



EFECTOS DE UNA MEZCLA DE OLIGOGALACTURÓNIDOS EN LA MORFOLOGÍA DE HORTALIZAS DE IMPORTANCIA ECONÓMICA

Oligogalacturonides effects on horticulture morphology with economic importance

Idioleidy Álvarez Bello[✉], Inés Reynaldo Escobar, Omar Cartaya Rubio y Zoilo Terán Vidal

ABSTRACT. Bioproduct have been employed successfully on agriculture because they have a positive effect on culture yield. Thus, the purpose of this work was to know the effect of an oligogalacturonides mixture obtained at the National Institute of Agricultural Science (INCA) on roots and leaf morphology like yielding expression. Two horticultural species were employed (*Raphanus sativus* L. and *Lactuca sativa*) to morphologic study. An increased was observed at leaf dimensions while the leaf number was similar between control and treated lettuce plants. In these plants, root development was increased, too. On the other hand, treated radish plants could be appreciated a positive effect on shoot and roots growing. These results evidenced that morphologic changes were induced in different consumable organs in both plants, due to we propose the oligogalacturonides mixture employed how alternative to increased the horticulture yielding.

RESUMEN. El empleo de bioproductos ha alcanzado un gran auge en la producción agrícola, por su efecto positivo en el rendimiento de los cultivos, por lo que el propósito de la investigación fue conocer como una mezcla de oligogalacturónidos obtenida en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) afecta la morfología foliar y radical de algunas hortalizas como expresión del rendimiento en estos cultivos. Para ello se emplearon dos especies de hortalizas, a las que se le realizaron diferentes evaluaciones morfológicas. En las plantas de lechuga se observó un incremento en el tamaño de los folíolos, sin embargo el número de hojas permaneció invariable. El enraizamiento también se vio favorecido con un incremento en la longitud radical en las plantas tratadas con la mezcla de oligogalacturónidos. En las plantas de rábano se favoreció el crecimiento de los tallos y las raíces, de manera que se obtuvieron rábanos de mayor tamaño. Los resultados evidenciaron cambios morfológicos que demuestran la influencia de la mezcla en el crecimiento de la parte que se consume en estas hortalizas y desde los estadios iniciales de su desarrollo. Por las razones anteriores se propone su empleo como alternativa para potenciar el rendimiento en estos cultivos.

Key words: bioproducts, pectins, plant anatomy, vegetable crops

Palabras clave: productos biológicos, pectinas, anatomía de la planta, hortalizas

INTRODUCCIÓN

El empleo de productos o sustancias bioactivas ecológicamente inocuas, ha cobrado gran auge en la producción agrícola, por su efecto positivo en el rendimiento de los cultivos (1). En la última década, se ha informado las potencialidades de las oligosacarinas en la

estimulación del crecimiento, desarrollo y protección de las plantas (2, 3, 4).

Los mecanismos por los cuales las oligosacarinas estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas, no se conocen con exactitud. No obstante, se sabe que están implicados en las vías de transducción de señales de numerosas respuestas defensivas, el crecimiento y desarrollo celular, así como la formación de órganos en las plantas, entre los que se encuentran la elongación celular inducida por auxinas, formación de flores, organogénesis de las raíces y diferenciación de células del periciclo y los estomas (5)

En este sentido, en el departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal del Instituto Nacional de Ciencias

Dra.C. Idioleidy Álvarez Bello y M.Sc. Omar Cartaya Rubio, Investigadores Agregados; Dra.C. Inés M. Reynaldo Escobar, Investigadora Titular del departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal; Ing. Zoilo Terán Vidal, Investigador Auxiliar del departamento de Fitotecnia, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, gaveta postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, CP 32 700.

✉ ialvarez@inca.edu.cu

Agrícolas se ha desarrollado una metodología para la obtención de una mezcla de oligogalacturónidos a partir de pectina cítrica (6) que ha sido utilizada satisfactoriamente en el cultivo *in vitro* en sustitución de los reguladores del crecimiento tradicionales o en sinergia con las fitohormonas (6, 7, 8)

En estudios recientes se ha evidenciado que presenta un amplio espectro de actividad biológica dentro de las que se pueden citar, el enraizamiento de esquejes (1) y plantas ornamentales (9), modificación de la nutrición nitrogenada (10), participación en el control de la infección por *Phytophthora* en plantas de tomate y tabaco (2), así como su participación en la absorción de metales pesados por las plantas (2, 10).

En un estudio preliminar realizado al nivel de campo, se pudo constatar, que cuando el producto se asperja en plantas de tomate se estimula la masa fresca de frutos totales y comerciales en 18 y 20 %, respectivamente (10). De igual forma, se ha demostrado que el tratamiento a las semillas de tomate por cuatro horas con 5 mg.L⁻¹ fue capaz no solo de estimular el crecimiento de plántulas de tomate sino de incrementar su tolerancia al ataque de *Phytophthora parasitica* (2).

En algunas hortalizas, el rendimiento no está dado por sus frutos, sino por las diferentes partes de la planta, ya que estas se consumen directamente. Tal es el caso de la lechuga (*Lactuca sativa*), en la que se consume la parte aérea y del rábano (*Raphanus sativus* L.), en el que se utiliza solo la raíz, por lo que resulta de gran interés conocer el efecto de mezcla en la morfología de estas especies, que son ampliamente cultivadas.

Por estas razones el propósito de este estudio fue conocer cómo la mezcla de oligogalacturónidos modifica la morfología foliar de plantas de lechuga y la raíz en plantas de rábano, como expresión del rendimiento en estos cultivos.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio fue realizado en el autoconsumo de la Base de Aseguramiento de la Empresa Pecuaria: «Valle del Perú», durante el primer trimestre del 2009, en un suelo Ferralítico Rojo. Para el mismo se emplearon dos especies de hortalizas, lechuga (*Lactuca sativa*) cv. *Chile 1185-3* y rábano (*Raphanus sativus* L.) cv. PS-9.

La mitad de las semillas de cada una de las especies se sumergieron durante cuatro horas en una mezcla de oligogalacturónidos a una concentración de 10 mg.L⁻¹, según el procedimiento empleado para otras hortalizas (10). La otra mitad se sumergió solo en agua (Control). Posteriormente se secaron al aire durante cuatro horas, sobre papel de filtro.

Se sembraron cuatro surcos de 80 m cada uno, por cada cultivo, dos de ellos con semillas tratadas con la mezcla de oligogalacturónidos y dos con semillas sin tratar.

Las semillas fueron sembradas en líneas con una distancia entre surcos de 50 cm. A los 15 días de la siembra se aclararon las plantas, dejando los rábanos y las

lechugas distanciados a 10 cm. Se le realizaron dos escardas y un ligero aporcado.

Para el caso de la lechuga se realizaron dos muestreos, en el momento del transplante y en la cosecha. Para el rábano se evaluaron las plantas a los 20 días y en la cosecha. En los dos casos se tomó una planta cada 2 m, para un total de 40 plantas por surco y 80 por tratamiento.

A cada una de las plantas muestreadas se le separó la parte aérea de la raíz con un bisturí para su posterior evaluación. En las plantas de lechuga se determinó el número de hojas por conteo, el largo y el ancho foliar con una regla graduada. En las plantas de rábano se evaluaron la longitud del tallo y de la raíz con una regla graduada y el diámetro de este último con un pie de rey.

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado. Las medias se compararon mediante una prueba t de Student con homogeneidad de varianzas. Para el análisis fue utilizado el paquete estadístico STATGRAPHICS Versión 4.1 en ambiente Windows

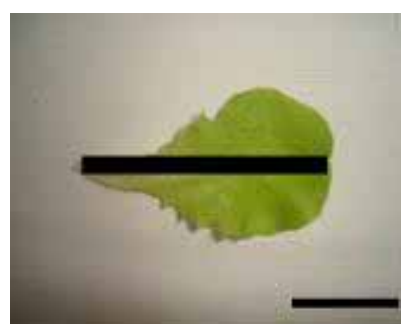
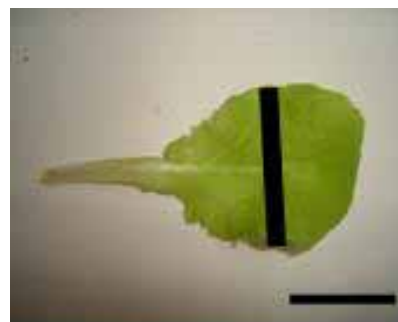
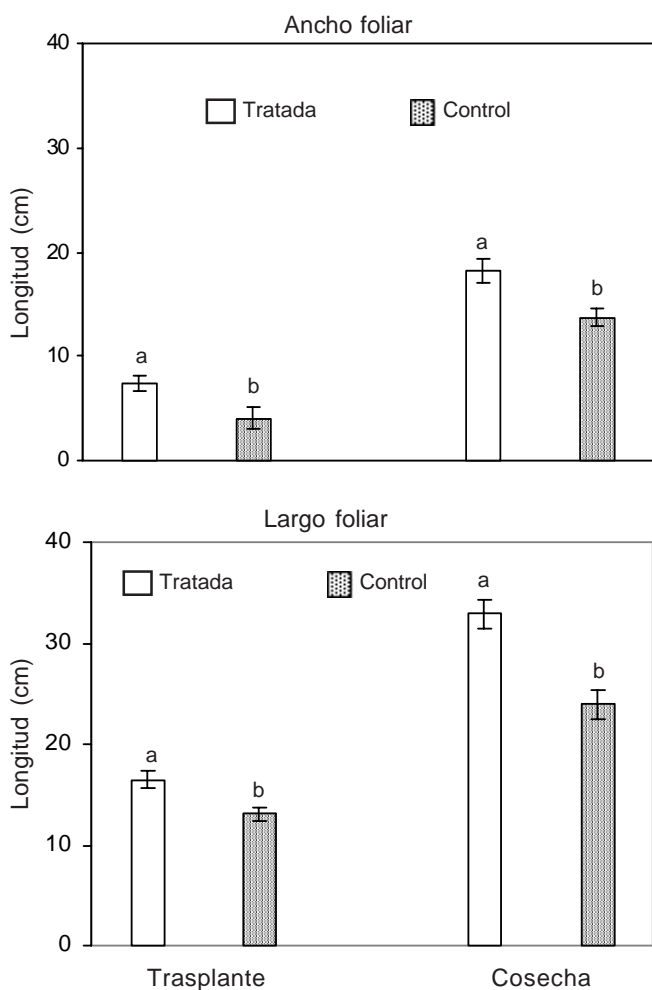
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En nuestro país un elevado porcentaje de áreas agrícolas se han visto afectadas por diferentes fenómenos que atentan contra el éxito de los cultivos y su rendimiento, para lo cual se desarrollan numerosas investigaciones encaminadas a lograr variedades más resistentes a estas condiciones. Sin embargo, los campesinos necesitan de alternativas rápidas y de fácil acceso, como el empleo de productos que tengan un efecto beneficioso sobre las plantas, para lograr mantener un buen rendimiento de los cultivos.

Se pudo constatar que en ambos cultivos, las semillas tratadas con el producto evidenciaron mejor comportamiento en los estadios iniciales del crecimiento que las del control, lo que no contradice los resultados hallados al evaluar la influencia de los oligogalacturónidos en semillas de tomate de la variedad Amalia, donde se favoreció la germinación y la emisión de raíces (11). En un estudio realizado en *Murraya paniculata* L., el bioestimulador Fitomas permitió un mayor porcentaje de germinación en relación con otros compuestos (12).

En las plantas de lechuga tratadas, se observaron cambios morfológicos importantes. En estas, las hojas mostraron un tamaño superior al de las no tratadas y este incremento se encontró tanto en el momento del transplante como en la cosecha (Figura 1).

Esta modificación se hizo evidente en ambos momentos de muestreo. No obstante, la diferencia fue mayor en la cosecha respecto al transplante (Figura 1). El desarrollo foliar que se pudo apreciar en las plantas tratadas con el producto puede deberse a cambios en la talla de las células del mesófilo, ya que los oligogalacturónidos están implicados en numerosas respuestas del crecimiento y desarrollo celular, entre los que se encuentran el alargamiento celular inducido por auxinas y la diferenciación celular, entre otros (5)



Las letras representan la significación según t de Student
 Las imágenes corresponden a una hoja de lechuga en el momento del trasplante. La barra sobre la imagen indica la zona de medición y la barra inferior representa 2 cm

Figura 1. Largo y ancho de las hojas de plantas de lechuga (*Lactuca sativa*) controles y tratadas con la mezcla de oligogalacturónidos en el trasplante y en la cosecha

Sin embargo, aunque se detectaron diferencias en el tamaño de las hojas, el número de éstas por plantas permaneció invariable en el trasplante y al final del cultivo (Figura 2A y B), lo que indica que la mezcla posibilita un mayor desarrollo de las mismas. No obstante, en otras especies se han observado resultados diferentes en relación con la influencia de este producto en el número de hojas por planta.

En el cultivo del anthurium (*Anthurium andreaeanum*), cuando se aplica una concentración de 10 mg.L⁻¹ de este producto, se ve favorecida la emisión de hojas y flores (13) y en el cultivo del *Easter Lily* se logró un incremento en el número de bulbos, hojas y raíces, cuando fueron utilizadas la misma concentración en el medio de cultivo (14).

Las potencialidades como enraizador, pudieron contribuir también al mayor desarrollo foliar, si se tiene en cuenta que la mezcla aceleró la formación de raíces desde estadios tempranos del cultivo (Figura 3), garantizando así, un suministro eficiente de agua y sales minerales y por tanto un mayor éxito en el desarrollo de la planta.

La posible estimulación o inhibición del enraizamiento por oligogalacturónidos parece estar vinculada a la inducción de cambios en el pH en la zona de emisión de las raíces y se observó que la alcalinización extracelular estaba vinculada a la inhibición del crecimiento radical (15). No obstante, se ha demostrado que la mezcla estimula el enraizamiento, el incremento de brotes y el crecimiento vegetativo en diferentes especies y estadios del cultivo *in vitro* (6, 7, 8).

La mezcla favoreció el alargamiento del tallo desde los primeros estadios del cultivo, de manera que a los 20 días, las plantas tratadas exhibieron valores superiores a los 50 mm en la longitud del tallo, mientras que las controles apenas alcanzaron los 30 mm (Figura 4 A y B).

En este cultivo no se han informado estudios al respecto, no obstante, la aspersión foliar de 5 mg.L⁻¹ de una mezcla de oligogalacturónidos, aceleró el alargamiento de los tallos en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) y se logró una mayor uniformidad de las posturas cuando fueron utilizadas concentraciones de 10 mg.L⁻¹ de esta mezcla.

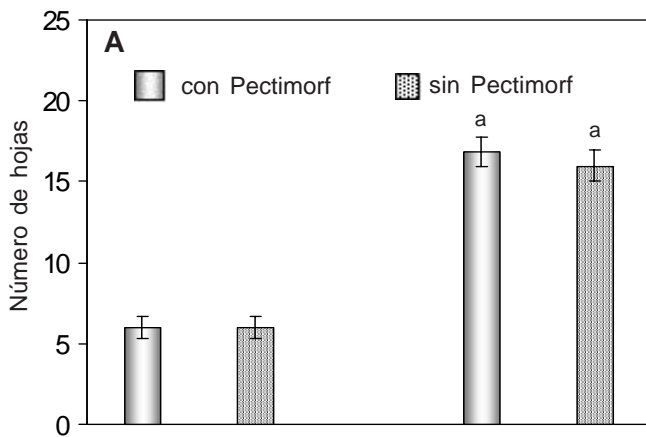


Figura 2. A: número de hojas de plantas de lechuga controles y tratadas con la mezcla de oligogalacturónidos en el trasplante y en la cosecha. Las letras representan la significación según t de Student. **B:** imagen de hojas correspondientes a una planta de lechuga control (arriba) y tratada (debajo). Nótese el mismo número de foliolos en ambos casos

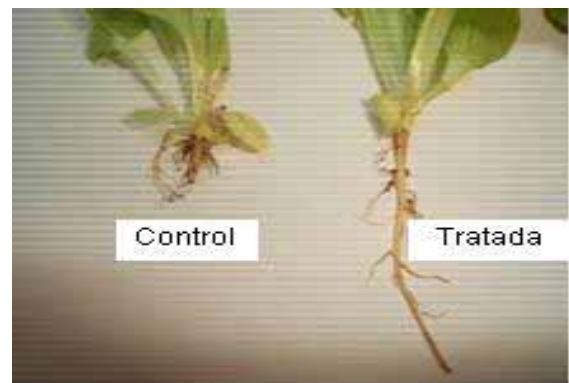
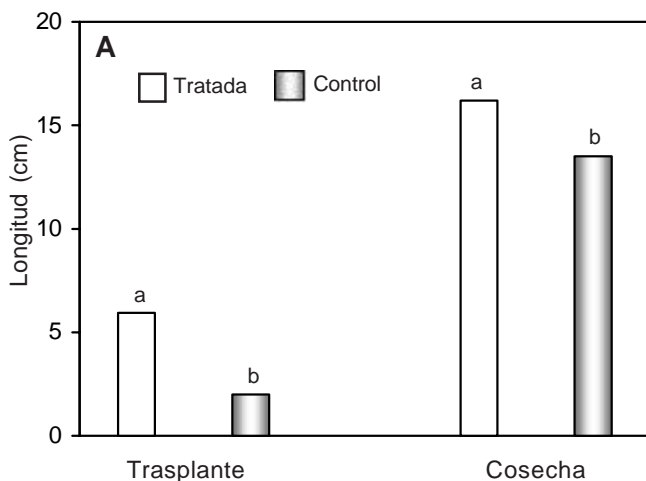


Figura 3. A: Longitud radical de plantas de lechuga control y tratadas con la mezcla de oligogalacturónidos. Las letras representan la significación según t de Student **B:** Imagen del sistema radical de una planta control y una tratada. Nótese desarrollo del sistema radical en las plantas tratadas

Se estimó que estas plantas estaban mejor preparadas para tolerar el estrés que ocasiona el trasplante a las condiciones de campo (10).

En esta etapa del cultivo, también se apreció el efecto de la mezcla de oligogalacturónidos en el crecimiento radical, ya que las plantas tratadas exhibieron diferencias en la longitud del sistema radical respecto al control (Figura 4C). Esto confirma los resultados de otros estudios en plantas leñosas y herbáceas (1, 15, 16) y evidencia la influencia de esta mezcla en la rizogénesis de plantas de rábano.

En el caso del ficus (*Ficus benjamina*), se logró una estimulación en el enraizamiento de los margullos y una mayor homogeneidad de las raíces cuando fueron añadidas concentraciones de 10 y 20 mg.L⁻¹ de la mezcla (17).

En el momento de la cosecha, el largo de la raíz difirió entre las plantas tratadas y el control; sin embargo, el diámetro de la misma exhibió una tendencia al incremento

con la aplicación del producto, pero no mostró diferencias significativas respecto al control (Figura 5A), por lo que la raíz de las plantas imbibidas en la mezcla resultó ser mayor, como se puede apreciar en la Figura 5B.

Este resultado está acorde con lo planteado anteriormente acerca de la influencia del producto en el alargamiento temprano de las raíces, lo que repercutió indudablemente en una raíz más desarrollada.

Diferentes autores refieren a los oligogalacturónidos como inhibidores del crecimiento inducido por auxinas (5, 13, 15), pero se ha visto que el extracto acuoso de jugo de tomate, donde los componentes más efectivos son ácidos oligogalacturónidos, promueve el crecimiento de las raíces de col china, rábano y maíz (18). Sin embargo, no es así en semillas de avena (19), por lo que los efectos pueden ser diferentes entre las especies vegetales y sus órganos.

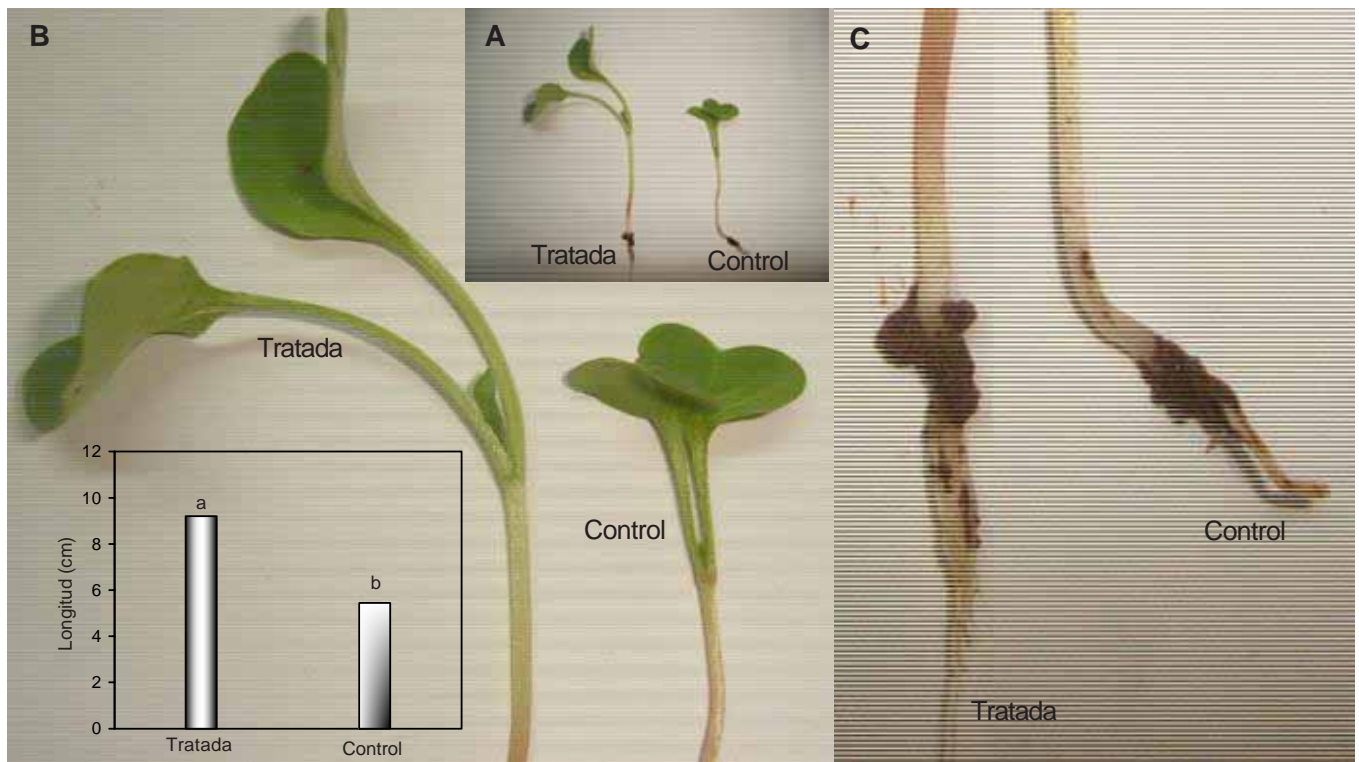


Figura 4. A: Imagen de plantas de rábano a los 20 días de sembrada (control y tratada). **B:** Parte aérea. (nótese el incremento en la longitud del tallo y de las hojas en las plantas tratadas con la mezcla de oligogalacturónidos). Las letras representan la significación según t de Student. **C:** Sistema radical (nótese un sistema radical más desarrollado en las plantas tratadas)

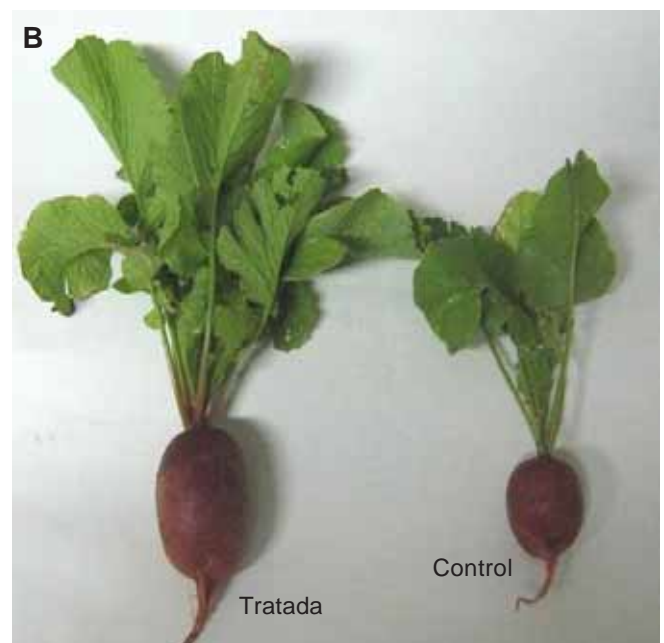
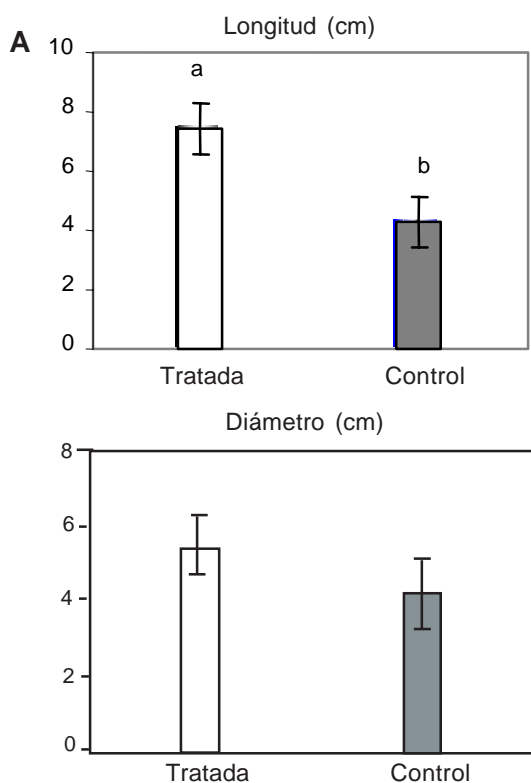


Figura 5. A: Longitud y diámetro del rizoma de plantas de rábano en el momento de la cosecha (control y tratadas con la mezcla de oligogalacturónidos). Las letras representan la significación según t de Student. **B:** Imagen de plantas de rábano control y tratadas donde se puede apreciar, en ésta última un incremento en el tamaño de la raíz

En el cultivo de la violeta africana (*Saintpaulia ionata*), se evidenció que la aplicación de la mezcla en estudio adelantó en una semana la aparición de raíces en la base del pecíolo en relación con el tratamiento control, e incluso con el AIA a concentraciones de 10 mg.L⁻¹; además, duplicó el número de raíces y el largo de estas en relación con el tratamiento control (21).

A partir de los resultados anteriores se puede concluir que la mezcla de oligogalacturónidos estimula el crecimiento en diferentes órganos de hortalizas, como la lechuga y el rábano.

Se evidenció el efecto del producto en el crecimiento de la parte aérea de la lechuga y en el sistema radical del rábano, como órganos más importante para el consumo. Aunque el estudio acerca de las potencialidades de esta mezcla de oligogalacturónido en las hortalizas requiere ser abordado con una mayor profundidad, lo anterior indica la posibilidad de utilizarlo como estimulador del crecimiento en este tipo de cultivos.

REFERENCIAS

- Ramírez, A.; Cruz, N. y Franchialfaro, O. Uso de bioestimuladores en la reproducción de guayaba (*Psidium guajava* L.) mediante el enraizamiento de esquejes. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, no. 1, p. 59-63.
- Falcón, A.; Cabrera, J. C.; Reynaldo, I. y Nuñez, M. Desarrollo de activadores de las plantas de amplio espectro de acción. Informe Final de PNCT 00100191, 2005, CITMA.
- Cartaya, O.; Mederos, Y.; Reynaldo, I.; Peniche, C. Interacción de una mezcla de oligogalacturónido con el ión Cu²⁺ y su efecto sobre las raíces de plántulas de tomate. *Cultivos Tropicales*, 2005, vol. 26, no. 4, p. 101-105.
- Marrero, O. Efecto de productos naturales en plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill. var. Amalia) crecidas en un medio contaminado con cobre. [Trabajo de Diploma]; UNAH, 2005.
- Ridley, B. L.; O'Neill, M. A. y Mohnen, D. Pectins: structure, biosíntesis, and oligogalacturonide-related signaling. *Phytochemistry*, 2001, vol. 57, p. 929-967.
- Nieves, N.; Pobrete, A.; Cid, M.; Lezcano, Y.; González-Olmedo, J. L. y Cabrera, J. C. Evaluación del Pectimorf como complemento del 2,4-D en el proceso de embriogénesis somática de caña de azúcar (*Saccharum spp*). *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, no. 1, p.25.
- Plana, D.; Alvarez, M.; Florido, M.; Lara, R. M. y Cabrera, J. C. Actividad biológica en la morfogénesis *in vitro* del tomate variedad Amalia. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, no. 1, p. 29-33.
- Cid, M.; González-Olmedo, J. L.; Lezcano, Y. y Nieves, N. Influencia del Pectimorf sobre la calidad de la semilla artificial de caña de azúcar (*Saccharum spp*). *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, no. 1, p.31.
- Falcón, A. 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.
- Costales, D.; Martínez, L y Nuñez, M. Efecto del tratamiento de semillas con una mezcla de oligogalacturónidos sobre el crecimiento de plántulas de tomate. *Cultivos Tropicales*, 2007, vol. 28, no. 1, p. 85-91.
- González, Y.; Reynaldo, I. y Cabrera, J. C. Influencia de oligogalacturónidos en la germinación y el enraizamiento de semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum*, Mill) variedad Amalia. *Cultivos Tropicales*, 2004, vol. 25, no.4, p. 17-25.
- Baños, H.L.; Alemán, J.; Martínez, M.; Ravelo, J.; Surís, M.; Miranda, I. y Rodríguez, H. Efecto de bioestimulantes sobre la germinación y el crecimiento de *Murraya paniculata* L. *Cultivos Tropicales*, 2009, vol. 30, no. 1, p. 83-86
- Hernández, L. /et al./ Efecto de una mezcla de oligogalacturónidos en el crecimiento y desarrollo del cultivo de *Anthurium andreaenum*. *Cultivos Tropicales*, 2007, vol. 28, no. 4, p. 83-86.
- Lara, M. /et al./ Actividad biológica del Pectimorf en la micropropagación *in vitro* del *Easter Lily*. En: Congreso Científico (13:2002:La Habana), 2002.
- Spiro, M. D.; Bowers, J. F. y Cosgrove, D. J. A comparison of oligogalacturonide and auxin-induced extracellular alkalization and growth response in roots of intact cucumber seedlings. *Plant Physiology*, 2002, vol. 130, p. 895-903.
- Falcón, A. 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.
- Dominí, M. E.; Benítez, B. y Hernández, L. Uso de biopreparados como promotores de enraizamiento en margullos de ficus. *Cultivos Tropicales*, 2004, vol. 25, no. 3, p. 45-48.
- Hernández, G.; Salpuveda, B.; Richard, A. y Soriano, E. The architecture of *Phaseolus vulgaris* root is altered when a defense response is elicited by an oligogalacturonide. *Braz. J. Plant Physiol.*, 2006, vol. 18, no. 2, p. 351-355.
- Sususki, T.; Usui, H. I.; Tomita-Yokotani, K.; Kobo, S.; Tsubura, H.; Miki, Y. y Hasegawa, K. Effects of acid extracts of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and carrot (*Daucus carota* L.) wastes from food industry on the growth of some crops and weeds. *Weed Biol. Management*, 2001, vol. 1, p. 226-230.

Recibido: 5 de agosto de 2010

Aceptado: 6 de junio de 2011

¿Cómo citar?

Álvarez Bello, Idioleidy, Reynaldo Escobar, Inés, Cartaya Rubio, Omar y Terán Vidal, Zoilo. Efectos de una mezcla de oligogalacturónidos en la morfología de hortalizas de importancia económica. *Cultivos Tropicales*, 2011, vol. 32, no. 3, p. 69-74. ISSN 0258-5936