

# 08

---

Fecha de presentación: septiembre, 2021

Fecha de aceptación: octubre, 2021

Fecha de publicación: diciembre, 2021

## **MICROPROPAGACIÓN DEL PLÁTANO CULTIVAR ENANO GUANTANAMERO (MUSA SPP., AAB) CON EL EMPLEO DEL PECTIMORF®**

## MICROPROPAGATION OF ENANO GUANTANAMERO PLATAIN CULTIVAR (MUSA SPP., AAB) WITH THE USE OF THE PECTIMORF®

Misterbino Borges García<sup>1</sup>

E-mail: [mborges@udg.co.cu](mailto:mborges@udg.co.cu)

ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-2052-7294>

Diana María Reyes Avalos<sup>2</sup>

E-mail: [dreyesa@udg.co.cu](mailto:dreyesa@udg.co.cu)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2305-387X>

Alexis Frías Mojena<sup>3</sup>

E-mail: [friasmojenaalexis@gmail.com](mailto:friasmojenaalexis@gmail.com)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0798-5618>

<sup>1</sup> Universidad de Granma. Cuba.

<sup>2</sup> Centro Universitario Municipal Jiguaní. Granma. Cuba.

<sup>3</sup> Biofábrica Granma. Granma. Cuba.

### Cita sugerida (APA, séptima edición)

Borges García, M., Reyes Avalos, D. M., & Frías Mojena, A. (2021). Micropropagación del plátano cultivar enano guantanamero (*Musa spp.*, AAB) con el empleo del Pectimorf®. *Revista Científica Agroecosistemas*, 9(3), 67-73.

### RESUMEN

El plátano cultivar Enano Guantanamero (*Musa spp.*, AAB), es uno de los más cultivados en Cuba, sin embargo, los nuevos biorreguladores del crecimiento, como el Pectimorf®, no se ha utilizado en la propagación in vitro de este cultivar. Esta investigación tuvo como objetivo mejorar el proceso de propagación masiva de plantas in vitro de plátano cultivar Enano Guantanamero (*Musa spp.*, AAB) mediante el uso del Pectimorf® solo (5 y 10 mg. L<sup>-1</sup>) y combinado con reguladores del crecimiento (AIA y BAP) en la fase de multiplicación y enraizamiento in vitro. Se aplicó un diseño completamente aleatorizado con tres replicas por cada tratamiento. A los 21 días se evaluó en las plantas in vitro en las fases de multiplicación (número de brotes; altura del pseudotallo; número de hojas y número de raíces) y enraizamiento (altura del pseudotallo; número de hojas por planta, número de raíces, longitud de la raíz; masa seca foliar y masa seca de las raíces). La experiencia de innovación biotecnológica en la micropropagación del plátano cultivar Enano Guantanamero (*Musa spp.*, AAB) con el uso del Pectimorf® mejoró de manera significativa el proceso de propagación masiva de plantas in vitro donde se demostró que la combinación BAP 4 mg. L<sup>-1</sup> + Pectimorf® 10 mg.L<sup>-1</sup> sustituye el AIA 0,65 mg.L<sup>-1</sup> en la fase de multiplicación, y el AIA 1.3 mg.L<sup>-1</sup> + Pectimorf® 10 mg.L<sup>-1</sup> tuvo un efecto sinérgico en la fase de enraizamiento de las plantas in vitro.

### Palabras clave:

Biorreguladores del crecimiento, enraizamiento, multiplicación, plantas in vitro, reguladores del crecimiento vegetal.

### ABSTRACT

The Enano Guantanamero plantain cultivar (*Musa spp.*, AAB), is one of the most cultivated in Cuba; however, new growth bioregulators, such as Pectimorf®, have not been used in the in vitro propagation of this cultivar. The objective of this research was to improve the process of mass propagation of in vitro plants of Enano Guantanamero plantain cultivar (*Musa spp.*, AAB) by using Pectimorf® alone (5 and 10 mg L<sup>-1</sup>) and combined with growth regulators (AIA and BAP) in the multiplication and rooting phase in vitro. A completely randomized design with three replicates per treatment was applied. After 21 days, plants were evaluated in vitro in the multiplication (number of shoots; pseudostem height; number of leaves and number of roots) and rooting phases (pseudostem height; number of leaves per plant, number of roots, root length; leaf dry mass and root dry mass). The experience of biotechnological innovation in the micropropagation of banana cultivar Dwarf Guantanamero (*Musa spp.*, AAB) with the use of Pectimorf® significantly improved the process of mass propagation of plants in vitro where it was demonstrated that the combination of BAP 4 mg. L<sup>-1</sup> + Pectimorf® 10 mg.L<sup>-1</sup> replaced AIA 0.65 mg.L<sup>-1</sup> in the multiplication phase, and AIA 1.3 mg.L<sup>-1</sup> + Pectimorf® 10 mg.L<sup>-1</sup> had a synergistic effect on the rooting phase of in vitro plants.

### Keywords:

Growth bioregulators, rooting, multiplication, in vitro plants, plant growth regulators.

## INTRODUCCIÓN

El plátano se cultiva en todas las regiones tropicales y tiene una importancia fundamental para las economías de muchos países en desarrollo. En términos de valor bruto de producción, el plátano es el cuarto cultivo alimentario más importante del mundo, después del arroz, el trigo y el maíz según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (2020).

El uso de las técnicas de cultivo *in vitro* para la micropropagación del plátano abre un nuevo camino, dado por las ventajas que el mismo ofrece con relación a los métodos tradicionales de propagación de este cultivo.

El cultivar Enano Guantanamero (*Musa spp.*, AAB), es uno de los que más se planta en Cuba por el interés que tiene entre los productores como plátano vian-da. Aunque se propaga *in vitro* de forma rutinaria en las biofábricas en Cuba, la eficiencia de este proceso puede estar condicionada por factores como el medio de cultivo, lo que pudiera influir en un bajo coeficiente de multiplicación. Además, este cultivar, al igual que otros, puede tener afectaciones en la supervivencia durante la fase de aclimatización.

Muchas son 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 empleados en los medios de cultivo de los esquemas de micropropagación en el campo de la biotecnología vegetal; dentro de este grupo está el Pectimorf®, que ha sido empleado para promover diferentes procesos en plantas, tanto *in vitro* como *ex vitro* (Borges, et al., 2017).

El Pectimorf® es un producto natural e inocuo, constituido por una mezcla de oligosacáridos biológicamente activos, obtenidos a partir de la pectina cítrica, cuyo principio activo es una mezcla de  $\alpha$ -1,4-oligogalacturonidos con grado de polimerización (GP) entre 9 y 16. Es considerado un potente elicitador de defensa en plantas y estimulante del crecimiento y diferenciación celular de distintas especies vegetales (Suárez & Hernández, 2015).

En Cuba el plátano se propaga de forma rutinaria en la Biofábricas con el empleo de los reguladores del crecimiento ácido indol acético (AIA) y bencil aminopurina (BAP) en el medio de propagación *in vitro* del cultivar Enano Guantanamero a escala comercial los cuales son adquiridos en moneda libremente convertible, lo que encarece el proceso de micropropagación. Sin

embargo, no se han realizado investigaciones acerca del uso de diferentes concentraciones de Pectimorf® en el medio de cultivo de propagación de las plantas *in vitro* y su efecto ulterior en la adaptación de las plántulas aclimatizadas, como una alternativa factible de utilización de los bioreguladores de producción nacional de bajo costo para mejorar la eficiencia del proceso biotecnológico.

Tomando en consideración lo antes expuesto, la presente investigación se planteó como objetivo mejorar el proceso de propagación masiva de plantas *in vitro* de plátano clon Enano Guantanamero en las fases de multiplicación y enraizamiento mediante el uso del Pectimorf® en el medio de cultivo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en la Biofábrica Granma en colaboración con el Centro de Estudios de Biotecnología Vegetal (CEBVEG) de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Granma.

**Material vegetal.** Se utilizaron plantas élites sanas de plátano cultivar Enano Guantanamero provenientes del banco de donantes en condiciones de campo de la Biofábrica de Granma. Se seleccionaron hijos homogéneos, con una altura entre 25-30 cm, el cual fue certificado por el Laboratorio Provincial Sanidad Vegetal de Granma. La selección de este clon obedeció al hecho de ser un material de elevada producción y resistente a plagas con gran interés agrícola y comercial en el país.

El establecimiento, multiplicación y enraizamiento *in vitro* se realizó según protocolo para la micropropagación de plátanos y bananos con empleo de la organogénesis directa (Izquierdo, 2013).

### Efecto del Pectimorf® (10 mg. L<sup>-1</sup>) solo y combinado con BAP y AIA en la fase de multiplicación de plantas *in vitro* de plátano cultivar 'Enano Guantanamero'

El experimento se realizó con la finalidad de evaluar el efecto del Pectimorf® (10 mg. L<sup>-1</sup>) solo y combinado con BAP y AIA en la fase de multiplicación de plantas *in vitro* de plátano. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con 250 explantes por tratamiento y tres réplicas. Las variantes experimentales consistieron en la utilización de Pectimorf® (10 mg. L<sup>-1</sup>) solo y combinado con BAP y AIA en el medio de cultivo MS (Tabla 1). El experimento se evaluó durante cuatro subcultivos consecutivos.

Tabla 1. Tratamientos evaluados en la multiplicación *in vitro* de los explantes de plátano cultivar 'Enano Guantanamero' (*Musa* spp., AAB) con Pectimorf® (10 mg. L<sup>-1</sup>) solo y combinado con BAP y AIA en el medio de cultivo MS.

Tratamientos	Reguladores del crecimiento (mg.L <sup>-1</sup> )		
	BAP	AIA	Pectimorf®
1 C	4	0,65	-
2	4	-	10
3	-	0,65	10
4	-	-	10

Leyenda: BAP, 6-bencilaminopurina; AIA, ácido indol-3-acético y C, Control

A los 21 días, después de la siembra de 25 explantes por magenta (10 magentas por tratamiento) se tomaron aleatoriamente 25 plantas *in vitro*, a las cuales se les determinaron las siguientes variables: número de brotes; altura del pseudotallo (cm) y número de hojas y raíces.

### Influencia de diferentes concentraciones de Pectimorf® solo y combinado con AIA en el enraizamiento de plantas *in vitro* de plátano cultivar 'Enano Guantanamero'

El experimento tuvo como propósito determinar el efecto de diferentes concentraciones de Pectimorf® solo y combinado con AIA en el enraizamiento de plantas *in vitro* de plátano cultivar 'Enano Guantanamero' (*Musa* spp., AAB).

Las variantes experimentales consistieron en la utilización de distintas concentraciones de Pectimorf® solo y combinado con AIA en el medio de cultivo MS en la fase de enraizamiento (Tabla 2).

Tabla 2. Tratamientos evaluados para el enraizamiento *in vitro* de los explantes de plátano cultivar 'Enano Guantanamero' (*Musa* spp., AAB) con distintas concentraciones de Pectimorf® solo y combinado con AIA en el medio de cultivo MS.

Tratamientos	Reguladores del crecimiento (mg.L <sup>-1</sup> )	
	AIA	Pectimorf®
1 C	1,3	-
2	1,3	5
3	-	5

Tabla 3. Efecto de Pectimorf® (10 mg.L<sup>-1</sup>) solo y combinado con BAP y AIA en el número de brotes de plantas *in vitro* de plátano del cultivar 'Enano Guantanamero' (*Musa* spp. AAB) a los 21 días de cultivo en la fase de multiplicación durante cuatro subcultivos.

Tratamientos	Concentraciones (mg.L <sup>-1</sup> )			Número de brotes			
	BAP	AIA	Pectimorf®	S1	S2	S3	S4
1C	4	0,65	-----	1,36 <sup>a</sup>	1,67 <sup>a</sup>	1,83 <sup>a</sup>	1,95 <sup>a</sup>
2	4	-----	10	1,40 <sup>a</sup>	1,69 <sup>a</sup>	1,87 <sup>a</sup>	1,98 <sup>a</sup>
3	-----	0,65	10	1,04 <sup>b</sup>	1,06 <sup>b</sup>	1,12 <sup>b</sup>	1,16 <sup>b</sup>
4	-----	-----	10	1,00 <sup>b</sup>	1,03 <sup>b</sup>	1,10 <sup>b</sup>	1,12 <sup>b</sup>
EE				0,04	0,05	0,05	0,06

4	1,3	10
5	-	10

Leyenda: AIA, ácido indol-3-acético y C, Control

El diseño, tamaño de muestra y evaluaciones se realizó idem experimento anterior. También se determinó la longitud de la raíz (cm).

**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 Levene. Todos los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico InfoStat.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Efecto del Pectimorf® (10 mg. L<sup>-1</sup>) solo y combinado con BAP y AIA en la fase de multiplicación de plantas *in vitro* de plátano cultivar 'Enano Guantanamero'

En la tabla 3 se presentan los resultados del efecto del Pectimorf® (10 mg. L<sup>-1</sup>) solo y combinado con BAP y AIA en la fase de multiplicación de plantas *in vitro* de plátano cultivar 'Enano Guantanamero' sobre el número de brotes a los 21 días de cultivo durante cuatro subcultivos consecutivos. Se observó que los mayores valores significativos correspondieron al tratamiento control (BAP 4 mg. L<sup>-1</sup> + AIA 0,65 mg. L<sup>-1</sup>) y el tratamiento 2 (BAP 4 mg. L<sup>-1</sup> + Pectimorf® 10 mg.L<sup>-1</sup>) los cuales difieren del resto de los tratamientos evaluados. También en todos los tratamientos se aprecia un incremento del número de brotes en la medida que aumentan los subcultivos desde el primero hasta el cuarto.

Se observó en esta fase que los brotes presentaron un 100 % de supervivencia. Resultados semejantes fueron logrados por Izquierdo (2013), al utilizar el Pectimorf® a razón de 1 mg. L<sup>-1</sup> en sustitución de AIA (0,6 mg. L<sup>-1</sup>) y además, el medio de cultivo se suplementó con BAP (4 mg. L<sup>-1</sup>). Los explantes emitieron 2,06; 2,26; 2,33 y 3,00 brotes en los cuatro subcultivos respectivos y superaron el total de brotes emitidos por los explantes de los dos controles. Estos resultados son superiores a los obtenidos en esta investigación, lo que puede deberse a que son genotipos diferentes.

Leyenda: BAP, 6-bencilaminopurina; AIA, ácido indol-3-acético; C, Control y S, Subcultivo. Medias con letras distintas difieren significativamente según la prueba de Tukey,  $p < 0,05$ . EE, Error Estándar.

Los resultados anteriores evidencian que el Pectimorf® a razón de 10 mg. L<sup>-1</sup> en el medio de cultivo en combinación con el BAP 4 mg.L<sup>-1</sup>, favoreció de manera significativa el número de brotes, y de esta manera sustituye el AIA a la concentración de 0,65 mg.L<sup>-1</sup>, que es el objetivo fundamental de esta fase. Al parecer de esta manera se logró un balance hormonal auxina/citoquinina más efectivo, que permite la división y elongación celular y por ende, la emisión de los brotes.

Como se muestra en la tabla 4, el efecto de Pectimorf® (10 mg. L<sup>-1</sup>) solo y combinado con BAP y AIA en todas las combinaciones con Pectimorf® (Tratamientos 2 y 3) y Pectimorf® (Tratamiento 4), a razón de 10 mg.L<sup>-1</sup> solo se presentó un efecto significativo sobre el número de raíces, lo que demuestra el potente efecto estimulador de este bioproducto en la formación de raíces del cultivar 'Enano Guantanamero' (AAB) a los 21 días de cultivo.

Estos resultados concuerdan con los alcanzados por Izquierdo (2013), al evaluar el empleo de nuevas sustancias como reguladores del crecimiento en la micropropagación del banano clon 'FHIA- 18' (*Musa* spp. AAB), donde obtuvo un 100 % de supervivencia y de enraizamiento cuando se utilizó Pectimorf® (10 mg. L<sup>-1</sup>) como sustituto del AIA.

Tabla 4. Efecto de Pectimorf® (10 mg. L<sup>-1</sup>) solo y combinado con BAP y AIA en el número de raíces de plantas *in vitro* de plátano del cultivar 'Enano Guantanamero' (*Musa* spp., AAB) a los 21 días de cultivo en la fase de multiplicación durante cuatro subcultivos.

Tratamientos	Concentraciones (mg.L <sup>-1</sup> )			Número de raíces			
	BAP	AIA	Pectimorf®	S1	S2	S3	S4
1C	4	0,65	-----	0,30 <sup>b</sup>	0,32 <sup>b</sup>	0,45 <sup>b</sup>	0,79 <sup>b</sup>
2	4	-----	10	1,44 <sup>a</sup>	1,93 <sup>a</sup>	2,30 <sup>a</sup>	3,56 <sup>a</sup>
3	-----	0,65	10	1,34 <sup>a</sup>	2,24 <sup>a</sup>	2,96 <sup>a</sup>	3,88 <sup>a</sup>
4	-----	-----	10	1,12 <sup>a</sup>	2,20 <sup>a</sup>	2,80 <sup>a</sup>	3,60 <sup>a</sup>
EE				0,03	0,04	0,1	0,2

Leyenda: BAP, 6-bencilaminopurina; AIA, ácido indol-3-acético; C, Control y S, Subcultivo. Medias con letras distintas difieren significativamente según la prueba de Tukey,  $p < 0,05$ . EE, Error Estándar

Sin embargo, para las variables altura del pseudotallo (Tabla 5) y número de hojas (Tabla 6), no existieron diferencias significativas entre los tratamientos evaluados, lo que sugiere que el Pectimorf® tiene un mayor efecto en el número de brotes y sistema radical de las plántulas.

Resultados superiores para la altura del pseudotallo y el número de hojas fueron alcanzados por Izquierdo (2013), al evaluar el empleo de nuevas sustancias como reguladores del crecimiento en la micropropagación del banano cultivar 'FHIA- 18' (AAB), donde las plantas *in vitro* que se obtuvieron con Pectimorf® (10 mg. L<sup>-1</sup>) presentaron los mejores resultados en cuanto a la altura del pseudotallo (4,89 cm) y al número de hojas (5,70).

Estos resultados evidencian un efecto auxínico/citoquinínico del Pectimorf® a la concentración de 10 mg L<sup>-1</sup> (Tratamiento 3) y de manera sinérgica en combinación con el BAP 4 mg. L<sup>-1</sup> (Tratamiento 2). El papel citoquinínico se manifestó en una mayor actividad de división celular, mostrado en el aumento significativo del número de brotes y raíces.

Tabla 5. Efecto de Pectimorf® (10 mg. L<sup>-1</sup>) solo y combinado con BAP y AIA en la altura del pseudotallo de plantas *in vitro* de plátano del cultivar 'Enano Guantanamero' (*Musa* spp., AAB) a los 21 días de cultivo en la fase de multiplicación durante cuatro subcultivos.

Tratamientos	Concentraciones (mg.L <sup>-1</sup> )			Altura del pseudotallo (cm)			
	BAP	AIA	Pectimorf®	S1	S2	S3	S4
1C	4	0,65	-----	1,02	1,18	1,10	1,11
2	4	-----	10	1,08	1,22	1,12	1,14
3	-----	0,65	10	1,00	1,27	1,30	1,37
4	-----	-----	10	1,00	1,66	1,39	1,34
EE				0,03	0,05	0,05	0,05



Leyenda: BAP, 6-bencilaminopurina; AIA, ácido indol-3-acético; C, Control y S, Subcultivo. No se presentó diferencias significativas entre las distintas medias de tratamientos según la prueba de Tukey,  $p < 0,05$ . EE, Error Estándar

El Pectimorf® es considerado un potente elicitador de defensa en plantas y estimulante del crecimiento y diferenciación celular de distintas especies vegetales (Suárez & Hernández, 2015).

La actividad auxínica, cuyo efecto fundamental es el alargamiento celular, se expresó a través de la variable altura de pseudotallo, al no mostrar diferencias significativas con el tratamiento control, lo que indica un efecto del Pectimorf® en este sentido, similar al del AIA (control).

En la fase de multiplicación *in vitro* se mostró un desarrollo vigoroso de las plantas en el tratamiento compuesto por BAP 4 mg. L<sup>-1</sup> + Pectimorf® 10 mg. L<sup>-1</sup>, sin diferencias estadísticas con el tratamiento control. Son numerosos los trabajos que corroboran que el Pectimorf® posee un efecto similar al de las auxinas y citoquininas, en el cultivo *in vitro* de plantas en un rango de 5 a 10 mg. L<sup>-1</sup> (Suárez, et al., 2013; Falcón, et al., 2015; Borges, et al., 2017).

Tabla 6. Efecto de Pectimorf® (10 mg. L<sup>-1</sup>) solo y combinado con BAP y AIA en el número de hojas de plantas *in vitro* de plátano del clon 'Enano Guantanamero' (*Musa spp.*, AAB) a los 21 días de cultivo en la fase de multiplicación durante cuatro subcultivos.

Tratamientos	Concentraciones (mg.L <sup>-1</sup> )			Número de hojas			
	BAP	AIA	Pectimorf®	S1	S2	S3	S4
1C	4	0,65	-----	1,43	2,00	2,24	2,32
2	4	-----	10	1,25	1,88	2,20	2,28
3	-----	0,65	10	1,24	1,92	2,68	2,84
4	-----	-----	10	1.18	1.98	2.32	2.56
EE				0.05	0.06	0.07	0.07

Leyenda: BAP, 6-bencilaminopurina; AIA, ácido indol-3-acético; C, Control y S, Subcultivo. No se presentó diferencias significativas entre las distintas medias de tratamientos según la prueba de Tukey,  $p < 0,05$ . EE, Error Estándar

También se observó que en la medida que aumentaba el subcultivo se incrementaba los valores de las distintas variables analizadas (Tablas 3, 4, 5 y 6), lo que indica un efecto acumulativo favorable de los reguladores del crecimiento y el biorregulador Pectimorf®. Sin embargo, este efecto fue estudiado por Izquierdo (2013), al evaluar el empleo de nuevas sustancias como reguladores del crecimiento en la micropropagación del banano cultivar 'FHIA- 18' (*Musa spp.*, AAB) y obtuvo resultados similares con el uso del Pectimorf® para las variables número de brotes y raíces, no así para la altura del pseudotallo.

Estos resultados demuestran que el Pectimorf® puede ser empleado como sustituto del AIA, que es una auxina importada y que tiene limitaciones debido a su degradación por la luz y la necesidad su empleo en un tiempo inferior a los 15 días, después de su preparación.

### Influencia de diferentes concentraciones de Pectimorf® solo y combinado con AIA en el enraizamiento de plantas *in vitro* de plátano cultivar "Enano Guantanamero"

En la fase de enraizamiento *in vitro* se comprobó (Tablas 7, Figura 1), al igual que en la fase de multiplicación *in vitro* una marcada influencia del Pectimorf® en la estimulación del enraizamiento con 100 % de las plantas enraizadas en todos los tratamientos (datos no mostrados) y el aumento significativo de los indicadores fundamentales del desarrollo vegetativo de las plantas en el tratamiento 4 (AIA 1,3 mg.L<sup>-1</sup> + Pectimorf® 10 mg.L<sup>-1</sup>), el cual difiere del resto de los tratamientos evaluados incluyendo el control (AIA 1,3 mg.L<sup>-1</sup>).

De manera similar fue la respuesta obtenida para las variables altura del pseudotallo y el número de hojas (datos no mostrados) donde los mejores resultados se alcanzaron con la combinación de AIA 1,3 mg. L<sup>-1</sup> + Pectimorf® 10 mg. L<sup>-1</sup> con diferencias significativas con el resto de los tratamientos (Tabla 7).

Tabla 7. Efecto de diferentes concentraciones de Pectimorf® solo y combinado con AIA en el número de raíces y longitud de las raíces de plantas *in vitro* de plátano cultivar Enano Guantanamero (*Musa* spp., AAB) a los 21 días de cultivo en la fase de enraizamiento.

Tratamientos	Concentraciones (mg.L <sup>-1</sup> )		Número de raíces	Longitud de las raíces (cm)
	AIA	Pectimorf®		
1C	1,3	-----	3,91 <sup>b</sup>	2,53 <sup>c</sup>
2	1,3	5	4,23 <sup>b</sup>	7,50 <sup>b</sup>
3	-----	5	3,77 <sup>b</sup>	7,20 <sup>b</sup>
4	1,3	10	5,40 <sup>a</sup>	10,08 <sup>a</sup>
5	-----	10	4,17 <sup>b</sup>	7,40 <sup>b</sup>
EE			0,80	0,90

Leyenda: AIA, ácido indol-3-acético; C, Control y S, Subcultivo. Medias con letras distintas difieren significativamente según la prueba de Tukey,  $p < 0,05$ . EE, Error Estándar



Figura 1. Plantas *in vitro* de plátano cultivar 'Enano Guantanamero' (*Musa* spp., AAB) en fase de enraizamiento en el medio MS + AIA 1.3 mg. L<sup>-1</sup> + Pectimorf® 10 mg. L<sup>-1</sup> a los 21 días de cultivo.

Por otro lado, Frías, et al. (2017), al utilizar Pectimorf® en el medio de cultivo MS a razón de 5 y 8 mgL<sup>-1</sup> durante la micropropagación vía organogénica de plantas *in vitro* de plátano cv 'FHIA- 21' (*Musa* spp., AAAB) proporcionó valores significativamente superiores ( $p \leq 0,05$ ) de enraizamiento a los 15 días (100 %) de cultivo sin diferencias con el tratamiento control (AIA 1.3 mgL<sup>-1</sup>). Estos autores demostraron que el uso del Pectimorf® a razón de 5.0 mgL<sup>-1</sup> en el medio de cultivo MS es una alternativa factible en el enraizamiento de las plantas *in vitro* de plátano cv 'FHIA-21' (*Musa* spp., AAAB) con un efecto residual favorable en las plántulas aclimatizadas.

Numerosas investigaciones han evidenciado la estimulación de la supervivencia y enraizamiento con el uso de Pectimorf®, en diferentes plantas *in vitro* (Posada, et al., 2016; Borges, et al., 2017).

## CONCLUSIONES

La micropropagación del plátano cultivar Enano Guantanamero (*Musa* spp., AAB) con el uso del Pectimorf® mejoró de manera significativa el proceso de propagación masiva de plantas *in vitro* donde se demostró que la combinación BAP 4 mg. L<sup>-1</sup> + Pectimorf® 10 mg.L<sup>-1</sup> sustituye el AIA 0,65 mg. L<sup>-1</sup> en la fase de multiplicación, y el AIA 1.3 mg.L<sup>-1</sup> + Pectimorf® 10 mg.L<sup>-1</sup> tuvo un efecto sinérgico en la fase de enraizamiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Borges, M., González, O., Reyes, D., Rodríguez, M., Villavicencio, A., & Estrada, E. (2017). Respuesta de plantas *in vitro* de ñame clon 'Blanco de guinea' al uso del Pectimorf®. *Cultivos Tropicales*, 38(2), 129-136.

- Falcón, A. B., Costales, D., González, D., & Nápoles, M.C. (2015). Nuevos productos naturales para la agricultura: las oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*, 36, 111-129.
- Frías, A., Borges, M., & Destrade, R. (2017). Uso del Pectimorf® en el enraizamiento *in vitro* de plantas de FHIA 21 (*Musa spp.*, AAAB). *Rev. Agricultura Tropical*, 3(2), 48-56.
- Izquierdo, H. (2013). Empleo de nuevas sustancias como reguladores del crecimiento en la micropropagación del banano (*Musa spp.*) cultivar 'FHIA- 18' (AAB). (Tesis doctoral). Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2020). Análisis del mercado de plátanos y bananos: resultados preliminares 2019. FAO. [http://www.fao.org/3/ca6911en/CA6911EN\\_TR4SP.pdf](http://www.fao.org/3/ca6911en/CA6911EN_TR4SP.pdf)
- Posada, I., Padrón, Y., González, J., Rodríguez, R., Barbón, R., Norman, O., Rodríguez, R., & Gómez, R. (2016). Efecto del Pectimorf® en el enraizamiento y la aclimatación *in vitro* de brotes de papaya (*Carica papaya* L.) cultivar Maradol Roja". *Cultivos Tropicales*, 37(3), 50-59.
- Suárez, L., Cervone, F., Hernández, M. M., & Sánchez, M. (2013). Aclimatización de plántulas de yuca (*Manihot esculenta*). Aporte al estudio de los mecanismos de acción de Pectimorf. (Ponencia). IX Congreso Internacional de Biotecnología Vegetal. Centro de Bioplantas de Ciego de Ávila, Cuba.
- Suárez, L., & Hernández, M. M. (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.