

Comunicación corta

ACTIVIDAD ENRAIZADORA DE UNA MEZCLA DE OLIGOGALACTURÓNIDOS EN PECÍOLOS DE VIOLETA AFRICANA (*Saintpaulia ionantha*)

A. B. Falcón✉ y J. C. Cabrera

ABSTRACT. Pectic oligosaccharides or oligogalacturonides derived from plant cell walls provoke biological effects on plant growth and development. In the current work a pectic oligosaccharide mixture (DP 7-16 of galacturonic acid residues) was evaluated concerning its effect on the formation and enlargement of roots in African violet (*Saintpaulia ionantha*) leafstalks compared to an auxin (indol acetic acid) and the galacturonic acid monomer. It was found that the treatment with oligogalacturonide mixture at concentration of 10 mg.L⁻¹ advanced the appearance of roots in the base of violet leafstalks 12 days after applying the treatments, regarding the control, and even the indoleacetic acid; although at 25 days no statistical differences were found among treatments. Root enlargement was not affected by pectic oligosaccharides, only galacturonic acid derivative increased root size related to control values. It was concluded that pectic oligosaccharides had a rooting behavior and reduced time for root rising in the base of violet leafstalks.

Key words: galactooligosaccharides, pectins, *Saintpaulia ionantha*, rooting

RESUMEN. Los oligosacáridos pécticos u oligogalacturónidos derivados de paredes celulares vegetales tienen efectos biológicos en el crecimiento y desarrollo de las plantas. En el trabajo se evaluó una mezcla de oligosacáridos pécticos de entre 7 y 16 restos de ácido galacturónico en comparación con una auxina (ácido indol acético) y con el monómero de ácido galacturónico en cuanto a la estimulación del enraizamiento en pecíolos de violeta africana (*Saintpaulia ionantha*) y al incremento de la longitud de las raíces. Los resultados demostraron que la mezcla de oligogalacturónidos adelantó la aparición de raíces en la base del pecíolo a los 12 días de aplicados los tratamientos en relación al ácido indol acético (AIA), aunque el número de raíces a los 25 días no difirió estadísticamente entre los tratamientos. La longitud de las raíces no fue afectada por la mezcla de oligosacáridos con relación al control y el AIA; sin embargo, el tratamiento con ácido galacturónico (10 mg.L⁻¹) incrementó la longitud de las raíces con relación al resto de los tratamientos. Se concluye que la mezcla de oligosacáridos pécticos tiene un efecto enraizador en el pecíolo de hojas de violeta, adelantando la aparición de raíces.

Palabras clave: galactooligosacáridos, pectinas, *Saintpaulia ionantha*, enraizamiento

INTRODUCCIÓN

En las últimas dos décadas, ha sido bien documentado el papel de la pared celular de la planta, como depósito de una nueva jerarquía de hormonas que, una vez liberadas en la forma de fragmentos oligosacáridos, pueden afectar diferentes procesos fisiológicos en la planta, incluyendo el crecimiento y desarrollo, la morfogénesis e inducción de respuestas defensivas contra potenciales

plagas y patógenos. Entre estos oligosacáridos, -también llamados oligosacarinas como resultado de los efectos biológicos antes mencionados que producen en las plantas; los oligogalacturónidos han sido ampliamente estudiados y con los cuales se han encontrado el mayor número de respuestas biológicas en plantas, incluyendo cierta cantidad de monocotiledóneas y varias subclases de dicotiledóneas (1, 2).

Con relación a las respuestas inducidas por oligogalacturónidos en el crecimiento y desarrollo de la planta, el efecto biológico, en casi todos los casos estudiados, parece ser el contrario a la acción auxínica. De esta manera, se demostró el efecto negativo de los oligogalacturónidos de diferente grado de polimerización (GP), por ejemplo, en el alargamiento de tallos del guisante inducido por ácido indol acético (AIA), la inhibición por fragmentos pécticos (oligogalacturónidos de origen péctico) de la formación de raíces en capas celulares delgadas que crecían en medio de cultivo de

Ms.C. A. B. Falcón, Investigador Auxiliar y Dr.C. J. C. Cabrera, Investigadores Titular del Grupo de Productos Bioactivos, Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, CP 32700, Cuba.

✉ alfalcon@inca.edu.cu

Abreviaturas usadas

AIA: ácido indol acético

GP: grado de polimerización

AGU: ácido galacturónico

Pm: Pectimorf

enraizamiento, la reducción de la acumulación de una proteína en medio de cultivo que se induce con ciertos niveles de AIA en presencia de oligopeptatos en el medio y la inhibición de la división celular inducida por auxinas en las células parenquimatosas del floema (1). Ningún grupo de investigación ha informado una actividad inductora del crecimiento de raíces en plantas causada por una mezcla definida de oligogalacturónidos.

En nuestro laboratorio se preparó, por medio de hidrólisis enzimática, una mezcla de oligogalacturónidos con grado de polimerización entre 7 y 16 restos de ácido galacturónico, a partir de ácido poligalacturónico de calidad reactivo. Pectimorf, nombre comercial de la mezcla antes mencionada, se evaluó en experimentos simples, con el objetivo de conocer su potencialidad como enraizador de pecíolos de violetas y demostrar un posible efecto de los oligogalacturónidos como inductores de raíces secundarias en plantas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Químicos utilizados. Pectimorf, mezcla de oligosacáridos pécticos con grado de polimerización 7-16, obtenida según metodología establecida y patentada (3) a partir de ácido péctico (Sigma), por el laboratorio de Oligosacarinas del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba. Monómero de ácido galacturónico (Merck) y Ácido indol acético (AIA) (Merck) ambos calidad reactivo.

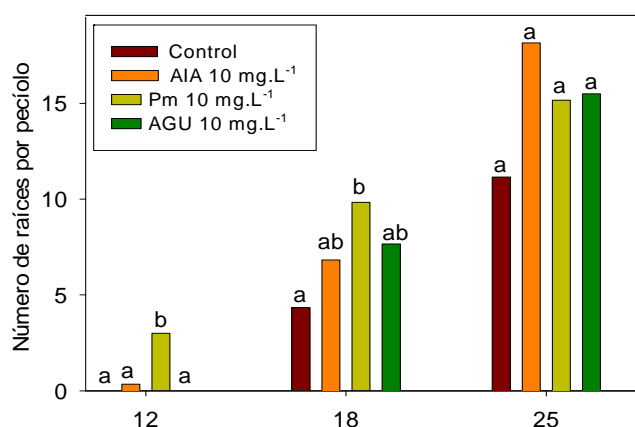
Ensayo en pecíolos de violetas. El experimento fue realizado con hojas de violeta africana (*Saintpaulia ionantha*) que poseían un pecíolo de entre 5 y 8 cm de longitud. Cada hoja fue colocada en una solución conteniendo el tratamiento empleado disuelto en agua destilada, de forma tal que solo un tercio del pecíolo estaba en contacto con la solución. Las soluciones fueron abastecidas con agua destilada en la medida que la transpiración o la evaporación reducía el volumen acuoso de las soluciones durante los 25 días que duró el experimento. El experimento se ejecutó en condiciones semicontroladas en un cuarto de crecimiento con fotoperíodo de 16 horas luz/8 horas de oscuridad y una temperatura de 28/22°C, respectivamente.

Cada compuesto disuelto en H₂O a la concentración expresada constituyó un tratamiento: Ácido Indolacético (10 mg.L⁻¹), Pectimorf (10 mg.L⁻¹) y Ácido galacturónico (10 mg.L⁻¹). Se utilizaron seis muestras de 10 pecíolos cada una por tratamiento y un control con agua destilada. Se contó el número de raíces en la base de cada pecíolo y se determinó una media para cada muestra a los 12, 18 y 25 días. Se determinó la longitud de las raíces en cada tratamiento a los 25 días. El experimento se repitió dos veces y los datos obtenidos se procesaron mediante un análisis de varianza de clasificación simple y las medias con diferencias significativas se compararon mediante la prueba de Duncan para p≤0.05.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La violeta africana (*Saintpaulia ionantha*) es una planta muy apreciada como ornamental, que se reproduce comúnmente mediante la siembra de los pecíolos (incluyendo los folíolos) en el sustrato hasta que estos enraízan y a partir de los cuales ocurre posteriormente una brotación de nuevas plantas con varias hojas cada una. Por lo anterior resulta de gran importancia lograr un rápido y firme enraizamiento de la hoja plantada, así como una buena brotación posterior.

En la Figura 1 se compara el número de raíces en tres momentos durante la ejecución del experimento. En el primer conteo (día 12) el Pectimorf aventaja con diferencias estadísticas al resto de los tratamientos que no presentaron raíces, excepto el tratamiento con AIA, en el cual pecíolos de algunas muestras tenían una raíz. Esta ventaja en el número de raíces por planta inducidas por Pectimorf se redujo para los 18 días del experimento, ya que los tratamientos con AIA y AGU, aunque con menores valores, no difirieron estadísticamente del Pm. A los 25 días no se obtuvieron diferencias significativas entre los tratamientos y el control. Por otra parte, la duplicación de la concentración de Pm no incrementó el número de raíces a los 25 días en relación con el resto de los tratamientos (resultados no mostrados), lo que confirmó su acción solo en el adelanto del enraizamiento para pecíolos de esta especie.



Cada valor es la media del número de raíces en 10 pecíolos por muestra en dos experimentos independientes. Datos procesados en Anova de clasificación simple y las medias con diferencias comparadas en la prueba de Duncan para p≤0.05

Figura 1. Comparación del número de raíces por pecíolo de violetas a los 12 (ESx= 0.666), 18 (ESx= 1.246) y 25 días (ESx= 2.145) de establecido el experimento

Bellicampi y colaboradores (1), trabajando con mezclas con GP entre 8 y 16, demostraron que los oligogalacturónidos inhiben la formación de raíces en explantes de tabaco cuando se cultivan en medios sintéticos de crecimiento con determinada concentración de fitohormonas y esto ocurre mediante la inhibición de la

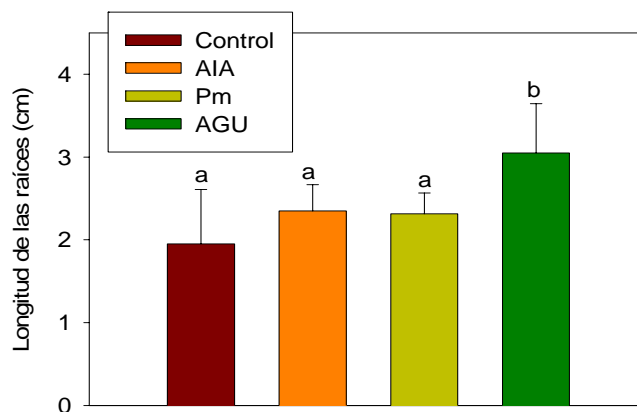
expresión de un gén relacionado con la actividad auxínica. Por otra parte, se ha informado (4) que la inhibición de la elongación de raíces principales y secundarias del frijol con oligopectatos (GP 10) de la pared celular del mismo cultivo era causada por la inducción de respuestas defensivas en las raíces. Según los autores los incrementos en los niveles de fitoalexinas y otras respuestas defensivas inhibían el metabolismo relacionado con el crecimiento radical.

Sin embargo, los resultados de este trabajo demuestran exactamente lo contrario, al observarse la promoción de raíces en los pecíolos de violetas con el Pectimorf, (GP 7 y 16). Resultados que apoyan los de este trabajo fueron obtenidos por otros autores (5), quienes demostraron la inducción y el acortamiento del tiempo de enraizamiento al trabajar con explantes de plántulas de trigo crecidos en medios de cultivo que contenían diferentes oligosacáridos de pared celular. Posteriormente, los mismos autores obtuvieron activación e inhibición del proceso de enraizamiento de los mismos explantes cuando se estimularon con diferentes fracciones de pectina de pared celular de brotes de chícharo (6). 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. Se observó que la alcalinización extracelular estaba vinculada a la inhibición del crecimiento radical (7).

Adicionalmente, se ha demostrado la estimulación del enraizamiento, el incremento de brotes y crecimiento vegetativo, con la mezcla de oligogalacturónidos conocida como Pectimorf, en diferentes especies y estadios del cultivo *in vitro* (8, 9, 10) cuando se trabaja con balance específico de fitohormonas. Estos resultados refuerzan el criterio que el Pm ejerce una acción similar al de las auxinas o de una sinergia con la auxina presente en el medio de cultivo (10).

Recientemente, se informaron resultados de enraizamiento y aumento de la longitud radicular en experimentos *ex vitro* en condiciones semicontroladas con la misma mezcla de oligopectatos (11). Todo lo anterior confirma la complejidad en la señalización de respuestas por los oligogalacturónidos, la importancia del tamaño de los fragmentos pécticos y posibilidad de implicación de otros factores, como el propio balance hormonal del sistema, unido al estadio y tipo de muestra biológica con la cual se trabaja (6, 8, 11).

El efecto de los tratamientos sobre la longitud de las raíces a los 25 días de aplicados los tratamientos se muestra en la Figura 2. Los mayores incrementos de longitud de las raíces en el experimento ocurrieron en los pecíolos tratados con ácido galacturónico 10 mg.L⁻¹, que se diferenciaron del resto de los tratamientos y el control. Otras concentraciones del Pm y el AGU no afectaron el tamaño de la longitud de la raíz en relación con el control (resultados no mostrados).



Cada valor es la media de todas las raíces de 10 pecíolos por muestra en dos experimentos independientes. Datos procesados en Anova de clasificación simple ($ES_x = 0.586$) y las medias con diferencias comparadas en la prueba de Duncan para $p \leq 0.05$.

Figura 2. Longitud de las raíces por pecíolo a los 25 días de establecido el experimento.

Los resultados anteriores permiten concluir que las oligosacarinas de pared celular de plantas, específicamente los oligogalacturónidos, tienen un papel en la rizogenia de las plantas que puede depender del contenido hormonal, el estadio del vegetal con que se trabaja y la interacción con otras rutas metabólicas activadas (4, 6, 9, 11). Por otro lado, es posible que la actividad enraizadora de los oligogalacturónidos ocurra solo en una primera fase de la formación de raíces, pero no en su crecimiento, como quedó demostrado con los resultados de este trabajo y ha sido informado previamente (5, 6). Es necesario continuar estudiando el efecto de los oligosacáridos pécticos en la rizogenia de las plantas, se impone probar otras concentraciones y fragmentos de estas oligosacarinas así como formas de aplicación.

CONCLUSIÓN

La mezcla de oligosacáridos pécticos conocida como Pectimorf adelanta el proceso de enraizamiento en pecíolos de violeta africana (*Saintpaulia ionantha*) en comparación con el AIA, pero no incrementa el número de raíces ni su longitud en esta especie en las condiciones estudiadas.

REFERENCIAS

- Ridley, B. L.; O'Neill, M. A. y Mohnen, D. Pectins: structure, biosynthesis, and oligogalacturonide-related signalling. *Phytochemistry*, 2001, vol. 57, no. 6, p. 929-967.
- Shibuya, N. y Minami, E. Oligosaccharide signalling for defense responses in plant. *Physiological and Mol. Plant Pathology*, 2001, vol. 59, p. 223-233.
- Cabrera, J. C. Procedimiento de obtención de una mezcla de oligosacáridos pécticos estimuladora del enraizamiento vegetal. Patente Cubana no. 22859/2003.

4. Hernández, G.; Sepúlveda, B.; Richards, 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.
5. Zabolina, O.; Gurjanov, O.; Ayupova, D. y Lozovaya, V. Oligosaccharide fragments influence on the Buckwheat thin-cell-layer explant rhizogenesis. *Curr. Advances in Buckwheat Res.*, 1995, vol. 107, p. 753-759.
6. Zabolina, O.; Gurjanov, O.; Ibragimova, N.; Ayupova, D. y Lozovaya, V. Rhizogenesis in buckwheat thin-cell-layer explants: effect of plant oligosaccharides. *Plant Science*, 1998, vol. 135, p. 195-201.
7. Spiro, M. D.; Bowers, J. F. y Cosgrove, D. J. A Comparison of oligogalacturonide- and auxin-induced extracellular alkalization and growth responses in roots of intact cucumber seedlings. *Plant Physiology*, 2002, vol. 130, p. 895-903.
8. Plana, D.; Álvarez, 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.
9. Nieves, N.; Poblete, 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.
10. 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.
11. Falcón, A.; Cabrera, J. C.; Reinaldo, I. y Nuñez, M. Desarrollo de activadores de las plantas de amplio espectro de acción. Informe Final del PNCT 00100191, CITMA, 2005.

Recibido: 2 de agosto de 2006

Aceptado: 4 de junio de 2007

CURSOS DE POSGRADO

Precio: 350 CUC

Fisiología vegetal

Coordinador: Dr.C. Inés Reynaldo Escobar

Dr.C. Walfredo Torres de la Noval

Fecha: a solicitud

Duración: 80 horas

SOLICITAR INFORMACIÓN

Dr.C. Walfredo Torres de la Noval
Dirección de Educación, Servicios Informativos
y Relaciones Públicas
Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA)
Gaveta Postal 1, San José de las Lajas,
La Habana, Cuba. CP 32700
Telef: (53) (47) 86-3773
Fax: (53) (47) 86-3867
E.mail: posgrado@inca.edu.cu