

Actividad bioestimuladora de una mezcla de oligogalacturónidos sobre ecotipos de cocoteros

Stimulatory activity of an oligogalacturonides mixture on coconut ecotypes

Autores:

Tec. Noralvis Díaz-Maresma, <https://orcid.org/0009-0002-6052-0326>

Lic. Lázaro Cotilla-Pelier, <https://orcid.org/0000-0003-1922-8753>

Lic. Arleis Abreu-Romero, <https://orcid.org/0000-0002-0489-5943>

MSc. Irladis Urgelles - Cardoza: <https://orcid.org/0000-0002-3387-2943>

Filiación institucional: Centro de Desarrollo de la Montaña (CDM), Limonar, El Salvador, Guantánamo, Cuba

E-mail: katy@cdm.gtmo.inf.cu, lazaro@cdm.gtmo.inf.cu, arlei@cdm.gtmo.inf.cu, Irladis@cdm.gtmo.inf.cu

Fecha de recibido: 16 de ene. 2025

Fecha de aprobado: 27 de mar. 2025

Resumen

Se realizó una investigación en el vivero Playa Duaba, municipio de Baracoa, provincia de Guantánamo, con el objetivo de evaluar el efecto bioestimulador de una mezcla de oligogalacturónidos, sobre 4 ecotipos de coco. Se utilizaron posturas de coco de dos meses de brotadas, a las cuales se les aplicó la mezcla de oligogalacturónidos por aspersión foliar y al suelo, a tres concentraciones: 5%, 10% y 20%. Al cabo de un mes y dos meses de la aplicación del producto, se evaluó la longitud de las posturas, el diámetro del tallo y el número de hojas. Los resultados mostraron un efecto bioestimulador del producto, sobre el crecimiento y desarrollo de las posturas de los cuatro ecotipos de coco, al utilizarse concentraciones intermedias o bajas del producto, y a partir del segundo mes de la aplicación del mismo.

Palabras clave: Oligogalacturonidos; Coco; Ecotipos; Aspersión foliar

Abstract

A research was carried out in the Playa Duaba nursery, municipality of Baracoa, province of Guantánamo, with the objective of evaluating the biostimulatory effect of a mixture of Oligogalacturonides, on 4 coconut ecotypes. Two-month-old coconut seedlings were used, to which the mixture of oligogalacturonides was applied by foliar spray and to the soil, at three concentrations: 5%, 10% and 20%. One month and two months after application of the product, the length of the postures, the diameter of the stem and the number of leaves were evaluated. The results showed a biostimulatory effect of the product on the growth and development of the postures of the four coconut ecotypes, when using intermediate or low concentrations, and from the second month of its application.

Keywords: Oligogalacturonides; Coconut, Ecotypes; Foliar spray

Introducción

Uno de los métodos usados para incrementar los rendimientos y resistencia de muchos cultivos, es la aplicación de sustancias naturales biodegradables que sean capaces de estimular el crecimiento y el rendimiento de las plantas, y a la vez, protegerlas contra el ataque de determinados patógenos.

Por ejemplo, el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, desarrolló un producto conocido comercialmente como PectiMorf® (Costales & Núñez, 2004)), una mezcla de oligogalacturónidos bioactivos de origen péctico con grado de polimerización 7-16 (Cabrera, 1999), obtenido a partir de materias primas de la industria citrícola. Los estudios de varios autores demuestran las potencialidades de este producto como enraizador y estimulador del crecimiento de las plantas (Falcón & Cabrera, 2002; Borges *et al.*, 2015; Posada *et al.*, 2016; Lara *et al.*, 2019; García *et al.*, 2021; Lara *et al.*, 2023).

Barazarte, Sangronis y Unai (2008) demostraron la presencia de pectina en la corteza del fruto del cacao, en cantidades comparables a las de otros frutos que constituyen fuentes comerciales de pectinas (manzana y cítricos). Sin embargo, la investigación de estos autores solo abordó la cuantificación y la propuesta de un esquema de extracción de la pectina mediante hidrólisis ácida de la corteza de los frutos, no la degradación de la cadena péctica para la obtención de fragmentos oligoméricos potencialmente bioactivos.

Sobre esta base, el presente trabajo tuvo como objetivo desarrollar, aplicar y evaluar el efecto de un producto bioestimulador (mezcla de oligogalacturónidos), desarrollado a partir de residuos del cacao, en la obtención de posturas de cuatro ecotipos de coco en el vivero de Duaba, adscrito a la Empresa Agroforestal y Coco de Baracoa.

Materiales y métodos

Obtención de la mezcla de oligogalacturónidos.

Se obtuvo a partir de la degradación microbiana de las pectinas extraídas, mediante tratamiento con Inoculante Microbiano Mixto y posterior precipitación selectiva de los oligogalacturónidos en presencia de sales y etanol, esto último según el procedimiento descrito por Lara, Costales y Falcón (2018).

Evaluación de actividad bioestimuladora sobre posturas de coco

Los experimentos se desarrollaron en el vivero de coco situado en la localidad de Mabujabo, Playa Duaba, municipio de Baracoa, provincia de Guantánamo.

Se utilizaron posturas de coco de dos meses de brotadas, lo que permitió la identificación de los cuatro ecotipos que se reproducen en el vivero. A las posturas se les aplicó la mezcla de oligogalacturónidos por aspersión foliar y al suelo, a tres concentraciones: 5mg.L⁻¹, 10 mg. L⁻¹, y 20mg.L⁻¹. Al cabo de un mes y dos meses de la aplicación del producto, se evaluaron los parámetros de crecimiento y desarrollo siguientes: longitud, diámetro del tallo y número de hojas.

Se utilizó un diseño de Bloques al azar con 12 réplicas por tratamiento. En todos los casos los resultados experimentales se sometieron a análisis de varianza de clasificación simple. Las comparaciones de las medias se realizaron según la prueba de Duncan (p<0,05).

Resultados y discusión

La aplicación de la mezcla de oligogalacturónidos no tuvo influencia significativa sobre los parámetros de crecimiento y desarrollo de las posturas de coco durante el primer mes (tabla 1).

Tabla 1. Efecto de la mezcla de oligogalacturónidos sobre los parámetros de crecimiento y desarrollo de las posturas de cocotero, ecotipo Indio Verde, durante el primer mes.

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Número de hojas
Testigo	30.00a	0.96b	2.50b
5mg.L ⁻¹	28.50b	1.37 ^a	2.50b
10mg.L ⁻¹	29.50ab	1.04b	2.83a
20mg.L ⁻¹	28.83b	1.12b	2.75a
Es	0.85	0.01	0.01

Medias con letras diferentes difieren significativamente según prueba de Tukey para p<0.05.

Sin embargo, al cabo de dos meses, se observó un incremento significativo de la altura de las posturas, así como del diámetro y el número de hojas de las mismas, al aplicar la mezcla de oligogalacturónidos a la concentración del 10 mg. L⁻¹ (tabla 2).

Tabla 2. Efecto de la mezcla de oligogalacturónidos sobre parámetros de crecimiento y desarrollo de posturas de cocotero, ecotipo Indio Verde, durante el segundo mes.

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Número de hojas
Testigo	60.29b	1.99b	3.66b
5mg.L ⁻¹	58.66b	2.16b	3.66b
10mg.L ⁻¹	63.83a	2.28 ^a	4.50a
20mg.L ⁻¹	55.91c	2.25 ^a	4.33a
Es	0.11	0.04	0.03

Medias con letras diferentes difieren significativamente según prueba de Tukey para $p < 0.05$.

De manera similar, la mezcla de oligogalacturónidos no provocó efecto alguno sobre los parámetros de crecimiento y desarrollo de las posturas del ecotipo Amarillo, en el primer mes de su aplicación (tabla 3); pero sí en el segundo mes en el cual, el producto a la concentración del 10 mg. L⁻¹ incrementó la altura de las posturas (tabla 4).

Tabla 3. Efecto de la mezcla de oligogalacturónidos sobre parámetros de crecimiento y desarrollo de posturas de cocotero ecotipo Amarillo durante el primer mes.

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Número de hojas
Testigo	33.83a	1.03 ^a	2.66a
5mg.L ⁻¹	33.33a	1.03 ^a	2.66a
10mg.L ⁻¹	33.50a	1.11 ^a	2.75a
20mg.L ⁻¹	27.83b	0.94b	2.41b
Es	0.08	0.02	0.01

Medias con letras diferentes difieren significativamente según prueba de Tukey para $p < 0.05$.

Tabla 4. Efecto de la mezcla de oligogalacturónidos sobre parámetros de crecimiento y desarrollo de posturas de cocotero ecotipo Amarillo durante el segundo mes.

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Número de hojas
Testigo	63.75b	2.15 ^a	3.91a
5mg.L ⁻¹	65.58ab	2.09 ^a	4.00a
10mg.L ⁻¹	66.66a	2.20 ^a	3.75ab

20mg.L ⁻¹	46.58c	1.91b	3.58b
Es	0.10	0.04	0.03

Medias con letras diferentes difieren significativamente según prueba de Tukey para $p < 0.05$.

La aplicación del producto sobre posturas del ecotipo Café con leche no provocó efecto alguno durante el primer mes (tabla 5); pero sí durante el segundo donde produjo un incremento significativo de la altura de las posturas a la concentración del 5 mg. L⁻¹, y del número de hojas al aplicarse a la concentración del 10 mg. L⁻¹ (tabla 6).

Tabla 5. Efecto de la mezcla de oligogalacturónidos sobre parámetros de crecimiento y desarrollo de posturas de cocotero ecotipo Café con leche durante el primer mes.

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Número de hojas
Testigo	30.83a	1.03ab	2.41b
5mg.L ⁻¹	29.5a	1.18 ^a	2.58b
10mg.L ⁻¹	23.25b	1.18 ^a	2.75a
20mg.L ⁻¹	29.33a	0.96b	2.75a
Es	0.08	0.02	0.02

Medias con letras diferentes difieren significativamente según prueba de Tukey para $p < 0.05$.

Tabla 6. Efecto de la mezcla de oligogalacturónidos sobre parámetros de crecimiento y desarrollo de posturas de cocotero ecotipo Café con leche durante el segundo mes.

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Número de hojas
Testigo	63.66b	1.88 ^a	3.50b
5mg.L ⁻¹	68.08a	2.13 ^a	3.66b
10mg.L ⁻¹	68.58a	1.90 ^a	4.00a
20mg.L ⁻¹	56.96c	1.76b	3.33b
Es	0.11	0.03	0.02

Medias con letras diferentes difieren significativamente según prueba de Tukey para $p < 0.05$.

Por otra parte, las posturas del ecotipo Cobrizo mostraron un incremento significativo de su altura durante el primer mes, al aplicar la mezcla de oligogalacturónidos a la concentración del 20 mg. L⁻¹ (tabla 7).

Tabla 7. Efecto de la mezcla de oligogalacturónidos sobre parámetros de crecimiento y desarrollo de posturas de cocotero ecotipo Cobrizo durante el primer mes de aplicación.

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Número de hojas
Testigo	32.91b	1.19 ^a	2.41a
5mg.L ⁻¹	32.33b	1.14ab	2.50a
10mg.L ⁻¹	29.66c	1.02b	2.16b
20mg.L ⁻¹	34.83a	1.02b	2.50a
Es	0.10	0.03	0.02

Medias con letras diferentes difieren significativamente según prueba de Tukey para $p < 0.05$.

Así mismo, durante el segundo mes, se observó un incremento significativo de la altura, el diámetro y el número de hojas de las posturas tratadas con el producto al 5 mg. L⁻¹ (tabla 8).

Tabla 8. Efecto de la mezcla de oligogalacturónidos sobre parámetros de crecimiento y desarrollo de posturas de cocotero ecotipo Cobrizo durante el segundo mes de aplicación.

Tratamientos	Altura (cm)	Diámetro (cm)	Número de hojas
Testigo	58.00b	1.95b	3.16c
5mg.L ⁻¹	60.06a	2.27 ^a	3.75a
10mg.L ⁻¹	53.41d	1.96b	3.58b
20mg.L ⁻¹	56.16c	1.91b	3.50b
Es	0.08	0.04	0.03

Medias con letras diferentes difieren significativamente según prueba de Tukey para $p < 0.05$.

Los oligogalacturónidos, como el resto de las oligosacarinas de importancia agrícola, funcionan como mensajeros químicos hormonales, que suelen regular los mecanismos de defensa, crecimiento, diferenciación, morfogénesis y reproductivo en plantas (Acosta, Menéndez & Rodríguez, 2018). Se originan por hidrólisis enzimática de la pared celular y son reconocidas en la superficie celular por diferentes receptores, lo que resulta en la estimulación de distintas vías metabólicas y un incremento de la resistencia sistémica adquirida (RSA), aun cuando la planta no posea genes determinantes de la resistencia específica a cierto patógeno.

Numerosos estudios indican que los oligogalacturónidos actúan por un mecanismo específico de alta afinidad, de manera similar a las hormonas clásicas en las plantas; sin embargo, no se ha demostrado que los oligogalacturónidos activos de tamaño adecuado (grado de polimerización) estén presentes de forma natural en las plantas (Jiménez, 2016).

Algunos autores plantean que una mezcla de oligogalacturónidos con grado de polimerización entre 9 y 16, desencadena a nivel celular una reacción en forma de cascada lo cual provoca que se incremente la actividad enzimática y favorece, de esta manera, el crecimiento y desarrollo vegetal (Álvarez, Escobar & Zoilo, 2011).

Por ejemplo, González *et al.* (2012) informaron que los oligogalacturónidos de cadena corta aumentan la producción de etileno y la expresión de la enzima ácido carboxílico-1-aminociclopropano oxidasa (ACO) en plantas de tomate, donde los pentasacáridos son los más activos.

De manera general, se observó una tendencia a la bioestimulación al utilizar la concentración intermedia o baja del producto, lo cual coincide con el comportamiento más frecuente de los bioestimuladores de esta naturaleza los cuales suelen expresar su actividad bioestimulante a concentraciones intermedias o bajas (Nápoles *et al.* 2017).

En el caso específico del cultivo del cocotero no se encuentran informes de estudios realizados con oligogalacturónidos como bioestimuladores, por los que los resultados obtenidos en la presente investigación constituyen una novedad en esta área del conocimiento.

Conclusiones

La mezcla de oligogalacturónidos obtenida a partir de cortezas de bellotas de cacao, mostró un efecto bioestimulador sobre los parámetros de crecimiento y desarrollo de las posturas de los cuatro ecotipos de coco evaluados.

De manera general, se observó un predominio de la tendencia a la actividad bioestimuladora, al utilizarse concentraciones intermedias o bajas del producto, y a partir del segundo mes de la aplicación del mismo.

Bibliografía

Acosta, D. L., Menéndez, D. C., & Rodríguez, A. F. (2018). Los oligogalacturónidos en el crecimiento y desarrollo de las plantas. *Cultivos Tropicales*, 39, 127-134.

- Álvarez, B., Escobar, I. & Zoilo, T. (2011). Efecto de una mezcla de oligogalacturónidos en la morfología de hortalizas de importancia económica. *Cultivos Tropicales*, 32, 23-29.
- Barazarte, H., Sangronis, E. & Unai, E. (2008). La cáscara de cacao (*Theobroma cacao* L.) una posible fuente comercial de pectinas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 58, 634-70.
- Borges, M., Reyes, Diana, M., Zayas, J.M. & Destrade, R. (2015). Efecto de PectiMorf® en el enraizamiento *in vitro* de plantas de 'FHIA-18' (Musa AAAB). *Biotecnología Vegetal*, 15, 227- 232.
- Cabrera, J.C. (1999). Obtención de (1-4)- α -D-Oligogalacturónidos bioactivos a partir de subproductos de la industria citrícola. Universidad de la Habana. Tesis para optar al Título en Ciencias Químicas.
- Costales, D. & Núñez, M. (2004). El uso de productos bioactivos en el crecimiento de posturas de tomate (*Lycopersicon Esculentum*.). En: XIV Congreso Científico del INCA. (nov. 9-12, La Habana). Memorias. CD-ROM. ISBN 959-7023-27-X. Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.
- Falcón, A. y Cabrera, J.C. (2002). Actividad auxínica del Pectimorf como inductor del enraizamiento en pecíolos de violeta africana. En: I Taller Internacional de Oligosacarinas. II Taller de Productos Bioactivos. En: Memorias del XIII Congreso Científico del INCA, noviembre 12-15.
- García, Victoria, Borges, M., Reyes, Diana M. & García, Leyanes. (2021). Utilización del PectiMorf® en el desarrollo de plantas *in vitro* procedentes de embriones somáticos de banano cv. 'FHIA 01' (Musa AAAB). *Biotecnología Vegetal*, 21, 220-228.
- González, L., Vázquez, A. Perrotta, L., Acosta, A., Scriven, S.A. & Herbert R. (2012). Oligosaccharins and Pectimorf® stimulate root elongation and shorten the cell cycle in higher plants. *Plant Growth Regulat*, 68, 211-21.
- Jiménez, María I, (2016). Análisis de fragmentos de ramnogalacturonano I como inductores del mecanismo de defensa del tomate. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Coordinación de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Hermosillo, Sonora. Tesis presentada en opción al título de Maestro en Ciencias Agrícolas.
- Lara, D., Costales, D. & Falcón, A. (2018). Los oligogalacturónidos en el crecimiento y desarrollo de las plantas. *Cultivos Tropicales*, 39, 18-25.

- Lara, Danurys, Costales, Daimy, Nápoles, María C. & Falcón, A. (2019). PectiMorf® y Azofert-F® en el crecimiento de plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L). *CultivosTropicales*, 40, 2-13.
- Lara, Danurys, Ramírez, M. Leija, A., Hernández, Georgina, Nápoles, María C. & Falcón, A.B. (2023). Oligogalacturónidos como alternativa para incrementar la nutrición nitrogenada y el crecimiento en frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).*Agron. Mesoam.*, 34, 2-18.
- Nápoles, Sucleidi, Medina, V.M., Serra, M., Orberá, Teresa, Reynaldo, Inés M. & Ferrera, J.A, (2017). Impacto de los productos naturales PECTIMORF® y biopreparado bacteriano rizosférico en la producción de Moringa oleífera Lam en vivero. *Ciencia en su PC*, 3, 53-65.
- Posada, L., Padrón, Yenny, González, J., Rodríguez, R., Barbón, R., Norman, O., Rodríguez, R.C. & Gómez, R. (2016). Efecto del PectiMorf® en el enraizamiento y la aclimatización *in vitro* de brotes de papaya (*Carica papaya* L.) cultivar Maradol Roja. *Cultivos Tropicales*, 37, 50-59.