. Las plantas de 'FHIA-17' mostraron las características fenotípicas de acuerdo con los descriptores del cultivar y las micropropagadas fueron superiores a las procedentes de propagación agámica en todos los indicadores evaluados, excepto en el número de hojas que fue similar. Tanto las plantas procedentes de micropropagación como las de propagación agámica tuvieron una respuesta superior con respecto al cultivar 'Grande naine' y podría ser una alternativa para la producción de banano en Cuba.

Palabras clave: micropropagación, rendimiento, Sigatoka negra

### Agronomic response of banana plants 'FHIA-17' cultivar (*Musa AAAA*) obtained by tissue culture and agamic propagation

#### ABSTRACT

The production of bananas (*Musa* spp.) has increased worldwide and demand for many inputs, so it is necessary to introduce productive and disease-tolerant cultivars. An investigation was carried out with the objective of evaluating the agronomic response of banana plants 'FHIA-17' (*Musa AAAA*) obtained by tissue culture and agamic propagation. 'FHIA-17' plants from micropropagation and agamic propagation were evaluated in the field under production conditions. Plants of cv. 'Grande naine' (*Musa AAA*) obtained by micropropagation were use as reference. Plant materials were compared in terms of the duration of the planting-flowering and planting-harvest cycle. At flowering, plant height (cm), pseudostem circumference (cm), number of total and functional leaves, and response to black Sigatoka were evaluated. As yield indicators, the net weight of the bunch, number of hands and fruits per bunch were determined. The 'FHIA-17' plants showed the phenotypic characteristics according to the

descriptors of the cultivar and the micropropagated plants were superior to those from agamic propagation in all the indicators evaluated, except in the number of leaves, which was similar. Both the plants from micropropagation and those from agamic propagation had a superior response compared to the cultivar 'Grande naine' and could be an alternative for banana production in Cuba.

Keywords: micropropagation, Sigatoka negra, yield

## INTRODUCCIÓN

La producción de bananos (*Musa* spp.) se ha incrementado a nivel mundial y demanda de muchos insumos. Tanto en Cuba como en el mundo, se cultivan fundamentalmente los cultivares del subgrupo Cavendish que se encuentran en casi todos los países productores de bananos pero que son altamente dependientes de insumos para mantener rendimientos estables y susceptibles a varios agentes patógenos (FAO, 2019). Por tanto se requiere introducir cultivares productivos y tolerantes a enfermedades y plagas.

En este contexto, los rendimientos del banano en Cuba han declinado principalmente como resultado del ataque de plagas, enfermedades, disminución de la fertilidad de los suelos y las sequías. Por tal motivo se ha trabajado con el objetivo de lograr una estrategia varietal relativamente amplia, donde una de las vías de mejoramiento ha sido la introducción paulatina de cultivares triploides y tetraploides, procedentes de la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola (FHIA). Para ello se han tenido en cuenta, además de los beneficios económicos por su alta productividad, los impactos ambientales positivos. Estos cultivares requieren de menos aplicaciones de productos químicos por año ya que han mostrado diferentes grados de resistencia a las principales enfermedades fúngicas del cultivo (FHIA, 2016).

El cultivar 'FHIA-17' (*Musa* AAAA) es una de las opciones para el cultivo en Cuba de bananos más tolerantes a plagas y enfermedades. Este híbrido tetraploide es un banano que se consume como fruta fresca y los frutos maduros tienen sabor parecido al cultivar 'Gros Michel' (*Musa* AAA). Se ha recomendado para la producción comercial en fincas orgánicas, por su tolerancia a la enfermedad Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) y resistencia a la Marchitez por *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f.sp. *cubense*) raza 1. Por ello alcanza una buena producción sin usar fungicidas (FHIA, 2016).

Su multiplicación por métodos biotecnológicos puede incrementar aún más su potencial, debido a la calidad genética y fitosanitaria que dichos métodos confieren al material vegetal de plantación (Robinson *et al.*, 2015). Diferentes autores han descrito las características de este cultivar en plantaciones en regiones subtropicales y tropicales del mundo (Molina-Tirado y Castaño-Zapata, 2003; Coto y Aguilar, 2004; Deras *et al.*, 2004; Durán *et al.*, 2004; dela Cruz *et al.*, 2008; Osuna-García *et al.*, 2008; Smith *et al.*, 2014; Brenes-Gamboa, 2017). Los resultados evidencian que su producción puede variar según las prácticas de cultivo, condiciones edafoclimáticas y la incidencia de plagas y enfermedades.

Por otra parte, numerosas investigaciones han demostrado que las plantas de *Musa* spp. propagadas por cultivo *in vitro* alcanzan mejores indicadores de crecimiento y productividad en campo que aquellas obtenidas por métodos convencionales (Fonsah *et al.*, 2007; Blomme *et al.*, 2008; Vargas y Araya, 2010; Mensah *et al.*, 2012; Robinson *et al.*, 2015). Sin embargo, en las condiciones de cultivo de áreas productoras de plátanos y bananos de Cuba se desconoce la respuesta de plantas de 'FHIA-17' de diferente origen de material de plantación.

Atendiendo a la necesidad de contar con una alternativa complementaria a cultivares del subtipo Cavendish como 'Grande naine', dentro de la estrategia varietal de bananos y plátanos en Cuba, el presente trabajo se realizó con el objetivo de evaluar la respuesta agronómica de plantas de banano cultivar 'FHIA-17' (*Musa* AAAA) obtenidas por cultivo de tejidos y por propagación agámica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se desarrolló en áreas de producción de la finca 'Margarita' perteneciente a la Unidad Empresarial de Base (UEB) 'Quemado de Güines', provincia de Villa Clara, Cuba. La temperatura promedio anual fue de 28.6 °C, la humedad relativa de 78% y las

precipitaciones de 1342 mm en el año, en un área ubicada a 29.8 msnm, en las coordenadas de 22° 51' 24" Latitud Norte y 80° 18' 05" Longitud Oeste.

#### *Material vegetal*

Se establecieron en campo tres poblaciones de plantas: 200 plantas de 'FHIA-17' obtenidas por micropropagación (vía organogénesis), 200 plantas de 'FHIA-17' obtenidas a partir de propagación agámica (cormos y fracciones de cormo) y 200 plantas procedentes de micropropagación (vía organogénesis) del cultivar 'Grande naine'. El cultivar 'Grande naine' se utilizó como referencia, por ser el único que se cultiva a gran escala en la zona de estudio, lo cual facilitaría el proceso de evaluación integral, comparación y posible adopción de nuevos cultivares alternativos por parte de los productores.

#### *Condiciones de cultivo*

Las plantas se desarrollaron sobre un suelo ferralítico rojo típico (Hernández *et al.*, 2015), bien drenado, permeable y con profundidad de 1.50 m, a una distancia de siembra de 3 x 2 m, para una densidad de plantación de 1666 plantas por ha, a hilera sencilla. Durante el desarrollo de la plantación se utilizó riego subterráneo por goteo localizado a una profundidad de 50 cm, y se aplicó diariamente durante 12 horas.

Se realizó fertilización química según lo recomendado en el Instructivo técnico para el cultivo de plátanos y bananos (INIVIT, 2007; MINAG, 2016) y se aplicó por medio de fertirriego para los fertilizantes nitrogenados (Urea 46%, N) a razón de 300 g por plantón cuatro veces semanalmente a partir de la sexta semana, durante 36 semanas y 44 g por plantón de fósforo ( $P_2O_5$ ) una vez al año y 720 g por plantón de potasio (KCl-60%) distribuido cuatro veces semanalmente a partir de la sexta semana, durante 36 semanas.

Se aplicó la protección química para el manejo de Sigatoka Negra solo en el caso del cultivar 'Grande naine', por su conocida susceptibilidad a la enfermedad. Esta se realizó mediante la predicción por pronóstico según Pérez-Vicente *et al.* (2000). No se realizó protección en 'FHIA-17' durante la fase siembra-floración para evaluar su respuesta a la enfermedad.

El deshije se realizó de forma manual con la estructura de un hijo seguidor. Las atenciones culturales se realizaron siguiendo el Instructivo Técnico para el Cultivo del Plátano (INIVIT, 2007; MINAG, 2016).

Las evaluaciones se realizaron en 50 plantas de cada población establecida, seleccionadas mediante un muestro aleatorio simple sin reposición. Se determinó la duración del ciclo plantación-floración (días) y plantación-cosecha (días)

Los indicadores evaluados a la floración fueron:

- Altura de la planta (cm): medida desde la base hasta la inserción en forma de V de las últimas hojas emitidas, en la floración. La medición se realizó con una cinta métrica.
- Circunferencia del pseudotallo (cm): se midió a un 1.0 m de la base del pseudotallo. Se empleó una cinta métrica.
- Se evaluó, además, en la floración la respuesta a la Sigatoka Negra a través de los indicadores propuestos por Orjeda (1998).
- Número de hojas totales y funcionales: se realizó por conteo simple. En el caso de las hojas funcionales se consideraron en este estado cuando tenían afectaciones menores del 50% del área foliar.
- Hoja más joven manchada con más de 10 lesiones (HMJM): este indicador expresa la primera hoja con manchas hacia abajo desde la primera hoja abierta. Se realizó por conteo simple.
- Periodo de incubación (PI): expresa el intervalo de días entre la etapa Brun (B) (Brun, 1963) y la aparición de los primeros síntomas.
- Tiempo de evolución de los síntomas (TES): días entre la aparición de los primeros síntomas y la aparición de manchas con centros secos.
- Tiempo de desarrollo de la enfermedad (TDE): días entre el estado Brun (B) (Brun, 1963) y la aparición de las manchas con centros secos.
- Estos indicadores se evaluaron teniendo en cuenta los seis estadios de la enfermedad descritos por Fouré (1985).
- En la cosecha se determinó el rendimiento agrícola y sus componentes en las plantas seleccionadas considerando los indicadores:
  - Peso del racimo (kg)
  - Número de manos por racimo, mediante conteo simple.
  - Número de frutos totales por racimo, por conteo simple.

### Análisis estadístico

Para el análisis estadístico se utilizó el paquete *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versión IBM SPSS 22.0.0. A los datos experimentales se les aplicó un análisis de normalidad Kolmogorov-Smirnov y de homogeneidad de varianza. Para la comparación de medias en todos los indicadores se emplearon las pruebas H de Kruskal Wallis y U de Mann Whitney para  $p \leq 0.05$ .

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados mostraron que las plantas de 'FHIA-17' se ajustaron en sus características fenotípicas a los descriptores del cultivar (FHIA, 2016).

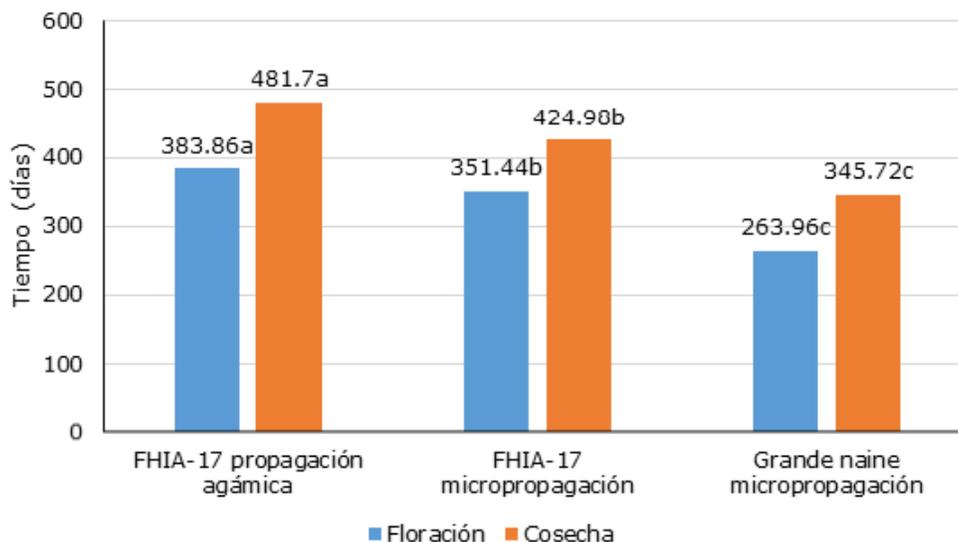
#### Ciclo del cultivo

Las plantas micropropagadas del cv. 'FHIA-17' con respecto a las de propagación agámica crecieron más rápido, alcanzaron una mayor altura, mayor diámetro de la circunferencia del pseudotallo y la duración del ciclo de cultivo desde la plantación a la floración y hasta la cosecha fue menor. El cv. 'FHIA-17' superó a 'Grande naine' en estas dos variables. (Figura 1, Figura 2).

### Evaluaciones a la floración

Las plantas de 'FHIA-17' obtenidas por micropropagación presentaron diferencias significativas en altura con respecto a las de propagación agámica y al cultivar 'Grande naine' (Figura 2). Los valores coincidieron con el rango que caracteriza a este cultivar (3.00-3.50 m) (FHIA, 2016) y con los informados por otros autores. Por ejemplo, en Honduras Durán *et al.* (2004) refirieron 3.20 m en plantas obtenidas por cultivo de tejidos, Coto y Aguilar (2004) 3.60 m y Deras *et al.* (2004) 2.80 y 3.50 m. También dela Cruz *et al.* (2008) indicaron que este cultivar alcanza una altura promedio de 3.06 m para las condiciones de Filipinas. Sin embargo, la altura de las plantas del cultivar 'FHIA-17' en las condiciones experimentales ensayadas fue superior a la informada Brenes-Gamboa (2017) en Costa Rica, donde al momento de la floración era de 2.64 m.

El cultivar 'Grande naine' alcanzó una altura promedio de 203.50 cm en correspondencia con sus características según Daniells *et al.* (2001) (2.1-2.9 m). Nomura *et al.* (2013) en Brasil refirieron altura de las plantas de este cultivar en el primer ciclo de cultivo entre 181.0-192.3 cm y valores medios en dos ciclos de cultivo de 206-212.4 cm.



Valores con letras diferentes en barras de igual color, muestran diferencias significativas para valores de  $p \leq 0.05$  según las pruebas H de Kruskal Wallis y U de Mann Whitney

Figura 1. Ciclo de cultivo de 'FHIA-17' y 'Grande naine' en suelo ferralítico rojo.

De forma general, los resultados obtenidos bajo las condiciones de estudio coinciden con la tipificación del 'FHIA-17' en los descriptores de la FHIA (FHIA, 2016) como una planta de gran porte en comparación con el mediano porte de 'Grande naine'.

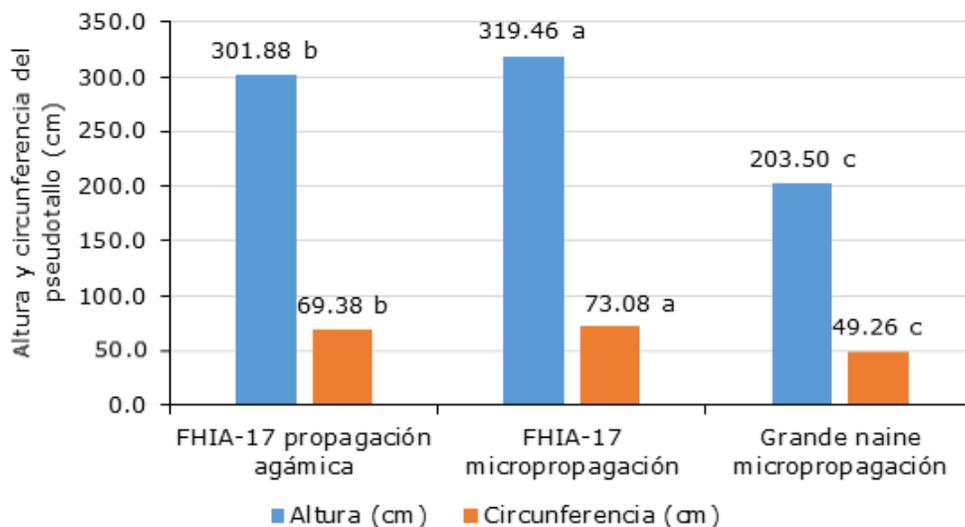
Las plantas de 'FHIA-17' obtenidas por propagación agámica mostraron valores inferiores de circunferencia del pseudotallo con diferencias significativas con respecto a las micropropagadas (Figura 2). En estas últimas esta variable alcanzó 73.08 cm como promedio en las plantas analizadas lo cual coincidió con resultados de Durán *et al.* (2004) en Cortés, Honduras, con promedio de 73 cm. Otros autores como Coto y Aguilar (2004) indicaron 83.1 cm de circunferencia del pseudotallo también para condiciones tropicales. Algunos estudios, como los informados por dela Cruz *et al.* (2008), refieren 61 cm de circunferencia del pseudotallo promedio para dicho cultivar y Brenes-Gamboa (2017) entre 65 y 69 cm. En 'Grande naine' los resultados de las mediciones de la circunferencia del pseudotallo fueron significativamente menores que en 'FHIA-17' (Figura 2).

Se puede señalar que una mayor circunferencia del pseudotallo en 'FHIA-17' le brinda ventajas con respecto a 'Grande naine' para el período floración-cosecha, asociadas a la resistencia al viento. En

muchos sitios de producción es práctica la colocación de estacas para evitar que la planta caiga al suelo por el peso del racimo antes de su cosecha (Araya *et al.*, 2011), sin embargo, por el vigor de las plantas en las condiciones experimentales de campo donde se realizó el estudio no se requirió el apuntalamiento de los racimos.

Las plantas de 'FHIA-17' micropropagadas mostraron una mejor respuesta a la enfermedad Sigatoka negra con respecto a las similares de propagación agámica y 'Grande naine'. Además, en general el cultivar 'FHIA-17', fue significativamente superior en su respuesta, con respecto a 'Grande naine' a pesar de que este último tuvo protección química durante el ciclo de cultivo (Tabla 1).

Los indicadores número de hojas totales y funcionales en la floración no mostraron diferencias significativas para el cultivar 'FHIA-17' proveniente de micropropagación y propagación agámica (Tabla 1). Las plantas de este cultivar llegaron a la floración con ocho hojas funcionales sin tratamiento químico para el control de la enfermedad Sigatoka negra. Autores como Brenes-Gamboa (2017) describieron resultados similares durante investigaciones desarrolladas en Costa Rica, donde 'FHIA-17' tuvo un promedio de 7.7 hojas funcionales en el momento de la floración sin aplicación de fungicidas. Con este número de



Valores con letras diferentes en barras de igual color, muestran diferencias significativas para valores de  $P < 0.05$  según las pruebas H de Kruskal Wallis y U de Mann Whitney

Figura 2. Altura y circunferencia del pseudotallo de 'FHIA-17' y 'Grande naine' a la floración en el primer ciclo del cultivo.

hojas funcionales mantuvo rendimientos similares a los obtenidos con plantas del subgrupo Cavendish.

En el cv. 'Grande naine' se observaron diferencias significativas en el número de hojas totales y funcionales con respecto a 'FHIA-17', motivado esencialmente por la protección química realizada a este cultivar contra la enfermedad Sigatoka negra para la cual es susceptible en las condiciones de Cuba (Pérez-Vicente *et al.*, 2003).

Sin embargo, en el resto de los indicadores evaluados vinculados a la evolución de la enfermedad en la planta el cv. 'FHIA-17' manifestó una mejor respuesta con mayor tiempo de periodo de incubación y alargamiento en el tiempo de evolución de los síntomas y de desarrollo de la enfermedad. Este resultado corrobora su condición de tolerante. Por ello, se ha recomendado que pueda utilizarse en tecnologías de cultivo orgánico (FHIA, 2016) y se convierte en una ventaja para la producción con bajos insumos y menos contaminación ambiental.

#### Evaluaciones a la cosecha

Los racimos de las plantas de 'FHIA-17' mostraron las características típicas del cultivar (FHIA, 2016) (Figura 3). El peso de los racimos de las plantas, el número de manos

por racimo y el número de frutos totales por racimo fueron significativamente mayores en las plantas de 'FHIA-17' procedentes de micropropagación con respecto a las de propagación agámica y al cultivar 'Grande naine' (Tabla 2).

Según los descriptores de la FHIA (2016), el cultivar 'FHIA-17' tiene un potencial de 35 a 50 kg de peso por racimo y para condiciones de producción como banano orgánico se han obtenido rendimientos en países como Ecuador y Honduras que oscilan entre 23 a 29 kg por racimo. De igual forma, dela Cruz *et al.* (2008) obtuvieron 37 kg por racimo. Sin embargo, en esta investigación se obtuvieron pesos de racimo con valores medios por debajo de 30 kg al igual que otros autores tales como Coto y Aguilar (2004) (21.8 kg), Osuna-García *et al.* (2008), Smith *et al.* (2014) (28.07 kg) y superiores a los informados por Durán *et al.* (2004) (13.1 kg) y Brenes-Gamboa (2017) (14.4 kg).

Los indicadores relacionados con los frutos también fueron significativamente superiores en las plantas de 'FHIA-17' obtenidas por micropropagación (Tabla 2). El número de manos se correspondió con lo descrito para el cultivar (10-12) (FHIA, 2016) y por otros autores (Deras *et al.*, 2004; Smith *et al.*, 2014), sin embargo, el número de dedos fue inferior (170-220).

Tabla 1. Indicadores relacionados con la respuesta a la Sigatoka negra en el cultivo en campo de 'FHIA-17' y 'Grande naine'.

Indicadores	'FHIA-17' propagación agámica	'FHIA-17' micropropagación	'Grande naine' micropropagación
Hojas totales	8.52a	8.74a	11.16b
Hojas funcionales	8.00a	8.08a	11.64b
Hoja más joven manchada (HMJM)	6.80b	7.10a	5.40c
Período de incubación (días)	26.34b	29.05a	21.10c
Tiempo de evolución de los síntomas (días)	65.41b	69.62a	40.22c
Tiempo de desarrollo de la enfermedad (días)	91.75b	98.67a	61.53c

Valores con letras diferentes en una misma fila muestran diferencias significativas para valores de  $P \leq 0.05$  según las pruebas  $H$  de Kruskal Wallis y  $U$  de Mann Whitney.  $n=50$



Figura 3. Racimos de plantas de *Musa* spp. 1. 'FHIA-17' (AAAA) obtenidas por propagación agámica, 2. 'Grande naine' (AAA) micropropagación, 3. 'FHIA-17' (AAAA) micropropagación.

Tabla 2. Indicadores del rendimiento evaluados en 'FHIA-17' y 'Grande naine' a la cosecha en el primer ciclo del cultivo.

Indicadores	'FHIA-17' propagación agámica	'FHIA-17' micropropagación	'Grande naine' micropropagación
Peso del racimo (kg)	21.37 b	24.05 a	18.41 c
Nº de manos/racimo	10.88 b	11.83 a	9.04 c
Frutos totales/racimo	156.15 b	164.67 a	136.38 c

Valores con letras diferentes en una misma fila muestran diferencias significativas para  $p \leq 0.05$  según la prueba H de Kruskal Wallis y U de Mann Whitney.  $n=50$

Los resultados en los indicadores relacionados con el crecimiento y desarrollo de las plantas fueron superiores en el cv. 'FHIA-17' procedentes de micropropagación respecto a la propagación agámica. En este sentido, corroboraron hallazgos previos que destacan la superioridad del material vegetal de *Musa* spp. obtenido por cultivo *in vitro* (Fonsah *et al.*, 2007; Vargas y Araya, 2010; Mensah *et al.*, 2012).

Según Robinson *et al.* (2015), el aumento en vigor, tamaño de la planta, peso del racimo y rendimiento del material de plantación procedente de cultivo *in vitro*, en comparación con el procedente de hijos está bien documentado científicamente. Los fundamentos fisiológicos que explican estas diferencias se

sustentan en que las plantas procedentes de cultivo *in vitro* muestran un incremento del vigor radical y de eficiencia fotosintética, que da como resultado la duplicación de la superficie foliar y de la materia seca total durante el ciclo de desarrollo, en comparación con plantas procedentes de propagación agámica.

## CONCLUSIONES

Atendiendo a los resultados, el cultivar 'FHIA-17' podría ser una alternativa para la producción de banano en Cuba. Su adaptabilidad y potencialidades respecto al cv. 'Grande naine' en condiciones de producción permiten recomendar que se valore su evaluación dentro de la estrategia varietal del país para diferentes formas productivas.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo se desarrolló gracias al apoyo financiero y logístico del Ministerio de la Agricultura de la República de Cuba (UEB 'Quemado de Güines', granja Margarita), que facilitó el área de investigación, los recursos humanos e insumos para desarrollar todas las actividades tecnológicas en el cultivo. Los financistas no tuvieron participación en el diseño del estudio, la colecta y análisis de los datos, la decisión de publicar o la preparación del manuscrito.

## Conflictos de interés

Los autores no declaran conflictos de interés.

## Contribución de los autores

Conceptualización FAL, OFM, conservación de datos FAL, análisis formal FAL, OFM, Adquisición de fondos OFM, investigación FAL, Metodología FAL, OFM, administración del proyecto OFM, recursos ZS, LGA, supervisión OFM, validación FAL, OFM, OHR, LGA, ZS Visualización FAL, OFM, OHR, LGA, ZS, Escritura – primera redacción FAL, escritura - revisión y edición FAL, OFM, LGA, OHR, ZS.

## REFERENCIAS

- Araya H, Bolaños D, Gamboa F, Sojo J, Guzmán (2011) Manual de buenas prácticas agrícolas en el cultivo de banano Capítulo 2, precosecha. Corbana, San José
- Blomme G, Swennen R, Tenkouano A, Turyagyenda FL, Soka G, Ortiz R (2008) Comparative study of shoot and root development in micropropagated and sucker-derived banana and plantain (*Musa* spp.) plants. *Journal of Applied Biosciences* 8(2): 334 - 342
- Brenes-Gamboa S (2017) Parámetros de producción y calidad de los cultivares de banano 'FHIA-17', 'FHIA-25' y Yangambi. *Agron Mesoam* 28(3): 719-733; doi: 10.15517/ma.v28i3.2190
- Brun J (1963) La Cercosporiose du bananier. Thèse Doctor at d' Etat, Université de Paris, París, Francia
- Coto J, Aguilar JF (2004) Evaluación de la reacción a Sigatoka Negra del comportamiento morfológico, fenológico, y agronómico de los híbridos (AAAA) de banano 'FHIA-17', 'FHIA-23' y SH-3450. En: FHIA (ed). Informe técnico Programa de banano y plátano 2003, pp. 32-37. Federación Hondureña de Investigaciones Agrícolas, La Lima
- Daniells J, Jenny C, Karamura D, Tomekpe K (eds). (2001) *Musalogue, Diversity in the genus Musa*. INIBAP, Montpellier
- dela Cruz FS, Gueco LS, Damasco OP, Huelgas VC, dela Cueva FM, Dizon TO, Sison MLJ, Banasihan IG, Sinohin VO, Molina AB (2008) *Farmers' Handbook on Introduced and Local Banana Cultivars in the Philippines*. Bioversity International, Roma
- Deras M, Durán LF, Mercadal L, Rivera M (2004) Avances del Proyecto Evaluación y Diseminación de Híbridos de *Musa* con Resistencia a Sigatoka Negra. En: FHIA (ed). Informe técnico Programa de banano y plátano 2003, pp. 45-58. Federación Hondureña de Investigaciones Agrícolas, La Lima
- Durán M, Deras J, Rivera M, Cruz A, Calderón J (2004) Avances del Experimento International *Musa* Testing Program-Fase III-Black Sigatoka, Ciclo I CEDEP, El Calán, Cortés 2002-2003 (Honduras). En: FHIA (ed). Informe técnico Programa de banano y plátano 2003, pp. 59-67 Federación Hondureña de Investigaciones Agrícolas, La Lima
- FAO (2019) Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://www.fao.org/americas/noticias/ver/es/c/1193662/>. Consultado 15/12/2019
- FHIA (2016) 'FHIA-17' Programa de Bananos y Plátanos. Disponible en: <http://www.fhia.org.hn>. Consultado 20/04/2019
- Fonsah EG, Adamub CA, Okole BN, Mullinix BG (2007) Field evaluation of Cavendish banana cultivars propagated either by suckers or by tissue culture, over six crop cycles in the tropics. *Fruits* 62: 205–212
- Fouré E (1985) Black leaf streak disease of banana and plantains (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) study of the symptoms and stages of the disease in Gabon. IRFA, París
- Hernández A, Pérez JM, Bosch D, Castro N (2015) Clasificación de los suelos de Cuba

2015. INCA, La Habana; ISBN: 978-959-7023-77-7
- INIVIT (2007) Instructivo técnico del cultivo del plátano. ACTAF, Villa Clara
- Mensah DB, Dorcas QM, Kwame BR, Kodjo DS (2012) Comparative study on the field performance of FHIA 01 (Hybrid dessert banana) propagated from tissue culture and conventional sucker in Ghana. *J Plant Develop* 19(2012): 41-46
- MINAG (2016) Instructivo técnico para el cultivo del plátano en Cuba. MINAG. Cuba
- Molina-Tirado OI, Castaño-Zapata J (2003) Análisis de algunos componentes de resistencia en los híbridos de banano y plátano FHIA 01, FHIA 17 y FHIA 21 a las Sigatokas negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) y amarilla (*M. musicola* Leach). *Rev Acad Colomb Cienc XXVII* (103): 181-189
- Nomura ES, Moraes WS, Damatto ER, Fuzitani EJ, Saes LA, Amorim EP, Silva SO (2013) Evaluation of banana genotypes over two crop cycles under sub-tropical conditions in the Ribeira Valley, São Paulo, Brazil. *Acta Horti (ISHS)* 986: 61-70
- Orjeda G (1998) Evaluación de la resistencia de los bananos a las enfermedades de Sigatoka y Marchitamiento por *Fusarium*. Guías Técnicas INIBAP 3. Instituto Internacional de los Recursos Fitogenéticos, Roma, Italia. Red Internacional para el Mejoramiento del Banano y el Plátano, Montpellier, Francia
- Osuna-García JA, Vázquez-Valdivia V, Pérez-Barraza MH (2008) Caracterización postcosecha de cultivares de plátano para consumo en fresco. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14(2): 139-145
- Pérez-Vicente L, Álvarez JM, Pérez M (2003) Economic impact and management of black leaf streak disease in Cuba. En: Jacome L, Leproivre P, marin D, Ortiz R, Romero R, Escalant JV (Eds). *Mycosphaerella* leaf spot disease of bananas: present status and outlook, pp. 71-84. INIBAP. Montpellier
- Pérez-Vicente L, Mauri A, Hernández E, Porras A (2000) Epidemiología de la Sigatoka negra (*Mycosphaerella fijiensis* Morelet) en Cuba. Pronóstico bioclimático de los tratamientos de fungicidas en bananos (*Musa acuminata* AAA). *Revista Mexicana de Fitopatología* 18: 15-26
- Robinson JC, Connie Fraser, Eckstein K (2015) A field comparison of conventional suckers with tissue culture banana planting material over three crop cycles. *Journal of Horticultural Science* 68(6): 831-836; doi: 10.1080/00221589.1993.11516420
- Smith MK, Langdon PW, Pegg KG, Daniells JW (2014) Growth, yield and *Fusarium* wilt resistance of six FHIA tetraploid bananas (*Musa* spp.) grown in the Australian subtropics. *Scientia Horticulturae* 170: 176-181
- Vargas A, Araya M (2010) Effect of banana (*Musa* AAA cv. Williams, Cavendish Subgroup) planting material on plant growth and yield over eight crop cycles. *Tree and Forestry Science and Biotechnology* 4(2): 17-25

Recibido: 26-11-2019

Aceptado: 05-02-2020

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo una Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial 4.0 Internacional (CC BY-NC 4.0) <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/> Está permitido su uso, distribución o reproducción citando la fuente original y los autores.