

EFECTO DE UNA MEZCLA DE OLIGOGALACTURÓNIDOS EN LA PROPAGACIÓN *In Vitro* DE LA YUCA (*Manihot esculenta* Crantz), VAR. CMC-40

L. Suárez[✉] y María M. Hernández

ABSTRACT. The present work was developed at the Department of Genetics and Plant Breeding from the National Institute of Agricultural Sciences (INCA), San José de las Lajas, Havana, with the objective to obtain excellent cassava (*Manihot esculenta* Crantz) vitroplants for acclimatization and evaluate the effect of an oligogalacturonide mixture (DP 7-16), known as Pectimorf®, on the culture medium employed for *in vitro* micropropagation of cassava, in order to substitute or minimize the concentrations of auxin naphthalene acetic acid (NAA). Doses of 5, 10 and 15 mg.L⁻¹ were used, besides the culture medium proposed by INIVIT for *in vitro* growth and rooting of cassava as control. After 21 days, leaf number, root number, fresh and dry weights were evaluated as well as vitroplant vigor. Results proved that it is feasible to substitute NAA in the growing media by Pectimorf® at 10 and 15 mg.L⁻¹.

Key words: cassava, *Manihot esculenta*, micropropagation, pectins

RESUMEN. El presente trabajo se desarrolló en el Departamento de Genética y Mejoramiento de Plantas, del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), San José de las Lajas, La Habana, con el objetivo de obtener vitroplantas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) óptimas para la adaptación y evaluar el efecto de una mezcla de oligogalacturónidos (GP 7-16), conocida como Pectimorf®, en el medio de cultivo empleado para la propagación *in vitro* de la yuca, a fin de sustituir o minimizar las concentraciones de auxina ácido naltalenacético (ANA). Las dosis fueron 5, 10 y 15 mg.L⁻¹, empleándose como control el medio de cultivo propuesto por el INIVIT para el crecimiento y enraizamiento *in vitro* de la yuca. Al cabo de los 21 días, se evaluaron el número de hojas, número de raíces, masas fresca y seca, así como el vigor de las vitroplantas obtenidas. Los resultados demostraron que es factible la sustitución del ANA en los medios referidos por el Pectimorf® a 10 y 15 mg.L⁻¹.

Palabras clave: mandioca, *Manihot esculenta*, micropropagación, pectinas

INTRODUCCIÓN

La yuca (*Manihot esculenta*, Crantz) constituye la cuarta fuente de energía en la alimentación humana producida en el trópico (1). Su producción mundial se sitúa alrededor de 152 millones de toneladas por año. La mitad de los 16 millones de hectáreas dedicadas al cultivo de la yuca se encuentran en África, un 30 % en Asia y el 20 % restante en América Latina (2).

En Cuba se ha cultivado a través de los años y se le da el nombre genérico de viandas a los tubérculos y raíces, dentro de los cuales se encuentran la yuca, la malanga, el boniato y el ñame, que son alimentos tradicionalmente producidos y consumidos en el país (3). Según la FAO, la producción nacional en el 2005 fue de 585 000 toneladas de raíces frescas y un rendimiento de 4,7 t.ha⁻¹, el cual se encuentra por debajo del rendimiento promedio mundial (10.9 tha⁻¹) (4).

El gobierno cubano realiza numerosos esfuerzos por alcanzar altos rendimientos en este cultivo, que permita

satisfacer la alta demanda del pueblo, lo cual representa una garantía en cuanto a su alimentación. Nuestros agricultores han perpetuado el cultivo de la yuca mediante la propagación vegetativa utilizando semillas asexuales (estacas) en siembras repetidas, lo que produce el decremento de los rendimientos debido a la diseminación y transmisión de plagas y enfermedades, las cuales se han acumulado en el material de plantación empleado (5).

La aplicación de las técnicas de cultivo *in vitro* a partir de la siembra de meristemos ofrece múltiples ventajas, entre ellas recuperar el vigor y la productividad de las plantas y, a su vez, pueden contribuir a la producción de 'semilla' de alta calidad, ya que permite la propagación de plantas libres de virus y cualquier otro patógeno (6).

La introducción de sustancias activas de producción nacional en la tecnología de regeneración *in vitro*, pudiera constituir una alternativa promisoría para mejorar la eficacia económica del proceso, a partir de insumos nacionales con el empleo de técnicas sencillas y confiables. Dentro de estas sustancias activas de producción nacional puede citarse el Pectimorf® (mezcla de oligogalacturónidos GP 7-16), obtenido en el Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), el cual se ha utilizado, entre otros, en la micropropagación de diferentes especies vegetales, como sustituto de los reguladores del cre-

Ms.C. L. Suárez, Investigador y Dra.C. María M. Hernández, Investigador Titular del Departamento de Genética y Mejoramiento Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700.

✉ Iguerra@inca.edu.cu

cimiento empleados tradicionalmente (7, 8, 9). Por lo que el objetivo fundamental fue evaluar la efectividad del Pectimorf®, como posible sustituto o complemento de la auxina ácido naltalenacético (ANA), con vistas a obtener vitroplantas de yuca con buen desarrollo y vigor.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se desarrolló en el Departamento de Genética y Mejoramiento de las Plantas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícola (INCA), San José de las Lajas, La Habana.

El material de partida fueron segmentos nodales de la zona central de plántulas de la variedad de yuca CMC-40 de aproximadamente 30 días de establecidas *in vitro*. Se utilizó el medio basal MS (10) modificado por el INIVIT (11). Se emplearon como variantes (Tabla I) dosis de 5, 10 y 15 mg.L⁻¹ de Pectimorf® (medios 2, 3 y 4), como sustituto de la auxina ácido naltalenacético (ANA) y se complementó la auxina con la dosis más baja de Pectimorf® (medio 1). El pH de los medios de cultivo fue ajustado a 5.7 en todos los casos, previo a la adición del agente solidificante.

Tabla I. Descripción de los tratamientos utilizados con el empleo del Pectimorf® en el crecimiento *in vitro* de segmentos nodales de yuca (*Manihot esculenta* Crantz). Medio control: MS/3, tiamina 0.13 mg.L⁻¹, Inositol 0.033 mg.L⁻¹, ANA 0.01 mg.L⁻¹, Sacarosa 20 g.L⁻¹, AGAR 6.5 g.L⁻¹, pH 5.7

Tratamientos	ANA (mg.L ⁻¹)	Pectimorf® (mg.L ⁻¹)
Control	0.01	0
Medio 1	0.01	5
Medio 2	-	5
Medio 3	-	10
Medio 4	-	15

Los entrenudos fueron implantados bajo cámara de flujo laminar en tubos de ensayo (25 X 150 mm) con 10 mL de medio sólido y se emplearon 24 explantes por tratamiento. El material vegetal fue colocado en cámaras de cultivo con temperatura de 25 ± 2°C, humedad relativa de 80-90 % y luz artificial con un fotoperiodo de 16 h luz y una intensidad luminosa de 18,75 µmol.m⁻².s⁻¹.

Para la evaluación se tomaron 10 explantes por cada tratamiento, realizándose las siguientes observaciones a los 21 días posteriores a la siembra: número de hojas, número de raíces, vigor, masas fresca y seca (mg). Se estableció una escala de 1 a 3 para evaluar el vigor de las vitroplantas, donde:

1. poco vigorosas
2. medianamente vigorosas
3. vigorosas

En el caso del número de hojas, los datos fueron transformados sumándose +1 a los valores de cada observación. Los datos obtenidos del número de hojas, nú-

mero de raíces y masas fresca y seca fueron procesados estadísticamente mediante un análisis de varianza de clasificación simple (ANOVA completamente aleatorizado). En caso de existir diferencias significativas entre las medias, se docimaron mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan al 5 %.

Los datos del vigor de las vitroplantas se procesaron estadísticamente mediante un análisis no paramétrico (Kruskal- Wallis) y se realizó la prueba de Chi Cuadrado para determinar si existen diferencias significativas entre ellos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Caracteres cuantitativos. Al analizar el número de hojas emitidas (Figura 1), se observaron diferencias significativas entre los tratamientos aplicados, resultando el tratamiento 3 (10 mg.L⁻¹ Pectimorf®) el que presentó un mayor valor, aunque no difirió significativamente de los tratamientos 2 y 4. El medio empleado como control, que contenía 0.01 mg.L⁻¹ de ANA resultó inferior, difiriendo significativamente del resto.

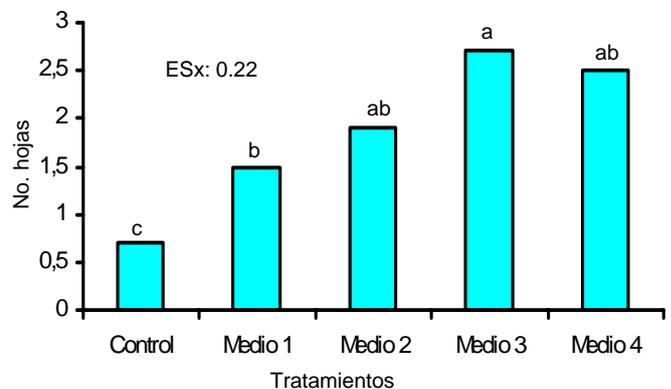


Figura 1. Efecto de las diferentes concentraciones de la mezcla de oligogalacturónidos sobre el número de hojas de vitroplantas de yuca var. CMC-40 (Medio control: 0.01 mg.L⁻¹ ANA; Medio 1: Combinación 0.01 mg.L⁻¹ ANA+5 mg.L⁻¹ Pectimorf®; Medio 2: 5 mg.L⁻¹ Pectimorf®; Medio 3: 10 mg.L⁻¹ Pectimorf®; Medio 4: 15 mg.L⁻¹ Pectimorf®)

En todos los casos, para este indicador, el empleo de las concentraciones de 5, 10 y 15 mg.L⁻¹ de la mezcla de oligogalacturónidos (Pectimorf®), como sustituto de la auxina ácido naltalenacético (ANA) y el complemento de la auxina con la dosis más baja de Pectimorf® (5 mg.L⁻¹) mostró valores superiores al testigo con ANA solamente. Este resultado pudo estar dado porque las dosis empleadas del Pectimorf® fueron capaces de provocar el balance hormonal endógeno adecuado, para inducir el incremento del proceso de división celular de las yemas que originan las hojas.

Se considera que estas sustancias pudieran llevar información y ser portadores de mensajes químicos, que desencadenan procesos fisiológicos de división celular, ya que ellos promueven en las células vegetales la síntesis de importantes sustancias que actúan en estos procesos (11, 12).

El empleo de la concentración de 10 mg.L⁻¹ de Pectimorf® favoreció ligeramente la multiplicación *in vitro* de este cultivo, al formar un mayor número de hojas y, por ende, una mayor producción de yemas, lo cual incrementa la producción de vitroplantas de yuca, ya que trae consigo un aumento del número de entrenudos. Este resultado es importante, ya que en el proceso de micropropagación de la yuca, el número de entrenudos de la vitroplanta eleva el coeficiente de multiplicación con el consiguiente aumento de su eficiencia.

En la propagación *in vitro* de segmentos de escamas de lirio, se obtuvieron resultados similares al comprobar el efecto estimulante de esta mezcla de oligogalacturónidos en la dosis de 10 mg.L⁻¹, la que favoreció la regeneración de plantas, al formar mayor número de bulbos, hojas y raíces (13). También en experimentos desarrollados con el cultivo de la piña (*Ananas comosus*), el Pectimorf® estimuló la producción de yemas, brotes, número de raíces y desarrollo de las plántulas (14).

Al analizar la Figura 2, referente al número de raíces, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos empleados. Los mejores tratamientos fueron los correspondientes a las dosis de 10 y 15 mg.L⁻¹ de Pectimorf®, los cuales no difirieron significativamente entre sí, pero sí del resto de los tratamientos. Los medios 1 y 2 mostraron un comportamiento similar al tratamiento control, sin diferencias significativas entre ellos.

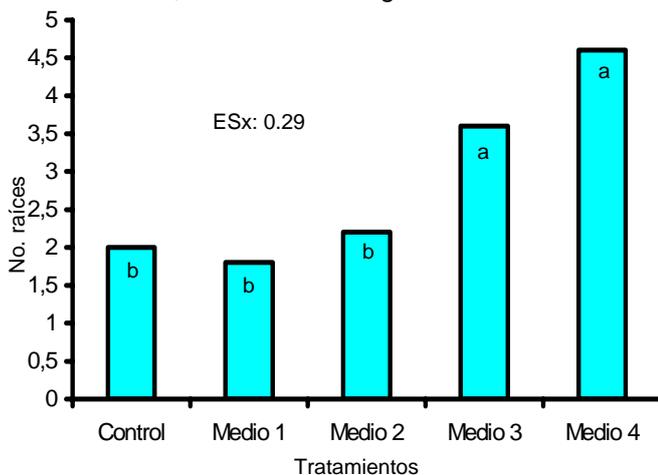


Figura 2. Efecto de las diferentes concentraciones de la mezcla de oligogalacturónidos sobre el número de raíces (Medio control: 0.01 mg.L⁻¹ ANA; Medio 1: Combinación 0.01 mg.L⁻¹ ANA + 5 mg.L⁻¹ Pectimorf®; Medio 2: 5 mg.L⁻¹ Pectimorf®; Medio 3: 10 mg.L⁻¹ Pectimorf®; Medio 4: 15 mg.L⁻¹ Pectimorf®)

Los resultados demuestran que el uso del Pectimorf® a las concentraciones de 10 y 15 mg.L⁻¹ incrementaron el número de raíces, superando al resto de los tratamientos; al parecer, las concentraciones ensayadas de este producto contribuyeron en gran medida a la movilización de las auxinas necesarias para un adecuado desarrollo del sistema radical.

Se pudo constatar que en el medio 1 (5 mg.L⁻¹ de Pectimorf® y ANA), la formación de raíces fue escasa y se observó la formación de pequeños grumos blanquecinos similares a callos, lo cual sugiere que la adición del Pectimorf® en el medio de cultivo provocó cambios en la respuesta de la actividad morfogénica, la cual pudiese estar vinculada por un exceso en la concentración auxínica, trayendo consigo un efecto diferente al previsto. La adición de la mezcla de oligogalacturónidos al medio con ANA no produjo ningún efecto a esa concentración, ni esa concentración (5 mg.L⁻¹) como sustituto, por lo que este proceso fisiológico para estimularse requirió de mayor cantidad de la mezcla de estos oligogalacturónidos.

El aumento del número de raíces, provocado por los medios 3 y 4 (10 y 15 mg.L⁻¹ de Pectimorf®), es de gran importancia, lo cual pudiese repercutir en una respuesta positiva en la aclimatización de las plántulas formadas en dichos medios.

Al evaluar el efecto del Pectimorf® en la morfogénesis *in vitro* del tabaco, se encontró que este estimuló la producción de raíces (16). En el cultivo del tabaco (*Nicotiana tabacum*), al emplear la mezcla de oligogalacturónidos a concentraciones bajas como sustituto de la Kinetina, se observó un aumento en la formación y el número de raíces (16).

Así mismo, se observó la promoción de raíces secundarias en los peciolo de la violeta (*Saintpaulia ionatha*), o sea, un efecto auxínico, al emplear la mezcla de oligogalacturónidos a bajas concentraciones (17).

En cuanto a la masa fresca de las vitroplantas (Figura 3), se pudo apreciar que el medio 4 resultó superior y difirió significativamente del resto de los tratamientos analizados, y los medios 1 y 3 no difirieron estadísticamente del medio control, siendo el medio 2 (5 mg.L⁻¹ de Pectimorf®) el que mostró un valor inferior de esta variable, con diferencias significativas del resto de los medios empleados.

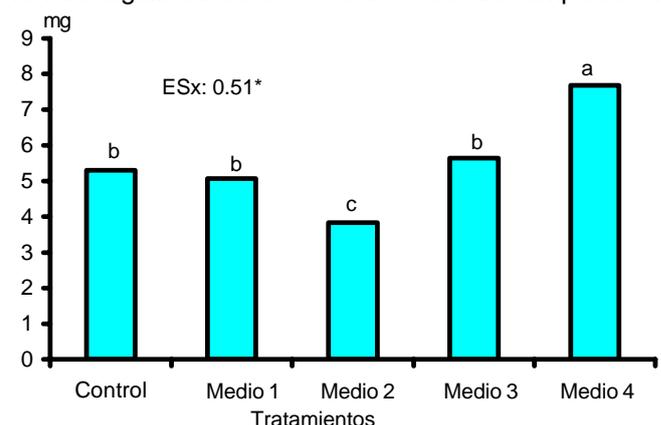


Figura 3. Efecto de la mezcla de oligogalacturónidos sobre la masa fresca de las vitroplantas de yuca var. CMC-40 (Medio control: 0.01 mg.L⁻¹ ANA, Medio 1: Combinación 0.01 mg.L⁻¹ ANA + 5 mg.L⁻¹ Pectimorf®; Medio 2: 5 mg.L⁻¹ Pectimorf®; Medio 3: 10 mg.L⁻¹ Pectimorf®; Medio 4: 15 mg.L⁻¹ Pectimorf®)

Los mayores valores de masa fresca se obtuvieron en el medio 4, correspondiente a la dosis de 15 mg.L⁻¹. En igual concentración se lograron los mayores valores en el número de raíces, aunque sin diferencias significativas con el medio 3, pero superando al tratamiento control en ambos caracteres, lo cual explica que la adición de la mezcla de oligogalacturónidos a dicha concentración manifestó un efecto positivo, trayendo consigo un aumento en la producción de biomasa en dicho cultivo.

En el cultivo de *Anthurium cubense* (18), se utilizaron concentraciones de Pectimorf® de 3 mg.L⁻¹, con los cuales se obtuvieron los mayores valores de masa fresca en las vitroplantas formadas. También se informó un aumento de la masa fresca de callos embriogénicos en mandarina Cleopatra, con el empleo de este producto (19).

Al analizar la masa seca (Figura 4), se observó que hubo diferencias significativas entre los diferentes tratamientos. Las mejores variantes fueron las correspondientes a las dosis de 10 y 15 mg.L⁻¹ de Pectimorf®, las cuales no difirieron entre sí; a su vez los medios 3 y 1 no difirieron estadísticamente del medio control, siendo el medio 2 (5 mg.L⁻¹ de Pectimorf®) el que mostró los valores más bajos de masa seca, el cual difirió del resto de los tratamientos.

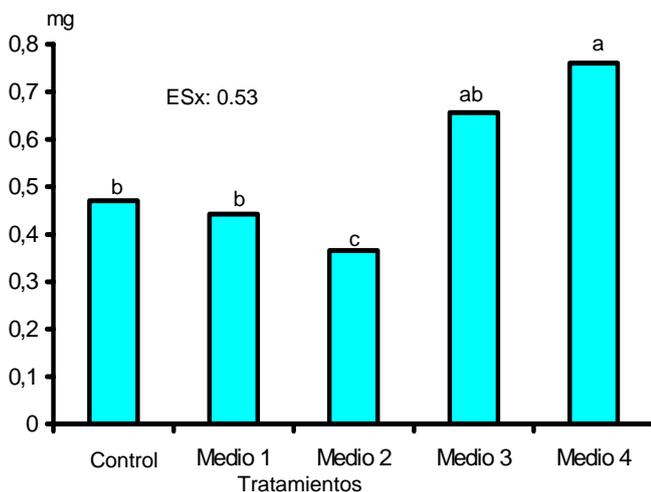


Figura 4. Efecto de las concentraciones de la mezcla de oligogalacturónidos sobre la masa seca de las vitroplantas de yuca var. CMC-40 (Medio control: 0.01 mg.L⁻¹ ANA; Medio 1: Combinación 0.01 mg.L⁻¹ ANA + 5 mg.L⁻¹ Pectimorf®; Medio 2: 5 mg.L⁻¹ Pectimorf®; Medio 3: 10 mg.L⁻¹ Pectimorf®, Medio 4: 15 mg.L⁻¹ Pectimorf®)

Los valores del medio 2, correspondientes a la dosis de 5 mg.L⁻¹ del producto, explican que la adición de la mezcla de oligogalacturónidos a dicha concentración no manifestó un efecto positivo sobre este carácter, lo cual indica que es necesario emplear dosis superiores de la mezcla para estimular un aumento en la producción de biomasa en dicho cultivo.

Los resultados no coinciden con otros anteriores (20), los cuales plantearon que las dosis de 5 y 10 mg.L⁻¹ de Pectimorf® utilizadas en adición o sustitución del AIA disminuían el número de hojas, la longitud de las raíces y

masa seca total y por órganos de plántulas en plátano (*Musa sp*) obtenidas *in vitro*; las dosis de 10 y 15 mg.L⁻¹ utilizadas en nuestros experimentos mostraron una acción favorable sobre la masa seca en las vitroplantas de yuca.

Por otra parte, al sustituir parcialmente los reguladores del crecimiento por el Pectimorf®, en concentraciones de 1 y 5 mg.L⁻¹, se favoreció la producción de masas fresca y seca total de vitroplantas en la fase de multiplicación *in vitro* de la piña (21).

Otros han sugerido la evaluación de la biomasa como variable confiable para evaluar el desarrollo vegetal, ya que la determinación de la altura de la planta, longitud de la raíz y otros caracteres no tienen en cuenta la biomasa producida (22, 23). Como se observa, las concentraciones de 10 y 15 mg.L⁻¹ de la mezcla de oligogalacturónidos trajeron consigo un aumento en la producción de biomasa en dicho cultivo en relación con el tratamiento control.

Caracteres cualitativos. Al evaluar el vigor (Tabla II), se pudo observar que hubo diferencias significativas entre los tratamientos; las vitroplantas desarrolladas en los medios donde se sustituyó el ANA por el Pectimorf® se ubicaron en la escala de máxima puntuación (3), plantas vigorosas, siendo más acentuado en los tratamientos 3 y 4, con 80 y 90 % de plantas vigorosas, respectivamente, correspondientes a las concentraciones de 10 y 15 mg.L⁻¹ del producto. Estos tratamientos difirieron estadísticamente entre ellos y del resto. Dichas plantas presentaban un color verde intenso y una mayor dureza del tallo, que las diferenciaban de los restantes tratamientos.

Tabla II. Efecto de la mezcla de oligogalacturónidos sobre el vigor de las vitroplantas de yuca var. CMC-40 (Valores de mediana y proporciones de plantas de los diferentes tratamientos en cada escala de vigor; Medio control: 0.01 mg.L⁻¹ ANA; Medio 1: Combinación 0.01 mg.L⁻¹ ANA + 5 mg.L⁻¹ Pectimorf®; Medio 2: 5 mg.L⁻¹ Pectimorf®; Medio 3: 10 mg.L⁻¹ Pectimorf®, Medio 4: 15 mg.L⁻¹ Pectimorf®)

Medios	Mediana
Control	2
Medio 1	1
Medio 2	3
Medio 3	3
Medio 4	3
	H=22.27
	GL=4
	P<0.001

Medios	Plantas vigorosas (%)	Medianamente vigorosas (%)	Poco vigorosas (%)
Control	30 d	50	20 b
Medio 1	10 e	20	70 a
Medio 2	60 c	30	10 c
Medio 3	80 b	20	0 d
Medio 4	90 a	10	0 d
ESx	± 1.57	± 1.39	± 1.26
Sig.	P<0.001	NS	P<0.001

Si se analizan las plantas poco vigorosas, se observaron diferencias significativas entre los tratamientos, donde el Medio 1 (combinación 0.01 mg.L⁻¹ ANA + 5 mg.L⁻¹ Pectimorf®) mostró los mayores valores (70 %), lo cual indica un efecto depresivo sobre su crecimiento y desarrollo, presumiblemente a causa de un exceso de auxinas. Como se observa, el 20 y 70 % de las plantas de este tratamiento corresponden a medianamente vigorosas y poco vigorosas respectivamente, lo cual reafirma lo planteado anteriormente. No se observaron diferencias significativas en el número de vitroplantas medianamente vigorosas obtenidas en los distintos tratamientos. Las vitroplantas del medio control se ubicaron en su mayoría (50 %) en la escala 2 correspondiente a medianamente vigorosas (Figura 5).

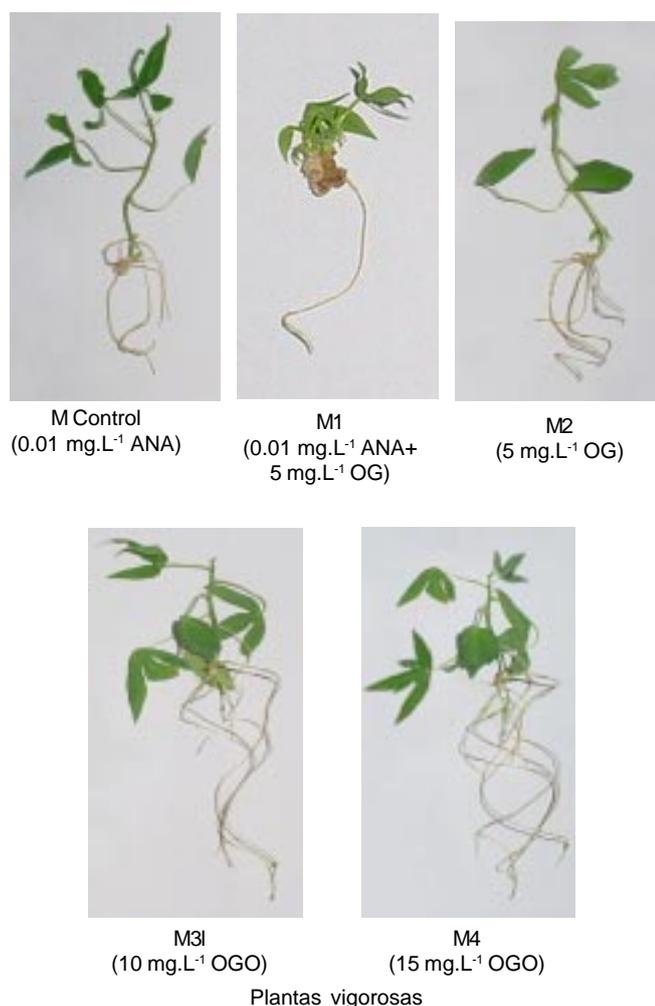


Figura 5. Efecto de la mezcla de oligogalacturónidos sobre el vigor de las vitroplantas de yuca var. CMC-40

En la mayoría de los cultivos se produce un estímulo en el vigor de las plántulas obtenidas en presencia de esta nueva sustancia, resultados de un alto valor práctico porque abren la posibilidad de utilizar este producto como vigorizante (24).

Al utilizar la mezcla de oligogalacturónidos como regulador del crecimiento, se demostró que el número de hojas requirió de una menor concentración de esta mezcla de oligogalacturónidos para verse estimulado, cosa que no sucedió en el número de raíces; es probable que ambos caracteres influyeran de manera positiva en el vigor de las vitroplantas. Al usar la mezcla de oligogalacturónidos solo hay que adicionar al menos 10 mg.L⁻¹ para favorecer el crecimiento de vitroplantas de yuca.

Los resultados de este trabajo evidencian que al aplicar la mezcla de oligogalacturónidos en dosis de 10 ó 15 mg.L⁻¹ en el medio de cultivo en sustitución del ANA, se logran vitroplantas de yuca con mayor número de hojas, raíces y masas fresca y seca. Además, se obtuvieron vitroplantas con buen vigor y color, por lo que se recomienda el empleo de la mezcla de oligogalacturónidos (Pectimorf®) en la micropropagación de la yuca en concentraciones comprendidas entre 10 y 15 mg.L⁻¹, como posible fuente de sustitución auxínica.

REFERENCIAS

1. Cuba. Minagri. INIVIT. Instructivo técnico del cultivo de la yuca. 2004.
2. Ceballos, H. y Cruz, G. A. de la. La yuca en Colombia y el mundo: nuevas perspectivas para un cultivo milenario. Capítulo 2. En: La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali:CIAT, 2004, p. 16-31.
3. Figueroa, V. y Lama, J. Algo más sobre las papas. Proyecto Comunitario Conservación de Alimentos. *Revista Mujeres*, 2006, no. 3.
4. FAOSTAT. Consultado [8-4-2006]. Disponible en: <<http://www.fao.org>>.
5. Hernández, M. M.; Ríos, H. y Suárez, L. Biotecnología y desarrollo rural: Una alternativa para su integración en comunidades rurales cubanas. En: International Scientific Meeting of the Cassava Biotechnology Network (CBN-VI). (2:2004: mar. 8-14:Cali), 2004.
6. Albarrán, J.; Fuenmayor, F. y Fuchs, M. Propagación clonal rápida de variedades comerciales de yuca mediante técnicas biotecnológicas. En: Seminarios CENIAP 2003 Maracay, Aragua, Venezuela. [en línea]. Consultado [2-5-2004]. Disponible en: <www.ceniap.gov.ve/ceniaphoy/articulos/n3/texto/albaran.htm>.
7. Cabrera, J. C. Obtención de una mezcla de (1-4)- α , oligogalacturónidos bioactivos a partir de subproductos de la industria citrícola. [Tesis de doctorado]. INCA. 1999. 99 p.
8. González, O.; Falcón, A.; Hernández, M.; Iglesias, R.; Silva, J. J.; López, M.; Rodríguez, J. E.; Arias, L.; Cabrera, J. C. y Oliva, E. Evaluación del efecto del Pectimorf® en el establecimiento *in vitro* de yemas axilares de boniato clon CEMSA 78-354. *Biotecnología Vegetal*, 2004, vol. 4, no. 2, p. 115-119.
9. Suárez, L. *et al.*. Producción acelerada de plántulas *in vitro* de dos especies de orquídeas terrestres (*Spathoglottis plicata* y *Bletia purpurea*). En: Congreso Científico del INCA (15: 2006, nov 7-10, La Habana). Memorias CD-ROM. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, 2006. ISBN 959-7023-36-9.

10. Murashige, T. y Skoog, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiologia Plantarum*, 1964, vol. 15, p. 473-497.
11. Medero, V.; Rodríguez, S.; Borroto, C.; Gómez, R.; López, J.; Fera, M. de; García, M.; Ventura, J.; Sol, L. del; Cabrera, M.; Pons, C.; Cortés, C.; Martínez, M.; Álvarez, M. y García, J. Sistema de inmersión temporal para producción intensiva de material de siembra de yuca. Continente yuquero; Informativo del Consorcio Latinoamericano y del Caribe de Apoyo a la Investigación y Desarrollo de la Yuca, CLAYUCA, Colombia, No 3. Enero 2001, p. 10-11.
12. Diosdado, E. Efecto de biorreguladores en el proceso de embriogénesis somática y cultivo y fusión de protoplastos en el naranjo agrio (*Citrus aurantium* L.). [Tesis de doctorado]; UH. 1997.
13. Lara, R. M.; Álvarez, M.; Florido, M.; Plana, D. y Cabrera, J. C. Influencia del oligo- Pectimorf® sobre la morfogénesis *in vitro* del *Easter Lily*. En III Taller de Productos Bioactivos. Congreso Científico del INCA (14:2004, nov. 9-12:La Habana).
14. Moya, M.; Isidró, M.; Rodríguez, D. y Valera, E. Efecto del Pectimorf® y el Biobras-16 en la micropropagación de la piña (*Ananas comosus* (L.)Merril). En: Taller de Productos Bioactivos. Taller Internacional de Oligosacarinas. INCA (4:2006:La Habana). 2006.
15. González, E.; Diosdado, E. y Cabrera, J. C. Posibilidades de los oligosacáridos como sustitutos de hormonas vegetales en los medios de cultivo. Conferencia. En: Taller de Medios de Cultivo y sus Aplicaciones en la Identificación y Propagación de Microorganismos y Células (BioMediCult 2003). Programas y Resúmenes. (4:2003:La Habana), 2003.
16. Fidalgo, A. Efecto biológico del Pectimorf® sobre diversos eventos morfogénéticos *in vitro* en caña de azúcar (*Saccharum officinarum* L.) y tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). [Tesis de Maestría]; Instituto de Ecología y Sistemática. 2003.
17. Falcón, R. y Cabrera, J. C. Actividad enraizadora de una mezcla de oligogalacturónidos en pecíolos de violeta africana (*Saintpaulia ionantha*). *Cultivos Tropicales*, 2007, vol. 28, no. 2, p. 87-90.
18. Hernández, R. M. Estudio del efecto de biorreguladores cubanos sobre la embriogénesis somática y la variabilidad genética en mandarina Cleopatra (*Citrus reshni* Hort). [Tesis de Maestría]; Centro Universitario "Jesús Montané Oropesa". Isla de la Juventud. 2003.
19. Montes, S.; Aldaz, J. P.; Cevallos, M.; Cabrera, J. C. y López, M. Uso del biorregulador Pectimorf® en la propagación acelerada del *Anthurium cubense*. *Cultivos Tropicales*, 2000, vol. 21, no. 3, p. 29-31.
20. Rodríguez, D. Influencia del Pectimorf® en la multiplicación *in vitro* de plátano (*Musa* sp). I Taller de Productos Bioactivos. Congreso Científico del INCA (12:2000, noviembre:La Habana).
21. Rodríguez, D. /et al./ Influencia del Pectimorf® en la multiplicación *in vitro* de la piña (*Ananas comosus* (L)). En: Taller de Productos Bioactivos. Congreso Científico del INCA (14: 2004, nov 9-12, La Habana).
22. González, L. M. y Ramírez, R. Respiración, relaciones hídricas y concentración de pigmentos en plántulas de arroz cultivadas en condiciones salinas. *Cultivos Tropicales*, 1999, vol. 20, no. 1, p. 35-37.
23. Suárez, L. y González, M. C. Evaluación en estadios tempranos de un grupo de mutantes de arroz (*Oryza sativa* L.) en condiciones salinas, utilizando marcadores morfoagronómicos. *Cultivos Tropicales*, 2004, vol. 25, no. 1, p. 27- 35.
24. Cabrera, J. C. Desarrollo de activadores de las plantas de amplio espectro de acción. Informe Final de Proyecto. INCA. 2002. 22 p.

Recibido: 16 de mayo de 2007

Aceptado: 2 de octubre de 2008