

RESPUESTA DE PROLIFERACIÓN DE CORMOS DEL HÍBRIDO DE PLÁTANO FHIA-21 (*Musa* AAAB) MEDIANTE LA TÉCNICA PIF.

PROLIFERATION RESPONSE OF FHIA-21 (*Musa* AAAB) HYBRID PLANTAIN CORMS THROUGH PIF TECHNIQUE

Jairo A. Serna¹ y Carolina Zamorano¹

Recibido para evaluación: Febrero 20 de 2008 - Aceptado para publicación: Mayo 20 de 2009

RESUMEN

Con el objeto de evaluar la técnica PIF (Plantas provenientes de Fragmentos de Cormos, por sus siglas en francés) se multiplicaron cormos de 200 a 300 g de la variedad FHIA 21. Los tratamientos se distribuyeron mediante un diseño completamente al azar (DCA) con tres profundidades de incisión en cruz sobre los cormos (1,5 cm; 3 cm y 4,5 cm), con 16 repeticiones cada uno. Las variables evaluadas fueron número de brotes por cada cormo (NB), días a brotación (DB), días a transplante (DTS) y altura de brotes (LB). El tratamiento con mayor profundidad de incisión indujo la mayor cantidad (2,83) de brote en promedio. El tratamiento con mayor profundidad de incisión fue el que presentó mayor precocidad en cuanto a días a brotación con un promedio de 25,79 días, seguido por el tratamiento con profundidad de incisión de 3 cm con 31,88 días y el tratamiento con menor profundidad de incisión con 37,65 días. Para la variable días a transplante a semillero, todos los tratamientos mostraron una respuesta similar para las diferentes profundidades de incisión. La tasa de crecimiento relativo con respecto a la altura de brotes (LB) permitió concluir que el tratamiento con menor profundidad de incisión fue el que presentó una mayor tasa de crecimiento.

Palabras clave: propagación asexual, cormos, TCR.

ABSTRACT

To evaluate PIF technique on FHIA 21 variety, corms ranging from 200-300 g were multiplied. A complete randomized design was used to distribute the treatments consisting of three croosed wound deep (1,5 cm, 3 cm and 4,5 cm) with 16 replicates each. The number of shoots per corm (NB), days to bud (DB), days to transplant (DTS) and shoot lenght (LB) were evaluated. Deepest wound induced the highest shoot per corm average (2,83) and precocity in terms of days to bud with 25,79 days average, followed by 3 cm deep wound with 31,88 days and 37,65 days for 1,5 cm deep. Days to transplant had a similar response in all treatments. With respect to relative growth rate the 1,5 cm deep wound induced the highest growth rate.

Key words: asexual propagation, corms, RGR.

¹Departamento de Fitotecnia, Universidad de Caldas, Calle 65 # 26-10, A.A. 275, Tel: (6) 8781500 ext. 16615. E-mail: carolina.zamorano@ucaldas.edu.co; jaserna6@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

En las especies cuya propagación es asexual, como el plátano, se han desarrollado diferentes técnicas de propagación para obtener propágulos en volumen y calidad adecuada. Existen varias técnicas de multiplicación en plantas de la familia Musaceae, la multiplicación natural o tradicional, realizada por la mayoría de los agricultores, tiene el inconveniente de que no se obtienen los hijos cuando se desea ni en la cantidad que se desea (Bakelana y Mpanda, 2000).

Es frecuente el uso de propágulos que varían en tamaño, peso, desarrollo y además, de poca pureza varietal, esto ocasiona plantaciones heterogéneas con bajos rendimientos por área (Muñoz y Vargas, 1996). Los cormos que se usan en las siembras comerciales para la reproducción pueden pesar 0,5 a 5 Kg (Landaverde, 1999). Por otro lado, el potencial de brotación de los cormos de plátano ha originado la puesta en práctica de diferentes metodologías, cuyo principio fundamental ha sido el de inducir la brotación de yemas (o hijos) y acelerar el proceso de producción de material de siembra en altos volúmenes (Aguas y Martínez, 2003).

En la técnica denominada TRAS (Técnica de Producción Acelerada de Semilla), propuesta por Aguilar *et al.* (2004), los cormos se depositan en bandejas acondicionadas con sustratos y la inhabilitación meristemática se logra con cortes de un centímetros de profundidad, los rebrotes se transplantan mes y medio después en bolsas plásticas, y se producen un promedio de 16 a 24 yemas por cormo (Aguilar *et al.*, 2004). Una técnica similar en la que se estimula la brotación de yemas pero en campo sobre plantas madres que se han cortado cinco o seis meses después de la emergencia. Aguas y Martínez (2003) reportan la producción de hasta 16 nuevos colinos por unidad productiva. Möise (2005) propuso una técnica para la multiplicación *in vivo* de plátano que consiste en una multiplicación masiva *in vivo* y que denominó PIF (plantas obtenidas a partir de fragmentos de rizoma, por sus siglas en francés), reportando una producción de hasta 20 plántulas por cormo. En Colombia, Corpoica utiliza los beneficios y ventajas de las técnicas *in vitro* junto al potencial de brotación de los cormos en una

técnica denominada "inducción de brotes" (Aranzazu *et al.*, 2005). Con esta técnica se han obtenido plantas libres de plagas y enfermedades, y Corpoica ha contribuido con un esquema para la multiplicación rápida de propágulos de plátano junto a otras que tradicionalmente se utilizan en las zonas productoras (Castrillón y Grisales, 2007).

La posibilidad de tener propágulos libres de nematodos por lapsos de tiempo prolongados, cuando se siembran en suelos libres de musáceas, es una ventaja importante en zonas donde los nematodos son limitantes (Molina, 1989). A pesar de las ventajas del cultivo de tejidos, la producción de plantas bajo esas técnicas son económicamente difíciles de implementar por agricultores tradicionales, de ahí la necesidad de documentar métodos rápidos asociados a modelos convencionales mejorados que puedan brindar alternativas valiosas para la utilización de propágulos de alta calidad. El poder contar con otro método alternativo al del cultivo *in vitro* brindaría la oportunidad de ofrecer semilla en un tiempo corto y a un precio razonable para el productor, guardando las características de sanidad y calidad varietal (Muñoz, 1999).

Los materiales producidos por la Fundación Hondureña de Investigación Agrícola, y conocidos por las siglas FHIA, son materiales que se cultivan en varias regiones del mundo, son de excelente calidad y se sitúan en lugar preferencial para el consumo en fresco, cocido verde o maduro (Guzmán, 2005); sin embargo, existe escasa información sobre la propagación *in situ* y la respuesta de los materiales a técnicas de multiplicación masiva. Es por esto que se planteó evaluar la respuesta de proliferación de cormos del híbrido de plátano FHIA-21 a través de la técnica de PIF, así como establecer el número promedio de brotes y plántulas por cada cormo. Resulta importante dentro de la técnica determinar qué profundidad de corte de los cormos genera mayor proliferación de plantas y evaluar la calidad fitosanitaria del material producido bajo el manejo propuesto en la Granja Montelindo de la Universidad de Caldas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se llevó a cabo en la Granja Montelindo de la Universidad de Caldas ubicada en el Municipio de Palestina (Caldas) a 5° 5' latitud norte y 75°40' longitud oeste, a una altitud de 1.050 msnm, con temperatura media de 23 °C, humedad relativa del 76%, precipitación anual de 2.100 mm y suelos de origen volcánico de la clase Typic Distrandept (Aristizábal y Herrera, 2003). La fase de campo de este trabajo se inició en enero de 2008 y culminó en mayo del mismo año.

El material vegetal consistió de hijos espada menores de 40 cm de altura que fueron removidos de la planta madre mediante un palín. Al cormo extraído se le eliminaron las raíces y se lavaron para eliminar restos de suelo, para evitar la diseminación de nematodos se eliminaron cerca de 5 mm de la capa externa del tallo. Las vainas fueron removidas de las hojas y el pseudotallo fue reducido a 3 cm arriba del nudo de la última vaina foliar removida. En total fueron 48 los cormos utilizados. La plántula proveniente del pseudotallo se mantuvo en un área limpia y seca sin estar en contacto con el suelo aproximadamente 192 horas (ocho días).

Después de las 192 horas de secado se procedió a aplicar cortes cruzados a los cormos con el propósito de eliminar la dominancia apical para estimular la brotación de yemas laterales. Se manejaron tres profundidades de corte 1,5 cm (superficial), 3 cm (medio), 4,5 cm (profundo) que definieron los tratamientos con 16 repeticiones para un total de 48 unidades experimentales. Para el manejo de nematodos, se eliminaron completamente las raíces del cormo y se lavaron. A las 192 horas después de haberlos secado a la sombra y realizar las incisiones, se sumergieron por espacio de una hora en una solución de carbofuran 4 mg L⁻¹ y propiconazol 2 mg L⁻¹. A los 45 días después de la siembra en el germinador se aplicó una solución de *Paecilomyces lilacinus* en drench con el propósito de que estos colonizaran las raíces de los cormos y contribuyeran al manejo y prevención del ataque de nematodos.

El germinador consistió en una cama de concreto de 30 m de largo por 1 m de ancho y a una altura de 60 cm del suelo, sobre esta se depositó una capa delgada de gravilla y se colocó arena fina previamente solarizada. Los cormos se ubicaron en el germinador a una distancia entre plantas de 15 cm, se cubrieron con una capa de arena de 3 cm, y se cubrieron con una capa plástica de polietileno. A las 24 horas después de establecidos se regaron con abundante agua.

El criterio para el transplante se tomó con base en la cantidad de hojas emitidas por los brotes y la altura de los mismos, así para poder ser transplantados se necesitaba que tuvieran de tres a cinco hojas y una altura de 13 cm desde la base del tallo hasta la inserción de la última hoja emitida. Las plantas se llevaron a bolsas de polietileno (40 x 30 cm) que se llenaron con suelo de textura franco arenosa tamizado (5% de M.O), se ubicaron en un almácigo cubierto con polisombra para la aclimatación de las plántulas y se asperjaron con una solución de fertilizante foliar con nitrógeno (50 g L⁻¹), fósforo (50 g L⁻¹) y potasio (50 g L⁻¹), además de aminoácidos libres (90 g L⁻¹), a razón de 2 cc L⁻¹.

El conteo de nematodos se hizo en muestras colectadas de plantas que ya habían cumplido su ciclo de aclimatación en el semillero, con altura promedio de 25 cm. Se llevó a cabo mediante la técnica de la centrifuga y flotación en azúcar (Castaño, 1998). La práctica de extracción se realizó en el laboratorio de Fitopatología perteneciente al programa de Agronomía de la Universidad de Caldas.

El experimento consistió de un factorial con tres tratamientos (tres profundidades de incisión) y 16 repeticiones por tratamiento para un total de 48 unidades experimentales las cuales fueron distribuidos con un DCA. Las variables que se evaluaron fueron: número de brotes (N brotes) días a brotación (DB), días a transplante (DTS), longitud de brotes (LB). Debido a que el número de brotes no tuvo una distribución normal, se transformaron con $(X + 0,5)^{1/2}$ antes del análisis estadístico. Se hizo un análisis de varianza mediante el programa STATGraphics 5.1[®] y las

medias del número de brotes se separaron mediante la prueba de Newman-Keuls, las demás variables, sin transformación, se analizaron mediante la prueba DMS al 5%.

Las medias por tratamiento y por brote se graficaron en una hoja de cálculo de Excel. Para la variable altura de brotes (LB) se calculó la tasa de crecimiento relativo (TCR), con base en la siguiente fórmula:

$$TCR = \frac{\ln L_2 - \ln L_1}{t_2 - t_1}$$

Con ésta se denota el incremento en longitud (L) por unidad de tiempo (t). La unidad de tiempo se tomó a los 29, 36, 43, 50, 57, 64, 71, 78, 92 y 106 días después de siembra. La tasa se calculó inicialmente por brote, tomando la longitud a los diferentes días, posteriormente se calculó la tasa por tratamiento promediando la tasa de los diferentes brotes, la pendiente de la ecuación de regresión de la tasa de crecimiento por tratamiento correspondió a la tasa de crecimiento por día.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los datos colectados (Tabla 1) muestran que no hubo diferencias significativas ($Pr > 0,05$) en los tratamientos evaluados. La proliferación de chupones en los cormos fue muy baja con diferentes profundidades de incisión (1,5 cm; 3cm ó 4,5cm) con respecto a los 15 brotes que reporta Bakelana (2005) al inducir brotación de FHIA 21. Es posible que el material vegetal de 40 cm, en desarrollo vegetativo, tuviera una menor capacidad de brotación. Según Martínez *et al.* (2004), las yemas cuyo desarrollo fisiológico no se ha completado se presentan menos aptas para brotar y para producir una planta. Estas yemas no aptas para brotar son las localizadas en la parte

más interna del cormo, más cerca del meristemo apical y por consiguiente las más recientemente formadas.

López (1989) evaluando tres técnicas de propagación vegetativa en plátano Dominico Hartón enano, encontró que se producía un mayor número de propágulos en la fase vegetativa, argumentando que en ésta las plantas presentan las mejores condiciones para el desarrollo y crecimiento de las yemas del cormo, porque en ella ocurre la mayor translocación de los fotosintatos hacia los órganos subterráneos.

La tabla 1 muestra el promedio de días a brotación por tratamiento desde el momento de la siembra hasta la aparición de los chupones o brotes. La mayor profundidad de incisión (4,5 cm) fue la que indujo una mayor precocidad en la brotación con 26,79 días, mientras que la menor profundidad de incisión (1,5 cm) promovió una mayor duración para la brotación (37,65 días), observándose diferencias estadísticamente significativas ($Pr < 0,05$) entre éstos dos tratamientos.

La precocidad en el tratamiento con incisión de 4,5 cm se puede deber a que esa profundidad ocasionó una mayor fragmentación, y las yemas que se encontraban en dichos fragmentos tenían mayor independencia; contrario a lo que sucedió con incisiones de 1,5 cm, en el cual hubo menor profundidad y por lo tanto menor fragmentación del cormo. Esto hizo que las primeras yemas que brotaron inhibieran el desarrollo de las demás yemas, ocasionando un mayor número de días para que brotaran nuevas yemas. La única técnica que ha reportado profundidad de incisión es la de Aguilar *et al.* (2004) quienes mencionan que 1 cm es la profundidad necesaria para inhabilitar el meristemo del cormos de al menos 2 Kg de peso; sin embargo, esa profundidad no fue

Tabla 1. Efecto de los tratamientos sobre la producción de chupones del híbrido FHIA 21 con la técnica PIF.

Profundidad incisión (cm)	Promedio de chupones (número)	Días a brotación	Días a trasplante
1,5	2,25 a	37,65 a	83,04 a
3,0	2,58 a	31,88 ab	87,38 a
4,5	2,83 a	26,79 b	84,32 a

suficiente en cormos de FHIA 21, posiblemente porque los cormos de este híbrido alcanzan pesos mayores, incluso con respecto a los que se utilizan de Dominico Hartón que son los más comunes en la regiones productoras de plátano.

Martínez *et al.* (2004) trabajando con técnicas de multiplicación en plátano, encontraron que con la técnica de segmentación de rizoma se produjo una mayor proliferación en comparación con propágulos enteros, pero con un mayor número de días a brotación; en éste estudio se observó una menor proliferación y menor número de días a brotación con la mayor profundidad de incisión, y más días a brotación con la menor profundidad de incisión.

En la figura 1 se relaciona la tasa de emisión de brotes por tratamiento, observándose que en todos los tratamientos hubo un máximo de brotación de cuatro brotes. Bakelana (2005) trabajando con cormos de FHIA 21, provenientes de hijos tipo espada de más o menos 1 m de altura, lograron inducir hasta 15 brotes en 60 días. La diferencia en el número de brotes podría relacionarse con la altura de los brotes obtenidos para la obtención de cormos para inducir la brotación; sin embargo, Aguilar *et al.* (2004) reportaron tres brotes cada 45 días, que se acerca a lo que se observó en los cormos del híbrido evaluado.

Cuando se aplicó una profundidad de incisión de 1,5 cm se observó un mayor número de días para la brotación entre el primer brote y el último, contrario a lo que pasó con incisiones de 4,5 cm y 3cm, en los cuales el número de días a brotación entre el primero y el último fue menor, con 16 días para la mayor profundidad, 20,8 para incisiones de 3 cm y 50,13 para incisiones de 1,5 cm. Ésta diferencia denota la relación inversa del promedio de días a brotación con la profundidad de las incisiones.

La tabla 1 relaciona el número de días promedio que demoraron los brotes en ser transplantados al semillero. Para el transplante se consideró una altura mínima de 13 cm porque estaba relacionada con brotes de tres a cinco hojas y un sistema radicular bien formado que garantizaría un bajo porcentaje de mortalidad en semillero. Los resultados muestran que no hubo diferencia significativa ($Pr > 0,05$) para los diferentes tratamientos en cuanto a éste parámetro. La relación de los días transplante a semillero de acuerdo al orden de brotación para los diferentes tratamientos, mostró en promedio, para todos los tratamientos, que el primer brote se transplantó a los 70 días y el último a los 95 días.

Con incisiones de 3 cm y 4,5 cm hubo menor uniformidad en los días a brotación para la secuencia de brotación. Esta observación

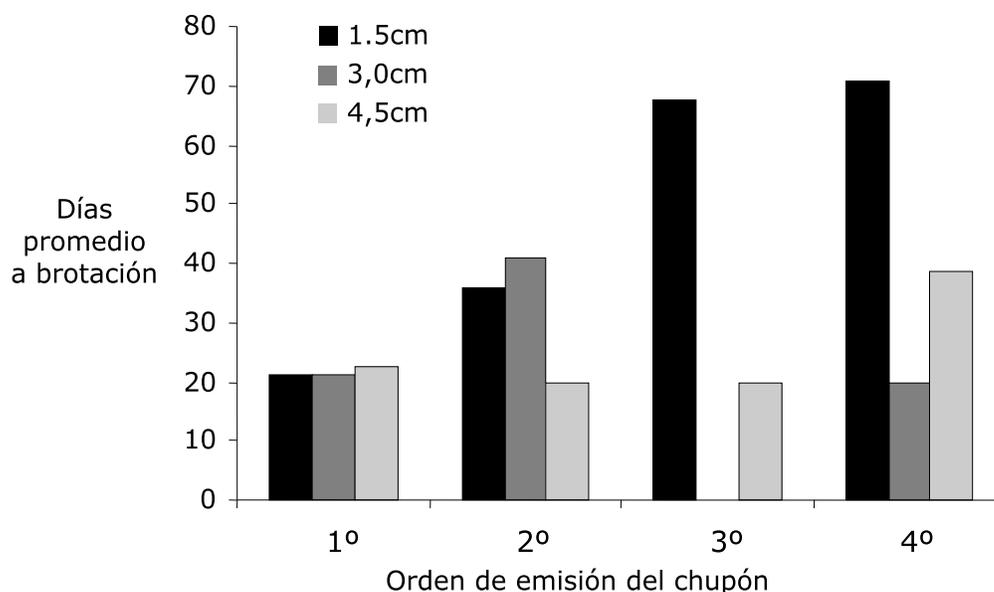


Figura 1. Relación de la tasa de emisión de brotes de cormos de FHIA-21 utilizando la técnica PIF.

sustenta que en las repeticiones, los brotes entre sí no emergieron el mismo día como sucede en el tratamiento con incisiones de 3 cm, en el cual el primer brote emergió a los 20 días, el segundo a los 40 días y el tercero y cuarto a los 20 días, en promedio.

La figura 2 muestra las tasas de crecimiento relativo tomadas desde el momento de la siembra para las diferentes profundidades de incisión. Los valores muestran que hubo una mayor tasa de crecimiento de los brotes en el tratamiento donde las incisiones fueron menos profundas (1,5 cm) y esa tendencia puede estar asociada a que en éste tratamiento, la dominancia apical permitió un mayor crecimiento de varios brotes. El tratamiento que tuvo menor tasa de crecimiento fue el de mayor profundidad de incisión (4,5 cm) lo que se relacionaría con una mayor dominancia del primer brote. El modelo lineal se ajustó perfectamente a los datos con un muy buen factor de correlación (> 95%).

Si bien la técnica de Aguilar *et al.* (2004) no proporciona tasas de crecimiento de los rebrotes si menciona que los rebrotes de los cormos en camas con sustrato alcanzarían entre 10 y 15 cm después de 45 días, que se podría asimilar a un aumento en la altura de los brotes a razón de 0,22 a 0,33 cm por día. Los brotes de FHIA 21,

alcanzaron aproximadamente 13 cm después de 50 (incisiones de 1,5 cm) y 60 días (incisiones de 4,5 cm) en las condiciones evaluadas, lo que se asumiría como 0,21 a 0,26 cm por día, que es un poco menor al propuesto por Aguilar *et al.* (2004) pero que estaría relacionado tal vez con condiciones ambientales que no se describen con detalle en la metodología así como el material que se está propagando. Möise (2005) no hace referencia a los días en que los brotes alcanzan la altura óptima de transplante así como las otras técnicas de multiplicación masiva mencionadas.

La calidad fitosanitaria del material producido se evaluó con base en un análisis de nematodos, porque éstos son una amenaza importante para el híbrido FHIA 21, en una muestra de 100 g de raíz se encontraron 60 individuos de *Helicotylenchus* spp. y 20 saprófitos. Al comparar éstos datos con los obtenidos por Guzmán y Castaño (2005) en raíces de ésta variedad y en una muestra de 100 g, se refleja una disminución del 98% de la población ya que éstos obtuvieron 3096 individuos comparados con 60 obtenidos en éste material, este resultado puede estar asociado al manejo realizado a los cormos como fue eliminación de raíces, tratamiento con carbofurán y la inoculación con *Paecilomyces lilacinus*.

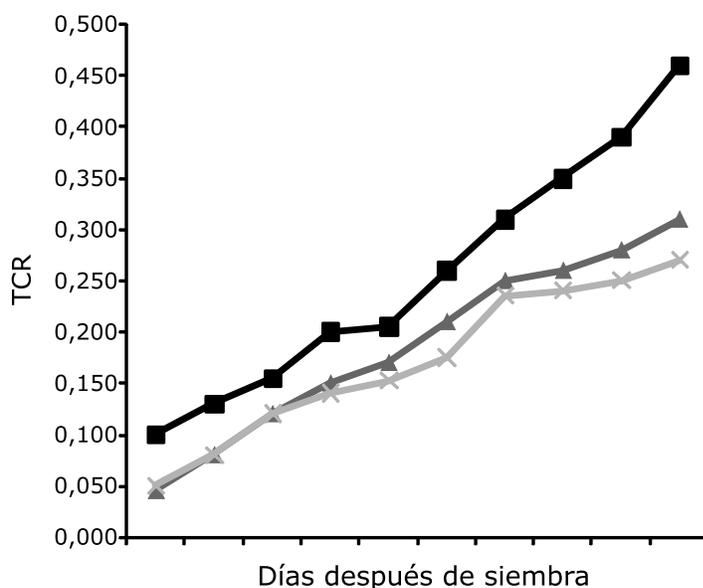


Figura 2. Tasas de crecimiento relativo (TCR) para las profundidades de incisión evaluadas en la inducción de proliferación de cormos de FHIA-21 mediante la técnica PIF.

CONCLUSIONES

- El híbrido FHIA 21 mostró una baja proliferación de brotes, trabajando con la técnica PIF.
- No se presentaron diferencias estadísticas en la variable número de brotes para los diferentes tratamientos.
- El tratamiento que presentó una mayor precocidad en cuanto a la variable días a brotación fue el de mayor profundidad de incisión (4.5cm).
- No hay diferencia en los días a transplante relacionado con la profundidad de incisión de los cormos.
- El tratamiento que presentó una mayor tasa de crecimiento relativo fue el que tenía menor profundidad de incisión.

AGRADECIMIENTOS

A la Vicerrectoría de Investigaciones y Posgrados de la Universidad de Caldas por el apoyo financiero para la realización de los trabajos del Grupo Plátano.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguas, A. y Martínez, M. 2003. Técnicas rápidas para la multiplicación de semillas de plátano. Boletines Divulgativos Ecorregión Caribe (COL). URL: http://www.turipana.org.co/esquema_platano.htm. [Accedido: 27-07-09].
- Aguilar, M.; Reyes, C. y Acuña, P. 2004. Métodos alternativos de propagación de semilla agámica de plátano (*Musa* sp.). Guía técnica Nº 1, Universidad Agraria de Nicaragua. URL: <http://www.una.edu.ni/Textos/nf02a283m.pdf>. [Accedido: 16-08-08].
- Aranzazu, H.; Valencia, M.; Arcila, P.; Arias, C.; Bolaños, B.; Castellanos, C.; Pérez, J. y Rodríguez, M. 2005. El cultivo de plátano. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria, CORPOICA, Manizales, 155p.
- Aristizábal, M. y Herrera, J. 2003. Caracterización del crecimiento y producción de híbridos y cultivariedades de plátano en Colombia. *InfoMusa* 12(2): 22-24.
- Bakelana, K. y Mpanda. 2000. Multiplication des bananiers par décorticage de la souche. *Infomusa* 9(2): 26-27.
- Bakelana K. 2005. Participation of farmers in the evaluation and dissemination of improved banana cultivars in Bas-Congo Province, DRC. Results of the first three years of activity. *Musafrica* 16:11-13.
- Castaño, J. 1998. Prácticas de Laboratorio de Fitopatología. Centro Editorial Universidad de Caldas, Manizales, 103p.
- Castrillón, C. y Grisales, J. 2007. Semilla de alta calidad de plátano: Un salto del tradicionalismo a la oportunidad de desarrollo empresarial para pequeños productores del Departamento de Caldas. Convenio Secretaría de Agricultura de Caldas y CORPOICA, Manizales, 80p.
- Guzmán, O. y Castaño, J. 2005. Reconocimiento de nematodos fitopatógenos en plátanos Dominico Hartón (*Musa* AAB Simmonds), África, FHIA-20 Y FHIA-21 en la granja Montelindo, municipio de Palestina (Caldas), Colombia. Memorias II Seminario Internacional sobre Producción, Comercialización e Industrialización del Plátano. Editores S.A., Manizales, p176-181.
- Landaverde, R. 1999. El Cultivo del Plátano. URL: http://www.engormix.com/el_cultivo_platano_s_articulos_758_AGR.htm. [Accedido: 03-07-08].
- López, M. 1989. Evaluación de tres técnicas de propagación vegetativa en plátano Dominico Hartón enano (*Musa* AAB Simmonds). Tesis Ingeniero Agrónomo, Universidad de Caldas, Manizales.

- Martínez, G.; Tremont, O. y Hernández, J. 2004. Manual técnico para la propagación de musáceas. Revista Digital del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias de Venezuela. URL: <http://www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n4/texto/gmartinez.htm>. [Accedido: 22-07-08].
- Möise, K. 2005. Horticultural techniques of mass multiplication in vivo: an alternative to tissue culture: case of PIF technique on bananas, CARBAP Camerún. Memorias del II Seminario Internacional sobre Producción, Comercialización e Industrialización del Plátano. Editores S.A., Manizales, p37-42.
- Molina, M. 1989. Plantas de cultivo de tejidos y de reproducción rápida, una alternativa para obtener material libre de nematodos. ASBANA (CRI) 13(32):14-19.
- Muñoz, C. 1999. Efecto del regulador de crecimiento 6-Benzilaminopurina (BA) en la multiplicación rápida de plátano (*Musa AAB*) cv. 'Curraré'. CORBANA Revista (CRI) 25 (52): 205-210.
- Muñoz, C. y Vargas, H. 1996. Evaluación de la metodología de "multiplicación rápida" en plátano (*Musa AAB*). CORBANA Revista (CRI) 21(46):141-144.