

EFECTO DEL TRATAMIENTO DE SEMILLAS CON UNA MEZCLA DE OLIGOGALACTURÓNIDOS SOBRE EL CRECIMIENTO DE PLÁNTULAS DE TOMATE (*Lycopersicon esculentum* Mill)

Daimy Costales[✉], Lisbel Martínez y Miriam Núñez

ABSTRACT. Tomato is a highly consumed vegetable in Cuba. Thus, obtaining healthy and vigorous plantlets is vital to guarantee good yields, both under field conditions and greenhouses; hence, researches directed to stimulate tomato plantlet growth and vigour at the nursery stage are of great scientific and economical interest. The aim of this work was to evaluate the effect of treating tomato seeds with an oligogalacturonide mixture (DP 7-16) on plantlet growth within two sowing dates. Two trials were performed under semicontrolled conditions: November (optimal season) and February (non-optimal season). Tomato seeds (*Lycopersicon esculentum* Mill) from Amalia var. were immersed in aqueous solutions of 0, 1, 5 and 10 mg.L⁻¹ of the oligogalacturonide mixture during four hours. Afterwards, they were seeded in 5-L-pots containing a soil-organic matter mixture (1:1 v/v). Then, 15 days after germination, plant height, stem diameter, leaf number as well as fresh and dry weights per organ were determined between 26 and 30 days. Regarding the experiment from November, the contents of leaf soluble proteins and chlorophylls (a+b) were also evaluated. In both experiments, seed treatment with water did not modify any of the variables analyzed; however, oligosaccharide mixture, at certain concentrations, enhanced plant growth, the response being more evident in the experiment from February.

Key words: seed treatment, tomato, growth, oligosaccharides, pectins

RESUMEN. El tomate es la hortaliza que más se consume en Cuba. La obtención de posturas sanas y vigorosas es vital, para garantizar buenos rendimientos tanto en condiciones de campo como en casas de cultivo protegido; por tal motivo, los estudios encaminados a estimular el crecimiento y vigor de las plántulas de tomate en la fase de semillero son de gran interés científico-técnico y económico. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del tratamiento de semillas de tomate, con una mezcla de oligogalacturónidos (GP 7-16) sobre el crecimiento de las plántulas en dos fechas de siembra. Se realizaron dos experimentos en condiciones semicontroladas: noviembre (período óptimo) y febrero (período no óptimo), donde se trataron semillas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad cultivada Amalia, durante cuatro horas con soluciones de 0, 1, 5 y 10 mg.L⁻¹ de la mezcla de oligogalacturónidos. Posteriormente, las semillas se sembraron en macetas (5 L) que contenían una mezcla de suelo-materia orgánica (1:1 v/v). A partir de los 15 días después de la emergencia, se evaluaron la altura, el diámetro del tallo, número de hojas, y las masas fresca y seca por órgano entre los 26 y 30 días. En el experimento de noviembre se determinaron, además, la concentración de proteínas solubles y clorofilas (a+b) en las hojas. Los resultados de ambos experimentos demostraron que el tratamiento a las semillas con agua no modificó ninguna de las variables analizadas; sin embargo, la mezcla de oligogalacturónidos, a determinadas concentraciones, aceleró el crecimiento de las plantas, siendo más evidente la respuesta en el experimento efectuado en febrero.

Palabras clave: tratamiento de semillas, tomate, crecimiento, oligosacáridos, pectinas

INTRODUCCIÓN

Para algunos cultivos, la siembra a través de plántulas asegura su supervivencia mejor que si se hace directamente de semilla, garantizando los rendimientos tanto en el campo como en las casas de cultivo protegido. El éxito de una explotación comercial de tomate depende, en gran parte, del cuidado que se preste a los

semilleros, lo cual permite la obtención de plántulas uniformes, en buen estado de desarrollo y sin problemas fitosanitarios, factores que inciden en una mayor resistencia al rigor del trasplante y un mayor porcentaje de sobrevivencia en el campo. La producción de posturas en Cuba se realiza en los semilleros tradicionales y, últimamente, se ha extendido el empleo de cepellones (1). Por tal motivo, son de gran interés científico-técnico los trabajos encaminados a estimular el crecimiento y vigor de las plántulas de tomate durante esa fase y, por consiguiente, el abaratamiento de los costos.

Daimy Costales, Investigador, Lisbel Martínez, Reserva Científica y Dra.C. Miriam Núñez, Investigador Titular de Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal, Instituto Nacional de Ciencia Agrícolas, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, La Habana, Cuba, CP 32 700.

✉ daimy@inca.edu.cu

Abreviaturas: GP-grado de polimerización, DP en inglés

En la última década, se ha informado la potencialidad de las oligosacarinas (oligosacáridos de paredes celulares de plantas y patógenos con actividad biológica en plantas) en la estimulación del crecimiento, desarrollo y protección de los cultivos (2, 3, 4, 5, 6).

Aunque no se conocen con exactitud los mecanismos por los cuales las oligosacarinas estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas, la reducción de la transpiración mediante el cierre estomático parece jugar un papel importante (7). Sin embargo, las oligosacarinas de origen péctico han sido las menos estudiadas, en cuanto a la estimulación del crecimiento en plantas. Es conocido que los oligolacturónidos son derivados de la pared celular primaria de pectina cítrica en plantas, 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 (2).

El Grupo de Productos Bioactivos del Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal del INCA, trabaja desde 1992 en el desarrollo de metodologías, para la obtención de oligosacarinas a partir de materias primas nacionales. Entre los principales resultados de este grupo se encuentran el desarrollo de una metodología, para la obtención de una mezcla de oligogalacturónidos, a partir de pectina cítrica (8), que ha sido utilizada satisfactoriamente en el cultivo *in vitro* en sustitución de los reguladores del crecimiento tradicionales o en sinergia con determinadas fitohormonas (9, 10, 11, 12, 13).

Utilizando la tecnología del enraizamiento de esquejes, se ha obtenido con las dosis de 10 y 20 mg.L⁻¹ de la mezcla una estimulación en la formación de callos, emisión y elongación de raíces por planta, que representó una alternativa importante en la propagación de dos variedades de la especie *Psidium guajava* L (14). Resultados muy similares se obtuvieron en tres variedades de margullos de *Ficus* (*Ficus benjamina*), cuando se utilizó esta misma mezcla a 10 mg.L⁻¹, logrando uniformidad radical (15). Esta mezcla de grado de polimerización entre 7 y 16, ha demostrado ser efectiva como enraizador en frutales (14) y plantas ornamentales (15, 16); sin embargo, existe muy poca información acerca del papel de los oligogalacturónidos en el crecimiento de las plantas, ya que solamente se han informado los resultados de un ensayo preliminar realizado en tomate, donde se utilizó el tratamiento a las semillas y la aspersión foliar (17) y el efecto positivo que la aspersión foliar con 1 mg.L⁻¹ de esta mezcla ejerció en el crecimiento de palmas de areca (18).

Teniendo en cuenta lo anterior y considerando que la obtención de posturas de tomate de buena calidad es premisa fundamental, para la obtención posterior de buenos rendimientos agrícolas, se decidió ejecutar el presente trabajo, cuyo objetivo central fue estudiar el efecto que el tratamiento de semillas, con diferentes concentra-

ciones de la mezcla de oligogalacturónidos, ejerce sobre el crecimiento de plantas de tomate variedad Amalia en dos fechas de siembra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizaron dos experimentos en el Área Central del INCA: uno en noviembre (experimento 1) y otro en febrero (experimento 2), para determinar el efecto de algunas concentraciones de la mezcla de oligogalacturónidos con grado de polimerización (GP entre 7-16), en el crecimiento de plantas de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) variedad Amalia en condiciones semicontroladas. Para ello, se trataron las semillas durante cuatro horas con soluciones de 1, 5 y 10 mg.L⁻¹ de la mezcla de oligogalacturónidos. Además, se utilizaron dos controles: uno embebido en agua y otro sin imbibición. Una vez culminada la imbibición, las semillas se sembraron en macetas de 5 L de capacidad, que contenían como sustrato una mezcla de suelo Ferráltico Rojo Lixiviado Típico Eútrico (19, 20) con cachaza (1:1 v/v). Se utilizaron diez macetas por tratamiento y en cada una de ellas se sembraron diez semillas, dejándose crecer solamente tres plántulas. En el segundo experimento, las semillas después de tratadas se colocaron en placas de Petri con papel de filtro y agua destilada, para su germinación durante tres días y posteriormente fueron transferidas a las macetas. En ambos experimentos se realizaron riegos diarios a las macetas, para garantizar una adecuada humedad en el suelo y, por ende, un buen crecimiento de las plantas.

Quince días después de la emergencia de las plántulas, se iniciaron las evaluaciones sistemáticas de crecimiento siguientes: altura, diámetro del tallo y número de hojas, mientras que las biomásas fresca y seca por órgano se determinaron a los 26 días después de la emergencia en el primer experimento; la biomasa seca por órgano se evaluó a los 31 días después de la emergencia en el caso del experimento 2. En ambos experimentos, se seleccionaron al azar 20 plantas (dos plantas por maceta) para las mediciones mencionadas. Por otra parte, en el primer experimento se tomaron las terceras y cuartas hojas de las plantas restantes y se conformaron tres muestras para las determinaciones de proteínas solubles totales y clorofilas (a+b) por los métodos Lowry (21) y Vernon (22) respectivamente.

Los datos se procesaron mediante un Análisis de Varianza Simple con datos balanceados, utilizando el programa estadístico Statgraphics versión 5. Las medias con diferencias significativas se compararon a través de la Prueba de Rangos Múltiples de Tukey HSD.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las evaluaciones de la dinámica de altura de las plantas mostraron que, en el primer experimento (Figura 1a), las plantas provenientes de semillas embebidas con 5 mg.L⁻¹ del producto exhibieron una longitud del tallo

significativamente superior al control embebido en agua a partir de los 22 días después de la emergencia y superior a ambos controles a partir de los 24 días. En el segundo experimento, se observó que el incremento en la altura de las plantas fue menor durante el período evaluado (Figura 1b); sin embargo, a partir de los 24 días después de la emergencia, todas las plantas provenientes de semillas tratadas con la mezcla exhibieron una altura significativamente superior a los controles tratados y sin tratar.

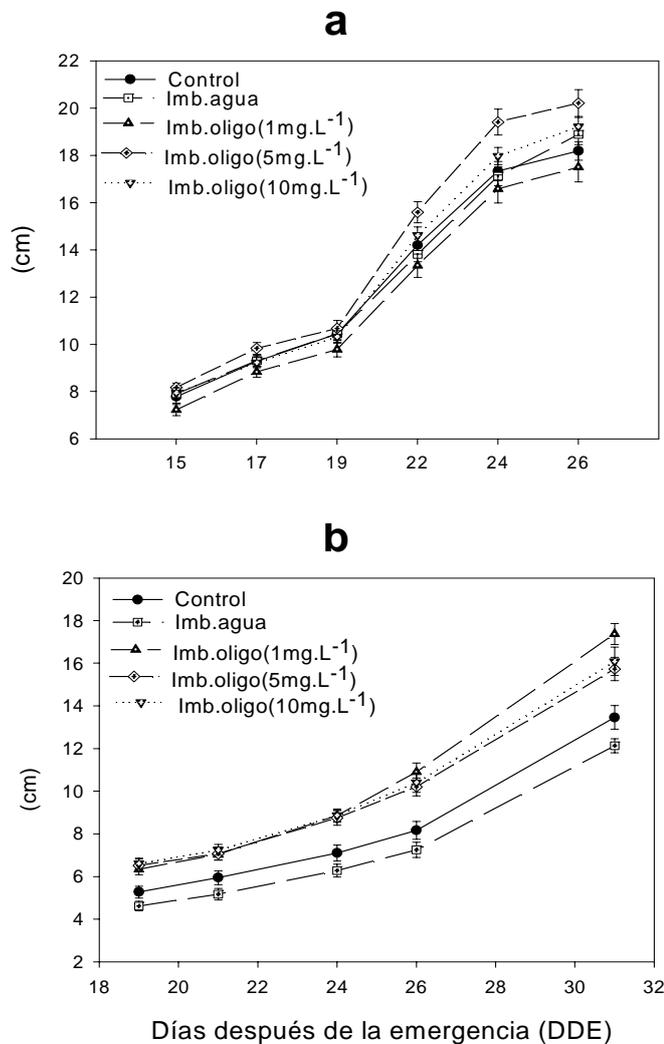


Figura 1. Efecto del tratamiento a las semillas de tomate variedad Amalia, durante cuatro horas, con diferentes concentraciones de la mezcla de oligogalacturónidos sobre la dinámica de la altura de las plántulas. Siembras de noviembre (a) y febrero (b)

Los resultados evidenciaron que esta mezcla de oligogalacturónidos fue capaz de promover la elongación de los tallos de las plantas de tomate; sin embargo, la respuesta al producto dependió de la concentración utilizada, lo cual se hizo más evidente en el primer experimento.

Otro aspecto importante a destacar es el lento crecimiento que mostraron las plantas del experimento 2, o sea, las sembradas en el período no óptimo de planta-

ción. Así, mientras que las plantas del primer experimento alcanzaron el valor mínimo de altura establecido por los instructivos técnicos para el trasplante (15 cm), entre los 22 y 24 días después de la emergencia (Figura 1a), en el experimento 2, las plantas controles no llegaron a alcanzar este valor, 31 días después de la emergencia (Figura 1b).

Los resultados de la dinámica del diámetro del tallo de las plantas se muestran en la Figura 2. Al igual que en la variable altura, el tratamiento de 5 mg.L⁻¹ del producto, en el primer experimento, exhibió valores superiores pero, en este caso, no se encontraron diferencias significativas con los controles en ninguno de los momentos evaluados (Figura 2a). Por otra parte, en el experimento desarrollado en el período no óptimo de plantación (Figura 2b), se aprecia que el tratamiento con la mezcla de oligogalacturónidos, independientemente de la concentración utilizada, estimuló significativamente el grosor del tallo. Nótese cómo las plantas del experimento 2 desarrollaron menos altura (Figura 1b) pero mayor grosor del tallo que las plantas que crecieron en el período óptimo de plantación (Figura 2 a y b).

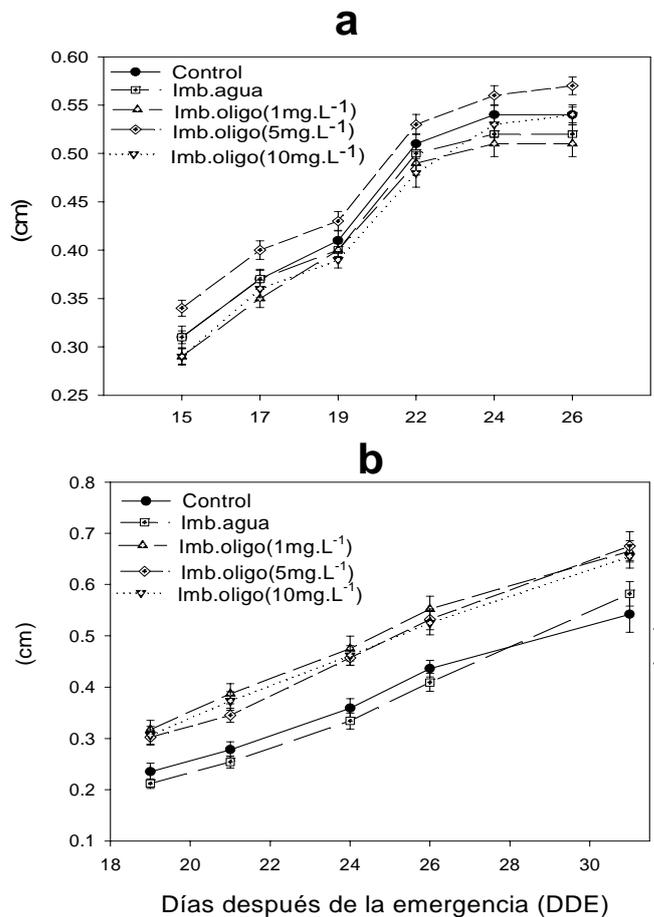


Figura 2. Influencia del tratamiento a las semillas de tomate variedad Amalia, durante cuatro horas, con diferentes concentraciones de la mezcla de oligogalacturónidos sobre la dinámica de diámetro del tallo de las plántulas. Siembras de noviembre (a) y febrero (b)

En cuanto a la dinámica del número de hojas de las plantas, en el experimento 1 (Figura 3a), de forma general, no se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos empleados. Sin embargo, en el experimento realizado en fecha no óptima (Figura 3b), entre los 21 y los 26 días de emergencia de las plantas, se obtuvieron diferencias significativas entre los controles y las concentraciones de la mezcla a favor de estas últimas, siendo las concentraciones de 1 y 10 mg.L⁻¹ las de mejores resultados en todo el período evaluado.

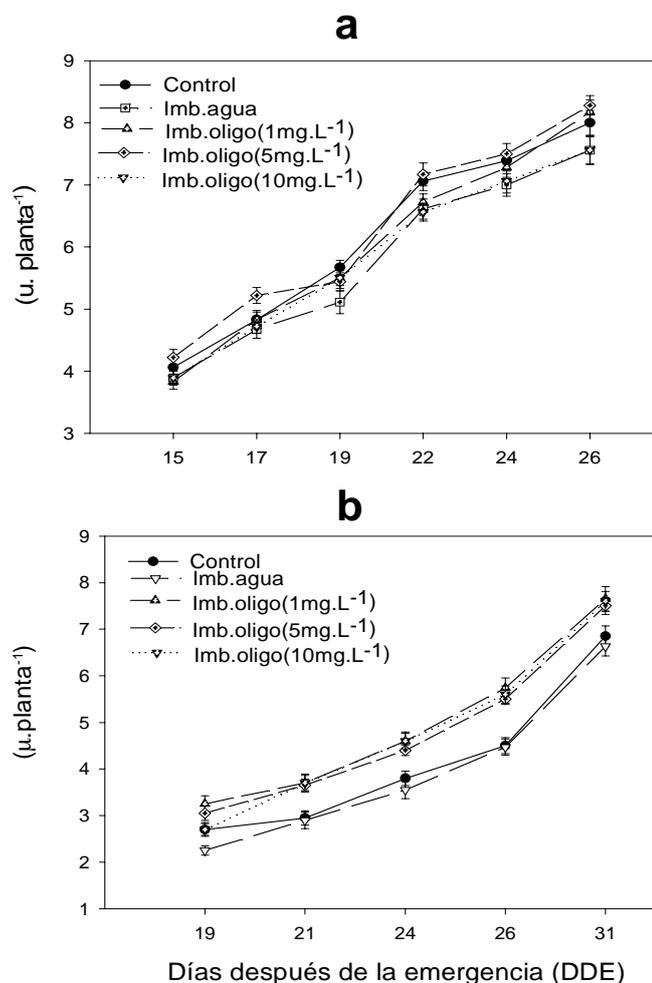


Figura 3. Dinámica del número de hojas de plantas de tomate var. Amalia procedentes de semillas tratadas o no, durante cuatro horas, con diferentes concentraciones de una mezcla de oligogalacturónidos. Siembras de noviembre (a) y febrero (b)

Los instructivos técnicos del cultivo del tomate establecen requisitos de calidad de las posturas para el trasplante (altura, 15-18 cm; número de hojas > 3; diámetro del tallo > 0.4 cm). En este trabajo se puede constatar que la altura resulta el indicador limitante para declarar a la postura apta para el trasplante; por tal motivo, en la Tabla I se muestra el porcentaje de plantas de cada tratamiento, que adquirieron una altura mayor de 15 cm a partir de los 22 días después de la emergencia de las plántulas en las dos fechas de siembra estudiadas.

La Tabla I muestra que el momento de siembra ejerció un efecto en el porcentaje de plantas aptas para el trasplante. En fecha óptima (siembra de noviembre), el 61 % de las plantas procedentes de las semillas embebidas en 5 mg.L⁻¹ del producto, estuvieron aptas para ser trasplantadas a los 22 días después de la emergencia; mientras que solamente lo estuvieron el 33.3 y 38.9 % de las plantas procedentes de los tratamientos control sin imbibición y control embebido en agua, respectivamente. Sin embargo, la imbibición en agua proporcionó un 100 % de las plantas aptas para el trasplante a los 24 días después de la emergencia, condición alcanzada a los 26 días en las plantas procedentes de semillas tratadas con 5 mg.L⁻¹ de la mezcla.

Este resultado revela que el tratamiento a las semillas con 5 mg.L⁻¹ de la mezcla de oligogalacturónidos permitió que el 61 % de las plantas estuvieran aptas para el trasplante a los 22 días después de la siembra, lo cual puede repercutir en el tiempo de permanencia de las posturas de tomate de esta variedad en el semillero con el consiguiente ahorro de recursos humanos y materiales.

Resultados muy similares fueron obtenidos en un ensayo preliminar efectuado en el cultivar Amalia (17). En ese trabajo, la dosis de 10 mg.L⁻¹ aplicada tanto a las semillas por cuatro horas como asperjada al follaje, 20 días después de la germinación, estimuló el porcentaje de plantas aptas para ser trasplantadas; al lograr una mayor homogeneidad en el tamaño de ellas.

En la siembra de febrero (Tabla I), el índice de plantas aptas para ser trasplantadas a los 31 días después de la emergencia, fue mucho menor que en el primer experimento, no llegando a alcanzar el 100 % en ninguno de los tratamientos empleados. Se llegó a alcanzar como máximo un 90 % de plantas con altura mayor de 15 cm en el tratamiento de imbibición, mediante una solución de 1 mg.L⁻¹ de la mezcla de oligogalacturónidos. Esto evidenció la influencia que ejerce la fecha de siembra no solamente en la dinámica de crecimiento de las plantas, sino también en la respuesta al tratamiento con la mezcla de oligogalacturónidos. Es conocida la influencia que algunas variables meteorológicas ejercen en el crecimiento de las plantas de tomate, así como en la formación de frutos (23); por lo que se ha establecido como fecha tope para la siembra la primera quincena de enero. En este trabajo, aunque no se evaluaron las variables meteorológicas, los resultados evidenciaron que la siembra de febrero no resultó óptima para el crecimiento de las plantas de este cultivar. Sin embargo, en estas condiciones se necesitó una menor concentración de la mezcla de oligogalacturónidos, para estimular el crecimiento de las plantas, lo cual sugiere que esta mezcla puede ser más activa cuando las plantas se encuentren en condiciones no óptimas de crecimiento.

En la Tabla II se presenta el comportamiento de las masas fresca y seca por órgano de las plantas de tomate correspondientes a la siembra efectuada en el período óptimo.

Tabla I. Efecto de la imbibición de las semillas de tomate variedad Amalia, durante cuatro horas, con diferentes concentraciones de la mezcla de oligogalacturónidos en el porcentaje de plantas aptas para el trasplante en tres momentos durante la fase de crecimiento en las dos fechas de siembra realizadas (noviembre y febrero)

Tratamientos	Porcentaje de plantas aptas para el trasplante					
	Siembra de noviembre			Siembra de febrero		
	22 DDE	24 DDE	26 DDE	24 DDE	26 DDE	31 DDE
Control	33.3	94.4	94.4	0	0	35
Imbibición en agua	38.9	100	100	0	0	0
Imb. oligo (1mg.L ⁻¹)	11.1	72.2	77.8	0	0	90
Imb. oligo (5mg.L ⁻¹)	61.1	94.4	100	0	0	65
Imb. oligo (10mg.L ⁻¹)	44.4	94.4	94.4	0	0	55

*DDE- Días después de la emergencia de las plántulas

Tabla II. Influencia de la imbibición de las semillas de tomate var. Amalia con diferentes concentraciones de la mezcla de oligogalacturónidos en las biomásas fresca y seca de las plantas evaluadas a los 26 días después de la emergencia (siembra de noviembre)

Tratamientos	Masa fresca (g*planta ⁻¹)			Masa seca (g*planta ⁻¹)		
	Raíces	Tallos	Hojas	Raíces	Tallos	Hojas
Control	1.654±0.14 a	4.840±0.22	10.99±0.71	0.167±0.01 ab	0.310±0.02ab	0.958±0.06 b
Imbibición en agua	1.162±0.09 b	4.677±0.25	9.88±0.63	0.157±0.01 ab	0.302±0.02ab	0.899±0.06 b
Imb.oligo(1mg.L ⁻¹)	1.167±0.01 b	4.548±0.36	9.14±0.74	0.144±0.01 ab	0.264±0.02 b	0.818±0.06 b
Imb.oligo(5mg.L ⁻¹)	1.586±0.09 a	5.715±0.36	11.17±0.73	0.189±0.01 a	0.378±0.03 a	1.085±0.07 a
Imb.oligo(10mg.L ⁻¹)	1.158±0.06 b	5.071±0.30	9.71±0.57	0.127±0.01 b	0.322±0.02ab	0.989±0.06ab

Medias con letras comunes no difieren significativamente según prueba de Tukey para p<0.05

Como se puede observar, el tratamiento a las semillas, excepto el de 5 mg.L⁻¹ de la mezcla, indujo una reducción significativa de la masa fresca de las raíces, aunque no ocurrió así con la masa seca, ya que las plantas procedentes de las semillas tratadas no difirieron significativamente de las procedentes de las semillas sin imbibición. Se debe destacar, además, que las plantas procedentes de las semillas embebidas con 5 mg.L⁻¹ de la mezcla, presentaron una masa seca foliar significativamente superior a las plantas procedentes de semillas sin embeber y embebidas en agua, lo cual pudiera estar asociado a una mayor actividad fotosintética de las plantas.

Es importante notar que las plantas provenientes de las semillas tratadas con 5 mg.L⁻¹ de la mezcla exhibieron, de forma general, valores superiores de masas fresca y seca de los órganos en comparación con los contro-

les, aunque estos valores solo difirieron estadísticamente de ambos controles, en el caso de la masa fresca de las hojas. Estos resultados son de gran interés, ya que el tratamiento con 5 mg.L⁻¹ de la mezcla de oligogalacturónidos, también aceleró la elongación de los tallos de las plantas, por lo que pudiera pensarse que estas plantas estarán mejor preparadas para tolerar el estrés, que significa el trasplante a condiciones de campo.

Los resultados de la evaluación de la masa seca por órgano en el experimento 2 se presentan en la Tabla III. Las semillas tratadas con la mezcla de oligogalacturónidos estimuló la acumulación de masa seca de las plántulas, en comparación con los controles, destacándose la concentración de 1 mg.L⁻¹, que estimuló en 110.3, 119.9 y 86 % la masa seca de raíces, tallos y hojas, respectivamente en comparación con el control sin tratar y en 163.8, 172 y 108.2 %, en comparación con el control embebido en agua.

Tabla III. Influencia de la imbibición de las semillas de tomate var. Amalia con diferentes concentraciones de la mezcla de oligogalacturónidos en la biomasa seca de las plantas evaluadas a los 31 días después de la emergencia (siembra de febrero)

Tratamientos	Masa seca (g.planta ⁻¹)		
	Raíces	Tallos	Hojas
Control	0.222±0.0397 bc	0.292±0.0682 b	1.240±0.2422 ab
Imbibición en agua	0.177±0.0361c	0.236±0.0440 b	1.108±0.1890 b
Imb. oligo (1mg.L ⁻¹)	0.467±0.0290 a	0.642±0.0539 a	2.307±0.1773 a
Imb. oligo (5mg.L ⁻¹)	0.370±0.0141ab	0.502±0.0487 ab	1.864±0.1216 ab
Imb. oligo (10mg.L ⁻¹)	0.357±0.0340 ab	0.526±0.0719 ab	2.046±0.2235 ab

Medias con letras comunes no difieren significativamente según prueba de Tukey para p<0.01

Por otra parte, se ha informado que el extracto acuoso de residuales de jugo de tomate promueve el crecimiento del tallo y las raíces de tomate, col china, rábano y maíz (24), pero no el crecimiento de semillas de avena, lo que indica que los efectos difieren entre las especies de plantas y sus órganos. Posteriormente, se detectó por cromatografía de intercambio iónico (25) que los componentes más efectivos de dicho extracto eran los ácidos oligogalacturónicos (GP 6-12). Sin embargo, un número importante de estudios presenta a los oligogalacturónidos como inhibidores del enraizamiento inducido por auxinas (2, 26, 27). A su vez, otros han obtenido tanto la estimulación como inhibición del enraizamiento, dependiendo de las fracciones de oligosacáridos pécticos usados y el material vegetal probado (26, 28), lo que indica que depende de un específico balance hormonal en la señalización de respuestas vinculadas al crecimiento y desarrollo de las plantas.

En estos resultados, se encontró un efecto de esta mezcla de oligogalacturónidos en la biomasa radical solamente en el experimento 2, confirmando los resultados de otros estudios que han demostrado la influencia de esta mezcla en la rizogénesis (26) de plantas leñosas y herbáceas (14, 15, 29). Sin embargo, en el caso del tomate, es necesario continuar profundizando en este aspecto, pues la respuesta de crecimiento radical al tratamiento con la mezcla no fue consistente, ya que dependió de la concentración y fecha en que se sembró el experimento.

Teniendo en cuenta que el crecimiento de las plantas está asociado a la síntesis de proteínas y que las clorofilas son los pigmentos responsables de la captación de la energía luminosa para el proceso fotosintético de las plantas, se quiso conocer si el tratamiento de las semillas con esta mezcla de oligogalacturónidos, era capaz de modificar las concentraciones foliares de proteínas solubles y de clorofilas totales cuando las plantas crecieron en el período óptimo de plantación de este cultivo en nuestras condiciones. En la Tabla IV se puede observar que el tratamiento de 5 mg.L⁻¹ del producto provocó una disminución significativa de la concentración de proteínas solubles en relación con el resto de los tratamientos, lo cual pudiera estar asociado a que este tratamiento fue el que presentó la mayor masa seca de las hojas en comparación con ambos controles y, al parecer, no hubo estimulación de la síntesis de proteínas solubles, por lo que al incrementar la masa seca de las hojas, ineludiblemente disminuyó la concentración de las proteínas solubles por unidad de masa seca.

En cuanto a las clorofilas (a+b), solamente la concentración de 10 mg.L⁻¹ del producto provocó una reducción significativa de este indicador, en comparación con el resto de los tratamientos evaluados. No obstante, aunque no se encontró una respuesta de las clorofilas ni de la concentración de las proteínas solubles, se demostró que el tratamiento con 5 mg.L⁻¹ de la mezcla favoreció la masa seca foliar, lo que significa que hubo una mayor acumulación de asimilatos, que quizás pudieran ser carbohidratos u otros compuestos orgánicos.

Tabla IV. Influencia de la imbibición de las semillas de tomate var. Amalia con diferentes concentraciones de la mezcla de oligogalacturónidos en la concentración de proteínas solubles y clorofilas (a+b) de las hojas de las plantas, evaluada a los 26 días después de la emergencia (siembra de noviembre)

Tratamiento	Concentración de proteínas solubles (mg/g de MS)	Pigmentos de clorofila (a+b, mg.cm ⁻²)
Control	30.232±0.3333 a	2.5833±0.110 a
Imbibición en agua	28.622±0.5198 ab	2.3467±0.094 a
Imb. oligo (1mg.L ⁻¹)	27.401±0.5900 b	2.1867±0.034 a
Imb. oligo (5mg.L ⁻¹)	21.539±0.2815 c	2.3467±0.032 a
Imb. oligo (10mg.L ⁻¹)	30.610±0.2669 a	1.6933±0.072 b

Medias con letras comunes no difieren significativamente según prueba de Tukey para p<0.01

A partir de los resultados descritos anteriormente, se puede concluir que el tratamiento a las semillas de tomate var. Amalia durante cuatro horas con esta mezcla de oligogalacturónidos, a determinadas concentraciones, es capaz de estimular el crecimiento de las plantas; estando relacionada la efectividad de la concentración con el momento de siembra. Sin embargo, estos resultados requieren de una continuidad en los estudios acerca de los efectos fisiológicos que provocan los oligogalacturónidos en plántulas de tomate mediante la imbibición de las semillas. También deben evaluarse otras concentraciones de estos compuestos y tiempos de imbibición, para conocer las posibles respuestas fisiológicas del tomate a la presencia de esta oligosacarina.

REFERENCIAS

- Moya, C. Producción de semillas de tomate. Manual para productores. La Habana:INCA, 2000, 17 p.
- Ridley, B. L.; O'Neill, M. A. y Mohnen, D. Pectins: structure, biosynthesis, and oligogalacturonide-related signaling. *Phytochemistry*, 2001, vol. 57, p. 929-967.
- Shibuya, N. y Minami, E. Oligosaccharides signaling for defense responses in plant. *Physiol Mol. Plant*, 2001, vol. 59, p. 223-233.
- Barka, E. A.; Eullaffroy, P.; Clément, C. y Vernet, G. Chitosan improves development, and protects *Vitis vinifera* L. against *Botrytis cinerea*. *Plant Cell Rep.*, 2004, vol. 22, p. 608-614.
- Molloy, C.; Cheah, L-H. y Koolaard, J. P. Induced resistance against *Sclerotinia sclerotiorum* in carrots treated with enzymatically hydrolysed chitosan. *Postharvest Biology and Technology*, 2004, vol. 33, p. 61-65.
- Sharathchandra, R. G.; Niranjana-Raj, S.; Shetty, N. P.; Amruthesh, K. N. y Shetty, H. S. A Chitosan formulation Elexa™ induces downy mildew disease resistance and growth promotion in pearl millet. *Crop Protection*, 2004, vol. 23, p. 881-888.

7. Lee, S.; Choi, H.; Suh, S.; Doo, In-S.; Oh, Ki-Y.; Choi, E. J.; Schroe, A. T.; Low, S. y Lee, Y. Oligogalacturonic acid and chitosan reduce stomatal aperture by inducing of reactive oxygen species from guard cells of tomato and *Commelina communis* L. *Plant Physiology*, 1999, vol. 121, no. 1, p. 147-152.
8. Cabrera, J. C. Procedimiento de obtención de una mezcla de oligosacáridos pécticos estimuladora del enraizamiento vegetal. Patente Cubana ¹ 22859/2003.
9. Cevallos, A. M. Establecimiento de una metodología eficiente en el proceso de embriogénesis somática del café (*Coffea spp.*), mediante el uso de marcadores morfo-histológicos y moleculares. [Tesis de doctorado]; INCA, 2000, 136 p.
10. Montes, S.; Aldaz, J. P.; Ceballos, 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.
11. Plana, D.; Álvarez, M.; Florido, M.; Lara, R. M. y Cabrera, J. C. Actividad biológica en la morfogénesis *in vitro* del tomate var. Amalia. *Cultivos Tropicales*, 2003, vol. 24, no. 1, p. 29-33.
12. Nieves, N.; Poblete, A.; Cid, M.; González-Olmedo, J. L.; Lezcano, Y. y Cabrera, J. C. Evaluación del Pectimorf como complemento del 2.4-D en el proceso de la embriogénesis somática de caña de azúcar (*Saccharum sp.*). *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, no. 1, p. 25-30.
13. 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 sp.*). *Cultivos Tropicales*, 2006, vol. 27, no. 1, p. 31-34.
14. 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.
15. Dominí, M. E. y Benítez, B. Uso de biopreparados como promotores de enraizamientos en margullos de Ficus (*Ficus benjamina*). *Cultivos Tropicales*, 2004, vol. 25, no. 3, p. 45-48.
16. Falcón, A. y Cabrera, J. C. Actividad auxínica del Pectimorf como inductor del enraizamiento en pecíolos de violeta africana. En: Memorias del Congreso Científico del INCA; (13:2002 nov. 12-15:La Habana).
17. Núñez, M. Influencia de la aplicación de Pectimorf en algunos indicadores del crecimiento de plantas jóvenes de tomate variedad Amalia. En: Memorias del Congreso Científico del INCA; (13:2002 nov. 12-15:La Habana).
18. Benítez, B.; Soto, F.; Núñez, M. y Yong, A. Efecto de aspersiones foliares con una mezcla de oligogalacturónidos en el crecimiento de plantas de palma areca (*Dypsis lutescens* H. Wendel). *Cultivos Tropicales*, 2007, vol. 27, no. 4, p. 61-64.
19. Cuba. MINAGRI. Instituto de Suelos. Nueva versión de clasificación genética de los suelos de Cuba. La Habana: Agrinfor, 1999. 64 p.
20. Borges, Y. Contribución al estudio de la degradación de los suelos Ferralíticos Rojos Lixiviados, de la región de San José de las Lajas, por el cambio de uso de la tierra. Trabajo de Diploma en Agronomía; UNAH, 2004. 69 p.
21. Lowry, O. H.; Rosebrough, N. J.; Farr, A. L. y Rondall, R. J. Protein measurement with the folin phenol reagent. *J. Biological Chemistry*; 1951, vol. 193, p. 265-275.
22. Vernon, L. P. Spectrophotometric determination of chlorophylls. *Anal. Chemistry*; 1960, vol. 32, p. 1144-1150.
23. Paéz, A.; Paz, V. y López, J. C. Crecimiento y respuestas fisiológicas de plantas de tomate cv. Río Grande en la época Mayo-Julio. Efecto del Sombreado. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)*, 2000, vol. 17, p. 173-184.
24. Suzuki, T.; Usui, H. I.; Tomita-Yokotani, K.; Kono, S.; Tsubura, H.; Miki, Y. y Hasegawa, K. Effects of acid extracts of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) and carrot (*Daucus Carota* L.) wastes from the food industry on the growth of some crops and weeds. *Weed Biol Management.*, 2001; vol. 1, p. 226-230.
25. Suzuki, T.; Tomita-Yokotani, K.; Tsubura, H.; Yoshida, S.; Kusakabe, I.; Yamada, K.; Miki, Y. y Hasegawa, K. Plant growth-promoting oligosaccharides produced from tomato waste. *Bioresource Tech.*; 2002, vol. 81, p. 91-96.
26. Spiro, M. D.; Bowers, J. F. y Cosgrove, D. J. A Comparison of Oligogalacturonide- and Auxin-Induced Extracellular Alkalinization and Growth Responses in Roots of Intact Cucumber Seedlings. *Plant Physiology*; 2002, vol. 130, p. 895-903.
27. 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.
28. Zobotina, O.; Gurjanov, O.; Ibragimova, N. y Ayupova, D. Rhizogenesis in buckwheat thin-cell-layer explants: Effect of plant oligosaccharides. *Plant Science*, 1998, vol. 135, p. 195-201.
29. Falcón, A. B.; Cabrera, J. C.; Reinaldo, I. M. y Núñez, M. N. Desarrollo de activadores de las plantas de amplio espectro de acción. Informe Final del PNCT 00100191, 2005, CITMA.

Recibido: 17 de octubre de 2006

Aceptado: 28 de marzo de 2007