

USO DEL PECTIMORF® EN EL ENRAIZAMIENTO *IN VITRO* DE PLANTAS DEL CULTIVAR FHIA 21 (*Musa* spp., AAAB)

Alexis Frías Mogena¹, Misterbino Borges García^{2*} y Reisel Destrade Batista¹.

¹Biofábrica Granma, Carretera Bayamo-Manzanillo km 17, Apdo. 21, Bayamo, CP 85 100, Granma, Cuba.

²Centro de Estudios de Biotecnología Vegetal, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Granma.

*Autor para la correspondencia: mborgesg@udg.co.cu.

RESUMEN

El biorregulador del crecimiento Pectimorf®, se ha empleado con éxito en la propagación *in vitro* de diferentes cultivares de plátanos y bananos, en particular en la fase de enraizamiento. La investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia del uso de Pectimorf® en el enraizamiento *in vitro* del cultivar 'FHIA-21' (*Musa* spp., AAAB) y su efecto residual en la fase de aclimatización. Se adicionó Pectimorf® (2,0; 5,0; 8,0 mg l⁻¹) y ácido indol acético (AIA) 1,3 mg l⁻¹ (control) en el medio de cultivo MS. A los 15, 18 y 21 días se tomaron aleatoriamente 25 plantas *in vitro* (de un total de 250 plantas por tratamiento con tres réplicas), a las cuales se les determinaron: porcentaje de enraizamiento, número y longitud de raíces (cm); grosor de las raíces (mm). Las plantas se transfirieron a la fase de aclimatización y al cabo de 45 días se determinó: supervivencia (%), altura de la planta (cm), grosor del pseudotallo (cm) y número de hojas, en 40 plántulas aclimatizadas por tratamiento. Los resultados demostraron que la incorporación en el medio de cultivo MS de 5 mg l⁻¹ Pectimorf® fue una alternativa factible en el enraizamiento y posterior aclimatización de plantas *in vitro* de plátano cultivar 'FHIA-21' en sustitución del AIA.

Palabras clave: biorreguladores del crecimiento, micropropagación, oligosacáridos, plátanos y bananos.

PECTIMORF® USE IN THE *IN VITRO* ROOTING OF 'FHIA-21' (*Musa* spp., AAAB) CULTIVAR PLANTS

ABSTRACT

Pectimorf® growth biorregulator has been successfully used in the *in vitro* propagation of different plantain and bananas cultivars, mainly in the rooting phase. The research on Pectimorf® effect of *in vitro* rooting of 'FHIA-21' (*Musa* spp., AAAB) and its residual influence in the acclimatization stage was carried out. Pectimorf® (2,0; 5,0; 8,0 mg l⁻¹) and indole acetic acid (IAA) 1,3 mg l⁻¹ (control) were added in the MS culture medium. At 15, 18 and 21 days after culture 25 *in vitro* plants were taken randomly (from 250 plants per treatment with three replicate) to which were determined: rooting percentage, number and length (cm) of roots and root thickness (mm). The plants were transferred to the acclimatization stage and after 45 days, the number of acclimatized plants per treatment was established in 40. Survival (%), plant height (cm), pseudo stem thickness (cm) and number of leaves were taken into account as the variables for the investigation.

The results showed that incorporation the 5 mgL⁻¹ Pectimorf® into MS culture medium was a feasible alternative in the rooting and subsequent acclimatization of 'FHIA-21' cultivar *in vitro* plants.

Keywords: growth biorregulators, micropropagation, oligosaccharides, plantains and bananas.

INTRODUCCIÓN

En Cuba, los plátanos y bananos constituyen un reglón de elevada prioridad dentro del programa alimentario nacional, debido a su capacidad de producir todos los meses del año, su elevado potencial productivo, arraigado hábito de consumo y diversidad de usos (Borges *et al.*, 2015).

En la micropropagación de plátanos y bananos intervienen varios factores que deben ser optimizados a fin de lograr los mejores resultados en las diferentes fases de la micropropagación (Orellana *et al.*, 2002). El bajo coeficiente de multiplicación es uno de los más importantes y de mayor influencia en la eficiencia del proceso de producción de plantas *in vitro* de plátanos y bananos en las biofábricas, el cual puede estar condicionado por elementos como los medios de cultivo (Martínez *et al.*, 2009).

Son numerosas las investigaciones de un grupo de sustancias bioactivas o estimuladoras del crecimiento en Cuba y otros países, las cuales pueden utilizarse como sustitutos parciales o totales de los reguladores del crecimiento comúnmente empleadas en los medios de cultivo de los esquemas de micropropagación; dentro de este grupo está el Pectimorf®, mezcla de oligosacáridos de origen péptico, que ha sido empleado para promover diferentes procesos en plantas, tanto *in vitro* como *ex vitro* (Falcón *et al.*, 2015).

Los protocolos actuales emplean ácido indol acético (AIA) en la fase de enraizamiento *in vitro* del cultivar 'FHIA-21' (*Musa* spp., AAAB) a escala comercial (Orellana, 2009). Sin embargo, no se han realizado investigaciones sobre el uso de diferentes concentraciones de Pectimorf® en el medio de cultivo sobre el enraizamiento de las plantas *in vitro* y su efecto ulterior en la adaptación de las plántulas aclimatizadas.

La investigación tuvo como objetivo evaluar el uso del Pectimorf® en el enraizamiento *in vitro* del cultivar 'FHIA-21' (*Musa* spp., AAAB) y su efecto residual en la fase de aclimatización.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Biofábrica de Granma perteneciente a la UEB Semillas Granma en colaboración con el Centro de Estudios de Biotecnología Vegetal de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Granma, Bayamo, Cuba.

Material vegetal

Se emplearon plantas *in vitro* del cultivar 'FHIA-21' (*Musa* spp., AAAB) en el séptimo subcultivo. El material vegetal de origen procedió de plantas élites del banco de donantes en condiciones de campo de la Biofábrica de Granma, el cual fue certificado por el Departamento de Sanidad Vegetal de la provincia de Granma. Para su establecimiento y multiplicación *in vitro* se empleó el protocolo

para la micropropagación de plátanos y bananos mediante órganogénesis (Orellana, 2009).

Medios de cultivo y condiciones de crecimiento *in vitro*

Se utilizó el medio de cultivo basal compuesto por las sales de Murashige y Skoog (1962) (MS) al 100 % de su concentración, vitaminas MS, sacarosa 30 g l⁻¹ y agar E (Biocen) 7,5 g l⁻¹. Una vez preparado el medio de cultivo, el pH se ajustó a 5,8 y las variaciones se regularon con HCl (0,1N) y NaOH (0,1N) antes de la esterilización con Vitrofur® (35 mg l⁻¹). El medio de cultivo se distribuyó a razón de 80 ml en recipientes de cultivo de 700 ml de capacidad y se mantuvieron en reposo tres días antes de su uso, para detectar cualquier contaminación por microorganismos.

La siembra del material vegetal en los recipientes de cultivo se efectuó bajo cabina de flujo laminar horizontal. Las condiciones de cultivo en las cámaras de crecimiento de luz solar fueron: temperatura, (25±2) °C; humedad relativa, 70-80 %, intensidad luminosa de 40 µE m⁻² s⁻¹ y duración del fotoperíodo de 12 horas luz.

Enraizamiento de plantas *in vitro*

Con el objetivo de evaluar el efecto de diferentes concentraciones de Pectimorf® en el enraizamiento de plantas *in vitro* se aplicó un diseño completamente aleatorizado con 250 explantes por tratamiento (25 explantes por frasco). Estos consistieron en la utilización en el medio de cultivo para la fase de enraizamiento de distintas concentraciones de Pectimorf®: 2 mg l⁻¹ (tratamiento 1), 5 mg l⁻¹ (tratamiento 2), 8 mg l⁻¹ (tratamiento 3) y ácido indol acético (AIA) 1.3 mg l⁻¹ como control (tratamiento 4).

A los 15, 18, 21 días se tomaron aleatoriamente 25 plantas *in vitro* (de un total de 250 plantas por tratamiento con tres repeticiones) a las cuales se les calculó el porcentaje de enraizamiento, se cuantificó el número de raíces por planta, se midió la longitud (cm) y el grosor de las raíces (mm).

Aclimatización de plantas *in vitro*

Este experimento se realizó con el propósito de determinar el efecto residual de diferentes concentraciones de Pectimorf® aplicadas en la fase de enraizamiento sobre la aclimatización de las plantas *in vitro*.

Como material vegetal se emplearon plantas *in vitro* procedentes de la fase de enraizamiento según los tratamientos establecidos en el experimento anterior con cuatro repeticiones y 70 plantas *in vitro* cada una en correspondencia con las bandejas de poliuretano de 70 alvéolos con 100 cm³ de capacidad empleadas. Se usó como sustrato 100 % de materia orgánica compuesta por estiércol bovino con calidad certificada por el laboratorio provincial de suelos de Granma.

Se colocó una planta por pocillo. Las bandejas fueron ubicadas en casa de cultivo cubierta por una malla plástica (Sarán), que permite un flujo de fotones fotosintéticos de 60 µmol m⁻² s⁻¹ (López, 2007). El fotoperíodo fue de aproximadamente de 12 horas luz y la temperatura media de 33 ± 2°C. El riego se realizó mediante sistema Microjet con una frecuencia de un riego diario a plena capacidad del sustrato. Después de 45 días de cultivo se determinó en 40 plántulas por tratamiento, las siguientes variables: supervivencia (%), altura de la planta (cm), grosor del pseudotallo (cm) y número de hojas.

Análisis estadístico

Se aplicó un análisis de varianza de clasificación simple con prueba de comparación de medias de Tukey al 5 % de probabilidad del error. Para comprobar la normalidad de los datos se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov y para la homogeneidad de varianzas la prueba de Bartlett. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa *Statistica for Windows*, versión 10.0 (StatSoft, 2011).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se demostró que puede utilizarse Pectimorf® para el enraizamiento de plantas *in vitro* del cultivar 'FHIA- 21' (*Musa* spp., AAAB) y que su efecto depende de la concentración. Cuando se incorporó al medio de cultivo a razón de 5 y 8 mg l⁻¹ (tratamiento 2 y 3) proporcionó valores significativamente superiores ($p \leq 0,05$) de enraizamiento a los 15 días de cultivo sin diferencias con el tratamiento control (AIA 1,3 mg l⁻¹) y sí con el tratamiento 1 (2 mg l⁻¹) (Tabla 1). Se alcanzó 100 % de enraizamiento a partir de los 15 días de cultivo.

Tabla 1. Efecto del Pectimorf® en el porcentaje de enraizamiento de plantas *in vitro* de plátano clon 'FHIA- 21' (*Musa* spp., AAAB).

Tratamientos (mg l ⁻¹)	Tiempo (días)	
	15	18
Pectimorf® 2,0	80 b	100
Pectimorf® 5,0	100 a	100
Pectimorf® 8,0	100 a	100
AIA 1,3 (Control)	96 a	100
EE	3,80	

Medias con letras distintas por columnas difieren significativamente para $p \leq 0,05$ según prueba de Tukey. EE: error estándar.

Varias investigaciones han demostrado la estimulación del enraizamiento y el desarrollo vegetativo con el uso de Pectimorf®, en diferentes plantas en condiciones *in vitro* (Izquierdo, 2013; Suarez *et al.*, 2013; Borges *et al.*, 2015; Falcón *et al.*, 2015; Posada *et al.*, 2016; Borges *et al.*, 2017). Los resultados de este trabajo confirman informes previos sobre el efecto del Pectimorf® (Falcón *et al.*, 2015), que dependió de la concentración y genotipo, a partir de 5 mg l⁻¹ incrementó significativamente el porcentaje de enraizamiento sin diferencias con el control (AIA 1,3 mg l⁻¹) desde los 15 días de cultivo.

A los 21 días de cultivo *in vitro* el Pectimorf® influyó sobre el número, longitud y grosor de las raíces de las plantas *in vitro* de 'FHIA-21' (*Musa* spp., AAAB) (Tabla 2, Figura 1). Los valores fueron significativamente superiores ($p \leq 0,05$) cuando se adicionaron al medio de cultivo 5 y 8 mg l⁻¹ (tratamientos 2 y 3) sin diferencias con el tratamiento control (AIA 1,3 mg l⁻¹).

Tabla 2. Influencia del Pectimorf® en el número, longitud y grosor de las raíces de plantas *in vitro* del cultivar 'FHIA- 21' (*Musa spp.*, AAAB) a los 21 días de cultivo *in vitro*.

Tratamientos (mg l ⁻¹)	Número de raíces/planta	Longitud de las raíces (cm)	Grosor de las raíces (mm)
Pectimorf® 2,0	3,1 b	4,5 b	1,0 b
Pectimorf® 5,0	3,8 a	6,6 a	1,6 a
Pectimorf® 8,0	3,9 a	6,8 a	1,5 a
AIA 1,3 (Control)	3,6 a	6,3 a	1,4 a
EE	0,1	0,1	0,05

Medias con letras distintas por columnas difieren significativamente para $p \leq 0,05$ según prueba de Tukey. EE: error estándar



Figura 1. Plantas *in vitro* del cultivar 'FHIA- 21' (*Musa spp.*, AAAB) en fase de enraizamiento a los 21 días en medio de cultivo MS + Pectimorf® 5 mg l⁻¹.

Según Suárez y Hernández (2015) el Pectimorf® es considerado un potente elicitor de defensa en plantas y estimulante del crecimiento y diferenciación celular de distintas especies vegetales.

Estos resultados evidencian un efecto auxínico/citoquinínico del Pectimorf® a las concentraciones de 5 y 8 mg l⁻¹. El papel auxínico ejerce un mayor alargamiento celular, lo que se pone de manifiesto claramente en los aumentos significativos de la longitud de las raíces del cultivar 'FHIA 21' (*Musa spp.*, AAAB).

Son numerosos los trabajos que corroboran que el Pectimorf® tiene un efecto similar a las auxinas, en el cultivo *in vitro* de plantas (Borges *et al.*, 2017; Falcón *et al.*, 2015). Posada *et al.* (2016) han demostrado un efecto auxínico sinérgico de esta sustancia con el ácido indol butírico (AIB) en el enraizamiento en plantas de papaya (*Carica papaya* L.), donde el mayor número de plantas con raíces, así

como el mayor porcentaje de supervivencia, se obtuvo en el tratamiento con 9 mg l⁻¹ de Pectimorf® combinado con 2 mg l⁻¹ de AIB, en ausencia de sacarosa en el medio de cultivo y utilizando la zeolita como soporte.

El efecto citoquinínico del Pectimorf® a las concentraciones de 5 y 8 mg l⁻¹ se expresó en una mayor actividad de división celular lo que se evidenció en los incrementos significativos de los indicadores vegetativos número y grosor de las raíces de las plantas *in vitro* del cultivar 'FHIA 21' (*Musa* spp., AAAB). Con relación a ello, diferentes autores han mostrado un marcado papel citoquinínico en los principales indicadores vegetativos de plantas *in vitro* en un rango de 5 a 10 mg l⁻¹ (Suarez *et al.*, 2013; Falcón *et al.*, 2015; Borges *et al.*, 2017).

Resultados semejantes logrados por Izquierdo (2013) en la fase de enraizamiento de plantas *in vitro* de 'FHIA 18' (*Musa* spp., AAAB), mostraron que la inclusión de Pectimorf® como sustituto del AIA en el medio de cultivo MS a razón de 5 mg l⁻¹ tributó a un 100 % de supervivencia y de enraizamiento de las plantas. Los resultados de esta investigación indicaron que el uso de este biorregulador es una alternativa factible en sustitución del AIA en el medio de cultivo.

En la fase de aclimatación las plantas que provenían de los tratamientos 2 y 3 (Pectimorf®, 5 y 8 mg l⁻¹) arrojaron un porcentaje de supervivencia (100 %) significativamente superior (p≤0,05) al tratamiento 1 donde se incluyó esta sustancia bioactiva en el medio de cultivo a razón de 2 mg l⁻¹, sin diferencias con el tratamiento control (98 %). También se observó un desarrollo morfológico normal de las plántulas.

Igualmente, las plantas provenientes de los tratamientos con 5 y 8 mg l⁻¹ de Pectimorf® en el medio de cultivo mostraron los mayores valores para las variables altura de la planta, número de hojas y grosor del pseudotallo (p≤0,05) (Tabla 3, Figura 2) en la fase de aclimatación, sin diferencias con el tratamiento control (AIA 1,3 mg l⁻¹).

Tabla 3. Efecto del Pectimorf® sobre la supervivencia, altura de la planta, número de hojas y grosor del pseudotallo de plantas *in vitro* de cultivar 'FHIA 21' (*Musa* spp., AAAB) a los 45 días de aclimatación.

Tratamientos (mg l ⁻¹)	Supervivencia (%)	Altura de la planta (cm)	Número de hojas	Grosor del pseudotallo (mm)
Pectimorf® 2,0	86,00 b	24,50 b	3,80 b	5,40 b
Pectimorf® 5,0	100,00 a	37,76 a	5,50 a	9,00 a
Pectimorf® 8,0	100,00 a	35,25 a	5,80 a	9,24 a
AIA 1,3 (Control)	94,00 a	33,10 a	5,20 a	8,50 a
EE	1,0	0,97	0,16	0,24

Medias con letras distintas por columnas difieren significativamente para p≤0,05 según prueba de Tukey. EE: error estándar.



Figura 2. Plántulas del cultivar 'FHIA 21' (*Musa* spp., AAAB) a los 45 días de aclimatización procedentes del medio de cultivo de enraizamiento MS + 5 mg l⁻¹ Pectimorf®.

La influencia residual de la adición de Pectimorf® en el medio de cultivo de enraizamiento también se determinó en la fase de aclimatización, donde no se encontraron diferencias significativas de las variables evaluadas a las plantas que se enraizaron en presencia de 5 y 8 mg l⁻¹ con el control AIA (1,3 mg l⁻¹). Este efecto remanente favorable en la fase de aclimatización fue referido en plántulas de banana cultivar 'FHIA 18' (*Musa* spp., AAAB) con el uso de Pectimorf® 2 mg l⁻¹ (Borges *et al.*, 2015) y de ñame 'Blanco de guinea' (*Dioscorea rotundata* Poir) con el empleo de Pectimorf® 6 mg l⁻¹ (Borges *et al.*, 2017) en el medio de cultivo MS en la fase de enraizamiento.

Como se aprecia, se produjo un incremento (5 %) de la supervivencia de las plántulas en los tratamientos con 5 y 8 mg l⁻¹ de Pectimorf®. Resultados similares han sido logrados (Izquierdo, 2013) al evaluar la influencia del Pectimorf® en la aclimatización de plantas *in vitro* de banana (*Musa* spp.) del clon FHIA 18 durante la inmersión de las raíces de las plantas *in vitro* durante 15 minutos antes de su plantación y la aspersión foliar con el oligogalacturónido a diferentes concentraciones (1, 5 y 10 mg l⁻¹); 15 días después de la plantación se incrementó la supervivencia de las plántulas en un 8 % aproximadamente con respecto al control (AIA).

De igual forma, Borges *et al.* (2017) obtuvieron un aumento en la supervivencia (7 %) de las plántulas de ñame 'Blanco de guinea' (*Dioscorea rotundata* Poir) con el uso de Pectimorf® 6 mg l⁻¹ en el medio de cultivo MS en la fase de enraizamiento

con relación al control (AIA), los cuales atribuyen esta respuesta a un efecto residual de este biorregulador debido a una mayor acumulación de sustancias de reservas en la fase *in vitro*, que propicia una mayor resistencia y tolerancia a las condiciones del estrés durante esta fase de aclimatización, se recuperan más rápido las plántulas y presentan mejores condiciones para su trasplante definitivo a campo.

La incorporación de Pectimorf® 5 mg l⁻¹ al medio de cultivo también influyó sobre los valores de altura de las plantas, número de hojas y grosor del pseudotallo, sin diferencias con el control AIA. Estos resultados corroboraron el resultado de la fase de enraizamiento de que el regulador del crecimiento AIA puede ser sustituido por este biorregulador a esa concentración, como una alternativa factible debido a que es un producto bioactivo de producción nacional más barato y de fácil adquisición.

En el cultivo del banano cultivar FHIA 18 (*Musa* spp., AAAB) se obtuvieron resultados semejantes (Izquierdo, 2013) con la adición de Pectimorf® en el medio de cultivo MS sobre la altura de la planta, el número de hojas y grosor del pseudotallo en la fase de aclimatización, donde observaron un incremento significativo de estos parámetros y una disminución del estrés abiótico inducido por las técnicas de cultivo *in vitro* (menor contenido de prolina foliar) con adición de Pectimorf® en el medio de cultivo de enraizamiento a partir de 5 mg l⁻¹ y un efecto favorable en esta etapa de micropropagación.

También se observó que a la concentración de Pectimorf de 2 mg l⁻¹ se alcanzaron los valores significativos más bajos en los indicadores morfológicos evaluados. Esto pudo estar dado a que no se alcanzó el balance hormonal adecuado, para inducir el incremento significativo de los procesos de desarrollo vegetativo de las plantas *in vitro* en fase de enraizamiento, de modo que resultó necesario una mayor adición exógena del Pectimorf® a partir de 5 mg l⁻¹. Esto confirma que generalmente la respuesta del Pectimorf® como biorregulador en el cultivo *in vitro* de muchas plantas se logra a partir de 5 mg l⁻¹ (Falcón *et al.*, 2015).

Finalmente se ha declarado que la respuesta de esta mezcla de oligogalacturónidos (Falcón *et al.*, 2015; Suárez y Hernández, 2015), cuyo efecto es similar al de las auxinas o citoquininas, puede estar dada principalmente al balance hormonal del explante y de la composición de reguladores del crecimiento en el medio de cultivo.

CONCLUSIONES

El uso del Pectimorf® a razón de 5,0 mg l⁻¹ en el medio de cultivo MS es una alternativa factible en el enraizamiento de las plantas *in vitro* de plátano 'FHIA-21' (*Musa* spp., AAAB) con un efecto residual favorable en las plántulas aclimatizadas.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos el apoyo brindado por el proyecto Nacional del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), "Desarrollo de bioestimulantes para la protección y beneficio de cultivos de interés económico", en especial a su coordinador, Dr.C. Alejandro Falcón Rodríguez.

BIBLIOGRAFÍA

- BORGES, M.; O. GONZÁLEZ; D. REYES; M. RODRÍGUEZ; A. VILLAVICENCIO y E. ESTRADA. 2017. Respuesta de plantas *in vitro* de ñame clon 'Blanco de guinea' al uso del Pectimorf®. *Cultivos Tropicales*, 38(2):129-136.
- BORGES, M.; D. REYES; J.M. ZAYAS y R. DESTRADE. 2015. Efecto de Pectimorf® en el enraizamiento *in vitro* de plantas de 'FHIA-18' (*Musa* AAAB). *Bioteología Vegetal*, 15(4): 227-232.
- FALCÓN, A.B.; D. COSTALES; D. GONZÁLEZ y M.C. NÁPOLES. 2015. Nuevos productos naturales para la agricultura: las oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*, 36: 111-129.
- IZQUIERDO, H. 2013. Empleo de nuevas sustancias como reguladores del crecimiento en la micropropagación del banano (*Musa* spp.) cultivar 'FHIA- 18' (AAAB). Tesis en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. La Habana. 102 pp.
- LÓPEZ, J. 2007. Nueva metodología para el desarrollo de la embriogénesis somática en el cultivar de plátano vianda Navolean. Tesis presentada en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agrícolas. Universidad de Ciego de Ávila, Centro de Bioplasmas. Ciego de Ávila, Cuba, 100p.
- MARTÍNEZ, S.; M. FONTES; O. PÉREZ; M. ADAY y L. GARCÍA. 2009. Efecto de la forma de corte y división de los brotes sobre la multiplicación *in vitro* de tres cultivares de plátanos y bananos. *Bioteología Vegetal*, 9(3):183-190.
- MURASHIGE, T. y F. SKOOG. 1962. A revised medium for rapid growth and biossays with tobacco tissue culture. *Physiologia Plantarum*, 15 (3): 473-497.
- ORELLANA, P. 2009. Protocolo para la micropropagación de cultivares de plátanos y bananos empleando la organogénesis convencional. IBP. Santa Clara.
- ORELLANA, P.; L. GARCÍA; I. BERMÚDEZ; N. VEITÍA y C. ROMERO. 2002. Manejo de hijos y ápices de cultivares de *Musa* spp. para iniciar la micropropagación y comportamiento durante seis subcultivos *in vitro*. *Bioteología vegetal*, 2(2): 77-81.
- POSADA, L.; Y. PADRÓN; J. GONZÁLEZ; R. RODRÍGUEZ; R. BARBÓN; O. NORMAN; R. RODRÍGUEZ y R. GÓMEZ. 2016. Efecto del Pectimorf® en el enraizamiento y la aclimatización *in vitro* de brotes de papaya (*Carica papaya* L.) cultivar Maradol Roja". *Cultivos Tropicales*, 37(3): 50-59.
- STATSOFT. 2011. STATISTICA (data analysis software system) [en línea]. Ver. 10, [Windows], Ed. StatSoft, Inc., US, Disponible en: <http://www.statsoft.com>.
- SUÁREZ, L. y M.M. HERNÁNDEZ. 2015. Efecto del Pectimorf® en el cultivo de ápices de plantas *in vitro* de yuca (*Manihot esculenta* Crantz), clones 'CMC-40' y 'Señorita'. *Cultivos Tropicales*, 36(4):55-62.
- SUÁREZ, L.; D.V. SAVATIN; G. SALVI; G. DE LORENZO; F. CERVONE y S. FERRARI. 2013. The non-traditional growth regulator Pectimorf is an elicitor of defense responses and protects *Arabidopsis* against *Botrytis cinerea*. *Journal of Plant Pathology*, 95(1):177-180.