

QUITOMAX[®] Y PECTIMORF[®]: UNA ALTERNATIVA PROMISORIA PARA LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE DE ALIMENTOS

Ing. Yeimys Casola Matos¹, M. Sc. Lilibeth Rodríguez Izquierdo²,
Lic. Antonio China Horta³

1. Delegación Municipal de la Agricultura Limonar –Calle Brigadier Rojas e/ Domingo Mujica y Calle e, Limonar, Matanzas, Cuba.
ganaderia@dlgli.mtz.minag.gob.cu
2. Universidad de Matanzas – Sede “Camilo Cienfuegos”, Vía Blanca Km.3½, Matanzas, Cuba.

Resumen

La aplicación de productos promotores del desarrollo vegetal es una de las alternativas agroecológicas más empleadas en la actualidad por los productores para elevar el rendimiento de los cultivos y mejorar la calidad de las producciones. En Cuba, el empleo de productos naturales de manufactura nacional en los sistemas de producción agrícolas que garanticen la productividad en los espacios de siembra de cultivos de interés económico, permite reducir la aplicación de insumos químicos importados de alto costo, lo cual responde a la necesidad prioritaria del país de aumentar la producción de alimentos y reducir los costos en la agricultura mediante la sustitución de importaciones. El empleo de los bioestimulantes a base de oligosacarinas como el QuitoMax[®] y PectiMorf[®] desarrollados por el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) ha sido validado en múltiples cultivos con resultados favorables en varios indicadores fisiológicos y productivos relacionados con el rendimiento. El presente trabajo tiene como objetivo analizar los principales beneficios que reportan estos bioproductos a las plantas cultivadas y el impacto que ha tenido su uso en la agricultura.

Palabras claves: QuitoMax[®] y PectiMorf[®], Bioestimulantes, Procesos fisiológicos del desarrollo, Rendimiento.

Introducción

La búsqueda de alternativas que permitan aumentar la producción de alimentos, ha llevado a desarrollar la agricultura sobre la base de principios ecológicos y a interpretar el sistema agrícola de manera holística (Fonseca *et al.*, 2013). Muchos productos naturales han sido empleados para potenciar el manejo sostenible de los agroecosistemas. En los últimos años y especialmente en Cuba, son muchos los bioestimulantes y biofertilizantes que permiten a las plantas superar las situaciones de estrés en las condiciones adversas del medio, favoreciendo el crecimiento, desarrollo y rendimiento, con una disminución del uso de sustancias químicas (Álvarez, 2014). Dentro de esta gran gama de productos se encuentran el QuitoMax[®] y el PectiMorf[®], que, en aplicaciones foliares, han demostrado ser una alternativa promisoriosa para inducir positivamente el crecimiento y la productividad de las plantas.

Desarrollo

Los bioestimulantes son una variedad de productos que contienen principios activos, que actúan sobre la fisiología de las plantas, logrando aumentar su desarrollo y mejorar la productividad en la calidad del fruto, a la vez que contribuyen a mejorar la resistencia de las especies vegetales ante diversas enfermedades (Díaz *et al.*, 2000). Se incluye bajo este término, a una serie de productos de diversos orígenes, en cuanto a las materias primas que se utilizan para elaborarlos, al proceso de elaboración, a su composición, a la forma y periodicidad de aplicación y a su dosificación. El elemento más distintivo que diferencia a estos productos son los principios activos a los que se atribuye su acción benéfica.

En este marco se encuentra la quitosana, compuesto derivado por desacetilación de la quitina procedente del exoesqueleto de los crustáceos cuyas propiedades garantizan una efectividad económica y práctica superior a otros agentes tradicionales, ya que no produce contaminantes, es biocompatible con tejidos de plantas, animales y antimicrobiano. Su aplicación potencial en la agricultura, es muy importante ya que permite una gran estimulación, germinación, crecimiento y desarrollo de algunas plantas, a la vez que activa mecanismo de defensa en las mismas, los cuales están estrechamente relacionados con la inducción de resistencia sistemática al ataque de microorganismos.

La quitosana es un polímero lineal formado por residuos de glucosamina unidos por enlaces β 1-4, cuyos grupos aminos pueden estar parcialmente acetilados (Falcón, *et al.*, 2012) (Figura 1). Su principal fuente de obtención es la quitina que se extrae del exoesqueleto de los crustáceo. Ambos polímeros, pero fundamentalmente la quitosana, tienen grandes aplicaciones en diversas ramas como la industria, la medicina, la cosmética, la protección del medio ambiente y la agricultura, por lo que la producción mundial de estos polímeros es de millones de toneladas (Prashanth y Tharanathan, 2007).

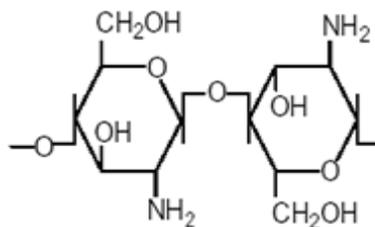


Figura 1. Estructura monomérica y enlaces que conforma el polímero de quitosana.

En la producción agrícola, la quitosana pueden tener una amplia aplicación a partir de las potencialidades biológicas que se le han demostrado a estos compuestos como son: una importante actividad antimicrobiana sobre el crecimiento y desarrollo de hongos, bacterias y oomycetes (Bautista-Baños *et al.*, 2006; Palma-Guerrero *et al.*, 2009), la inducción de resistencia en plantas contra patógenos potenciales (Lee *et al.*, 1999) y la promoción del crecimiento y desarrollo de varios cultivos (Ohta, *et al.*, 2004; Ramos-García, *et al.*, 2009).

Tanto el polímero quitosana como sus derivados de menor masa molecular se consideran reguladores del crecimiento y desarrollo de las plantas, al estimular el crecimiento radical y vegetativo de varias especies (Chibu *et al.*, 2002).

Así la utilización de la quitosana mediante imbibición o recubrimiento de las semillas, determinaron un incremento de la germinación de cultivos como maíz y trigo (Shao, *et al.*, 2005), lográndose mayor calidad y vigor en las posturas. (Zhou, *et al.*, 2002) en aplicaciones al cultivo del maní reportaron aumentos tanto en la germinación como en la actividad de la enzima lipasa y los niveles de AG y AIA. El tratamiento de semillas de girasol causó a su vez mayor germinación y un aumento en la masa total de brotes (Cho *et al.*, 2008).

Tanto la imbibición de semillas como la aplicación foliar de diferentes dosis del producto favorecieron el incremento del crecimiento en diferentes cultivos entre ellos el millo (Sharathchandra, *et al.*, 2004), papa (Torres, 2011), tabaco, tomate y lechuga (Batista, 2013; Díaz, 2013; Pérez, 2013); en cultivos como arroz (Boonlertnirun *et al.*, 2008) y algodón (Dzung, 2004) favoreció además el incremento de la altura y el rendimiento de las plantas.

Aplicaciones exógenas de la quitosana permiten acortar el período de floración y mejorar la floración y fructificación (Falcón, 2012); incluso se han demostrado incrementos de los rendimientos y en la calidad de varios cultivos (Freepons, 1990).

Se ha logrado en plantas de lechuga tratadas un incremento del 50 % en la superficie foliar (Chibu y Shibayama, 2001). Aplicaciones foliares en el cultivo de fresas aumentó la cantidad de hojas, así como el peso fresco y seco de las mismas, y el rendimiento en número y masa de los frutos (Mawgoud, *et al.*, 2010). Se reportaron incrementos en el

rendimiento y la calidad de minitubérculos en papa, así como en la producción del tabaco y el tomate (Falcón, 2012).

Algunos autores plantean que la influencia benéfica sobre el crecimiento está relacionada con un efecto antitranspirante en la planta inducido por el cierre de los estomas. De acuerdo a un estudio realizado en plantas de pimiento aplicadas con quitosana se logró una reducción en el consumo del agua por las plantas entre un 26 y 46 %, por disminución de las pérdidas de agua a través de los estomas debido a un cierre estomático provocado por la quitosana, también en plantas de soya y maíz se encontraron variaciones en la actividad fotosintética, la conductancia estomática, la transpiración y el CO₂ intercelular.

En general, en dependencia del órgano de la planta que se trate se han obtenido los resultados benéficos antes mencionados cuando se hacen tratamientos a las semillas, a las raíces de las plantas o por aspersión foliar en los momentos adecuados para cada cultivo (Cho *et al.*, 2008).

El QuitoMax[®] es un polímero obtenido de la quitina, preparado comercialmente a través de la desacetilación alcalina del exoesqueleto de crustáceos marinos, producido por el INCA. Su aplicación promueve el crecimiento y desarrollo vegetativo de las plantas tratadas ya sea por imbibición de la semilla antes de la siembra o a partir de aplicaciones foliares al cultivos en determinado momento de su ciclo biológico.

El incremento de la altura de las plantas es uno de los efectos más reconocidos. Izquierdo (2009) atribuye este efecto a que las oligosacarinas pueden estimular la actividad fotosintética; por tanto, hay una mayor ganancia de esqueletos carbonados que son utilizados para la síntesis de nuevos compuestos, como son las proteínas.

Se valida por muchos autores el efecto estimulante del QuitoMax[®] en el crecimiento de las plantas (Costales *et al.*, 2017; Jerez *et al.*, 2017). Así, Morales *et al.* (2015) obtuvieron incrementos en la longitud de los tallos de plantas de papa (*Solanum tuberosum* L.), con aplicaciones foliares del producto en iguales dosis y momentos de aplicación a las utilizadas en la presente investigación. También, Morales *et al.* (2016; 2017), observaron incrementos significativos en la longitud de los tallos de plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) tratadas con QuitoMax[®], de 200 y 300 mg.ha⁻¹ a los 20 y 50 días del cultivo.

A su vez, se ha demostrado la influencia positiva del polímero en el incremento del área foliar de cultivos como la fresa (Abdel *et al.*, 2010), lechuga (Batista, 2013), tomate (Pérez, 2013), papa (Morales *et al.*, 2015) y otros (Dzung, 2010). Torres (2011) informa un aumento considerable del número de hojas en el cultivo de la papa con dosis de hasta 300 mg.ha⁻¹.

Falcón *et al.* (2005) lograron con aspersiones foliares del producto QuitoMax[®] el acortamiento y mejoramiento del período de floración y fructificación en los cultivos de arroz, tomate y frijol.

Dell Amico *et al.* (2017), reportaron un efecto favorable en el rendimiento y sus componentes en plantas de frijol, en condiciones de déficit hídrico con la aplicación de PectiMorf® en igual dosis a la utilizada en esta investigación. Terry *et al.* (2014) encontraron que la aplicación del producto ejerce un efecto positivo en el rendimiento del cultivo del rábano (*Raphanus sativus* L.). También Martín *et al.* (2017), encontraron un incremento en el rendimiento del cultivo de la papa con la aspersión foliar este producto, evidenciado en el número y dimensión de tubérculos comerciales.

Los Oligogalacturónidos consisten en una cadena lineal de moléculas de ácido galacturónico unida por enlaces α -1-4. El número de restos de D-galacturonatos que contiene el oligosacárido define su grado de polimerización (Ridley *et al.*, 2001) (Figura 2).

Se localizan en la porción péctica que constituye la pared celular de las plantas y en condiciones naturales se liberan de la pectina mediante hidrólisis enzimática por acción de la planta o como resultado del ataque de patógenos (Esquerré *et al.*, 2000).

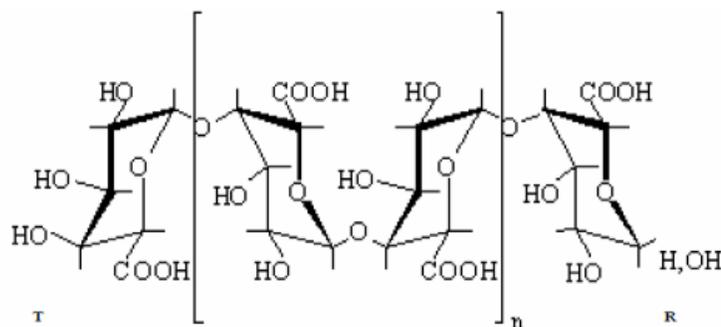


Figura 2. Estructura general de los oligogalacturónidos. T: Extremo terminal, R: Extremo reductor, Grado de polimerización = $2n+2$.

Los oligogalacturónidos (OGs) intervienen en la respuesta defensiva de las plantas (Suárez *et al.* 2012), regulan diferentes procesos de crecimiento y desarrollo tales como: la inhibición de la rizogénesis inducidos por auxina (Bellincampi *et al.*, 2000), estimulan la formación de flores y la morfogénesis de los explantes, así como la rápida modificación de la polarización de la membrana, el flujo de iones y de proteínas de fosforilación (Marfa *et al.*, 2008). Sin embargo, los mecanismos por los cuales las células de las plantas perciben y responden ante la presencia de los OGs no se ha determinado. Algunos autores los consideran como reguladores no tradicionales del crecimiento y desarrollo de las plantas.

Dentro de las oligosacarinas endógenas o derivadas de paredes celulares de plantas, los oligogalacturónidos u oligopectatos han sido los más ampliamente estudiados, en cuanto a su efecto en el crecimiento y el desarrollo vegetal (Falcón *et al.*, 2015).

La tabla 1 muestra algunos de los beneficios que brindan estas sustancias al desarrollo y la productividad de los cultivos.

Tabla 1. Efecto de los oligogalacturónidos (oligopectanos) sobre el crecimiento, desarrollo, rendimientos y calidad poscosecha de diferentes cultivos.

Cultivo	Efecto observado en diferentes tipos de aplicaciones	Referencia
Caña, banano	La sustitución de hormonas por Pectimorf (Pm) en cultivo <i>in vitro</i> incrementa el número de brotes, el enraizamiento y beneficia el proceso de aclimatización posterior de las vitroplantas.	Izquierdo <i>et al.</i> (2009) Ochoa <i>et al.</i> (2011)
Uva de mesa	La aspersión foliar de una mezcla de oligogalacturónidos en racimos de uvas previo a la maduración causa el incremento de la coloración y del contenido de antocianinas en la fruta.	Benítez <i>et al.</i> (2008)
Palma Areca	La doble aspersión foliar de la mezcla Pm (2 mg.L ⁻¹) aumenta el crecimiento y reduce el tiempo de aviveramiento de plantas de areca.	Álvarez <i>et al.</i> (2011)
Lechuga y rábano	La aspersión foliar de la mezcla Pm aumenta la masa aérea en lechuga y la longitud radical y masa aérea y radical del rábano.	Spiro <i>et al.</i> (2002) Terry <i>et al.</i> (2011)
Tomate	La imbibición de semillas con Pm y su combinación con micorrizas aumenta el enraizamiento de las plántulas. La aspersión foliar aumenta el crecimiento e incrementa los rendimientos del cultivo.	Spiro <i>et al.</i> (2002) Falcón <i>et al.</i> (2005)

El bioproducto PectiMorf[®], constituido por la mezcla de oligogalacturónidos activos biológicamente en las plantas, obtenida a partir de la pectina cítrica comercial; indica un efecto auxínico basado en la estimulación del enraizamiento, el incremento de brotes y del crecimiento vegetativo al ser incluido en el medio de cultivo *in vitro* de diferentes especies, con determinado balance fitohormonal (Plana, 2003; Cid *et al.*, 2006; Nieves, 2013).

Álvarez y Reynaldo (2015) refieren que el PectiMorf[®] funciona como un mensajero químico hormonal que regula los mecanismos de crecimiento y diferenciación en diferentes cultivos, acelerando el proceso de crecimiento de las plantas.

Nápoles *et al.* (2016) evidenciaron un mejor comportamiento en la altura de plantas de habichuelas tratadas con PectiMorf[®], lo cual apoya la hipótesis de que este producto puede ser utilizado para generar cambios fisiológicos en las plantas teniendo en cuenta esta y otras variables (González *et al.*, 2014). También, Cartaya *et al.* (2016 y 2017) con la aplicación de una mezcla de oligogalacturónidos en plantas de tomate observaron una tendencia al incremento de la altura de las plantas donde se aplicó la menor dosis del producto.

El efecto de este producto bioestimulador sobre la variable altura de las plantas ha sido informado en los cultivos *Anthurium*, soya y sorgo. En este sentido, trabajos realizados por Álvarez *et al.*, (2011) y Ayala *et al.*, (2013) refieren que el significativo crecimiento de los cultivos tratados con Pectimorf[®], responde a que, por una parte influye en la activación de la división celular y la elongación de las paredes celulares (González *et al.*, 2012; Izquierdo

et al., 2014) y por otra, son oligosacáridos solubles producidos por la degradación parcial de los polímeros constituyentes de la pared celular, activos biológicamente a muy bajas concentraciones, lo cual caracteriza a este grupo de biomoléculas como una nueva jerarquía hormonal en el contexto de la comunicación entre las plantas y el medio ambiente.

Los incrementos en el desarrollo foliar y del crecimiento de la planta con la aplicación del PectiMorf®, han sido observados en solanáceas y leguminosas, así como de los rendimientos en soya y frijoles (Álvarez *et al.* 2011; Corbera y Nápoles, 2013). Igualmente, se ha demostrado un efecto positivo en la activación del crecimiento en plantas ornamentales de crecimiento lento como la Areca, el *Anturium* y las orquídeas, mediante la aspersión foliar del producto en diferentes concentraciones y momentos de aplicación (Hernández, 2012).

El resultado en el desarrollo foliar que se aprecia con la aplicación del Pectimorf®, puede atribuirse a que este producto fue capaz de provocar el balance hormonal endógeno adecuado, para inducir el incremento del proceso de división celular de las yemas que originan las hojas (Nápoles *et al.*, 2016). Estos autores, también obtuvieron un incremento en el número de vainas, y el crecimiento y desarrollo de estas en el cultivo de la habichuela (*Vigna unguiculata* L.) con aplicaciones del bioestimulante.

Estos biorreguladores son efectivos en los procesos morfogénéticos como sustitutos o complemento de las auxinas y citoquininas. Son conocidas, las potencialidades del Pectimorf® como enraizador (Pérez *et al.*, 2013), pudiendo contribuir también al mayor desarrollo foliar, si se tiene en cuenta que la mezcla estimula la formación de raíces desde estadios tempranos del cultivo con la posibilidad de garantizar, un suministro eficiente de agua y sales minerales y, por tanto, un mayor éxito en el desarrollo de la planta (Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical [INIFAT], 2011).

Álvarez y Reynaldo (2015) apreciaron un incremento en el índice estomático de las hojas de frijol asperjadas con PectiMorf®, lo cual pudiera favorecer la capacidad fotosintética de la planta ejerciendo su efecto en los patrones de desarrollo estomáticos.

Las aplicaciones exógenas en plantas, con estos productos a escala de casas de cultivo y de campo, han demostrado influencias de estas oligosacarinas que favorecen el crecimiento y los rendimientos de especies de importancia económica dentro de las familias Solanáceae, Cucurbitáceae, Poáceae y Fabáceae, entre otras (Azís *et al.*, 2003; Cartaya *et al.*, 2011; Corbera y Nápoles, 2013; Nieves, 2013; Nuñez *et al.*, 2014).

Conclusiones

La aplicación de los productos QuitoMax® y PectiMorf® evidencia una respuesta agroproductiva favorable en los cultivos de interés económico, lo cual permite recomendar

su aplicación como parte de la tecnologías de estos con vistas a garantizar la seguridad alimentaria nacional. Estos bioestimulantes potencian la defensa natural de las plantas, así como la síntesis biológica de hormonas como: auxinas, giberelinas y citoquininas que promueven los procesos fisiológicos del crecimiento y desarrollo de los cultivos. Todos estos beneficios influyen directamente en el incremento de los rendimientos como expresión final del ciclo de los cultivos.

Bibliografía

ABDEL, M. A. M. R.; TANTAWY, A. S.; EL-NEMR, M. A. y SASSINE, Y. N. *Growth and yield responses of strawberry plants to chitosan application*. European Journal of Scientific Research, vol. 39, no. 1, 2010, pp. 161-168.

ÁLVAREZ, B. I., REYNALDO, E. I., CARTAYA, R. O. y TEHERAN, Z. *Efectos de una mezcla de oligogalacturónidos en la morfología de hortalizas de importancia económica*. Cultivos Tropicales, vol. 32, no. 3, 2011, pp. 52-57.

ÁLVAREZ, C. N. *Comportamiento agroproductivo del cultivo del frijol (Phaseolus vulgaris L.) con diferentes frecuencias de aplicación del VIUSID agro*. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Facultad Agropecuaria. Universidad de Sancti Spiritus “José Martí Pérez”. Santi Spiritu. 2014.

ÁLVAREZ, I. y REYNALDO, I. *Efecto del Pectimorf® en el índice estomático de plantas de frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Cultivos Tropicales, vol. 36, no. 3, 2015, pp. 82-87.

AYALA, P.J., TORNÉS, N., REYNALDO e INÉS M. *Efecto de biofertilizantes y Pectimorf en la producción de soya (Glycine max L.) en condiciones de secano*. Granma Ciencia, vol. 17, no. 2, 2013, pp. 6-8.

BATISTA, LIZANDRA. *Evaluación de tres dosis de quitosana en el cultivo de la lechuga (Lactuca sativa L.) variedad Lital en condiciones de organopónico semitapado en el municipio de Matanzas*. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas. Matanzas. 2013.

BAUTISTA-BAÑOS, S., HERNÁNDEZ-LAUZARDO, A. N., VELÁZQUEZ-DEL VALLE, M. G., HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M., AIT BARKA, E., BOSQUEZ-MOLINA, E. y WILSON, C. L. *Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities*. Crop Protection, vol. 25, 2006, pp. 108-118.

BELLINCAMPI, D., DIPIERRO, N., SALVI, G., CERVONE, F. y LORENZO, G.D. *Extracellular H₂O₂ Induced by Oligogalacturonides Is Not Involved in the Inhibition of the Auxin-Regulated rol B Gene Expression in Tobacco Leaf Explants*. Plant Physiology, vol. 122, no. 4, 2000, pp. 1379-1386.

Boonlertnirun, S., Boonraung, C., y Suvanasara, R. *Application of chitosan in rice production*. J. Metals Mat. Min., vol. 18, 2008, pp. 47-52.

CARTAYA, O.E., REYNALDO, I., PENICHE, C. y GARRIDO, M. L. *Empleo de polímeros naturales como alternativa para la remediación de suelos contaminados por metales pesados*. Revista internacional de contaminación ambiental, vol. 27, no. 1, 2011, pp. 41-46.

CARTAYA, O., GURIDI, F., CABRERA, A., MORENO, ANA M. y HERNÁNDEZ, YENISEI. *Efecto de la aplicación foliar de oligogalacturónidos a plántulas de tomate (Solanum Lycopersicum L.) en la fitoextracción de cobre de suelo contaminado*. Cultivos Tropicales, vol. 38, no. 3, 2017, pp. 142-147.

CARTAYA, O.E., MORENO, ANA M., HERNÁNDEZ, YENISEI, CABRERA, J.A. y GURIDI, F. *Efectos de la aplicación de una mezcla de oligogalacturónidos sobre un suelo contaminado cultivado con plántulas de tomate*. Cultivos Tropicales, vol. 37, no. 4, 2016, pp. 160-167.

CHIBU, H., SHIBAYAMA, H. y ARIMA, S. *Effects of chitosan application on the shoot growth of rice and soybean*. Japanese J. of Crop Sci., vol. 71, 2002, pp. 206-211.

CHO, M.H., NO, H.K. y PRINYAWIWATKUL, W. *Chitosan treatments affect growth and selected quality of sunflower sprouts*. J. Food Sci., vol. 73, 2008, pp. 70-77.

CID, M., GONZÁLEZ, O. 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, vol. 27, no. 1, 2006, pp. 31-34.

CORBERA, G. J. y NÁPOLES, G. M. C. *Efecto de la inoculación conjunta Bradyrhizobium elkanii hongos MA y la aplicación de un bioestimulador del crecimiento vegetal en soya (Glycine max (L.) Merrill), cultivar INCASOY-27*. Cultivos Tropicales, vol. 34, no. 2, 2013, pp. 5-11.

COSTALES, DAIMY, NÁPOLES, MARÍA C., FALCÓN, A.B., GONZÁLEZ, G., FERREIRA, A. y ROSSI, A. *Influencia de quitosanas en la nodulación y el crecimiento vegetativo de soya (Glycine max L. Merrill)*. Cultivos Tropicales, vol. 38, no. 1, 2017, pp. 138-146.

DELL' AMICO, J., MORALES, D., JEREZ, E., RODRÍGUEZ, P., ÁLVAREZ, IDIOLEYDIS, MARTÍN, R. y DÍAS, Y. *Efecto de dos variantes de riego y aplicaciones foliares de PectiMorf® en el desarrollo del frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Cultivos Tropicales, vol. 38, no. 3, 2017, pp. 129-134.

DÍAZ, C.L., SPAINK, H.P. y KIJNE, J.W. *Heterologous rhizobial lipochitin oligosaccharides and chitin oligómeros induce cortical cell divisions in red clover roots, transformed with the pea lectin gene*. Mol. Plant-Microbe Interact., vol. 13, 2000, pp. 2.

DÍAZ, Y. *Evaluación de tres dosis de quitosana en la respuesta productiva del cultivo del tabaco (Nicotiana tabacum L.) variedad Criollo 98*. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas. Matanzas. 2013.

DZUNG, N.A. *Study on effect of chitosan oligomer on the growth and development of some short term crops in Dak Nong province*. Final report of projet of Science & Technology Department of Dak Nong (Vietnamese). 2004.

DZUNG, N. *Enhancing Crop Production with Chitosan and Its Derivatives*. [en línea]. [Consulta:5 de diciembre, 2016]. Disponible en: <http://www.crcnetbase.com/doi/abs/10.1201/EBK1439816035-c42>. 2010.

ESQUERRÉ, T. M. T.; BOUDART, G. y DUMAS, B. *Cell wall degrading enzymes, inhibitory proteins, and oligosaccharides participate in the molecular dialogue between plants and pathogens*. Plant Physiology and Biochemistry, vol. 38, no. 1, 2000, pp. 157-163.

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, CITMA. 2005.

FALCÓN, A. B. *Actividad enraizadora de una mezcla de oligogalacturónidos en pecíolo de violeta africana*. Cultivos Tropicales, vol. 28, no. 2, 2012 pp. 87–90.

FALCÓN, A.B. *Compuestos de quitosana como activadores del metabolismo, el crecimiento y la resistencia contra el estrés biótico en cultivos de interés económico*. Informe Final de PNCT 00300330. CITMA. 2012.

FALCÓN, A.B., COSTALES, D., GONZÁLEZ-PEÑA, D. y NÁPOLES, M.C. *Nuevos productos naturales para la agricultura: las oligosacarinas*. Cultivos Tropicales, vol. 36 (especial), 2015, pp. 111-129.

FALCÓN, A.B., GORDON, TRUDY A., COSTALES, DAIMY y MARTÍNEZ, M.A. *Respuesta enzimática y de crecimiento en una variedad comercial de tabaco (Nicotiana tabacum, L.) tratada por aspersión foliar de un polímero de quitosana*. Cultivos Tropicales, vol. 33, no. 1, 2012 pp. 65-70.

FONSECA, F. R., MOLINET, S. D., ARIAS, R. F., AGÜERO, F. Y. y TORRES, V. M. *Efecto de los hongos micorrizógenos arbusculares (cepa Glomus fasciculacum) y la materia*

orgánica en plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Revista Granma Ciencia, vol. 2, 2013, pp. 17.

GONZÁLEZ, L., VÁZQUEZ, A., LARA P., ACOSTA, A., SCRIVEN, SARAH A., HERBERT, R., CABRERA, J.C., FRANCIS, D. y ROGERS, HILARY J. *Oligosaccharins and Pectimorf® stimulate root elongation and shorten the cell cycle in higher plants*. Plant Growth Regulation, vol. 68, no. 2, 2012, pp. 211-221.

GONZÁLEZ, P.D., COSTALES, D. y FALCÓN, A.B. *Influencia de un polímero de quitosana en el crecimiento y la actividad de enzimas defensivas en tomate (*Solanum lycopersicum* L.)*. Cultivos Tropicales, vol. 35, no. 1, 2014, pp. 35-42.

HERNÁNDEZ, L. *Efecto de una mezcla de oligogalacturónidos en el crecimiento y desarrollo del cultivo de *Anthurium andreanum**. Cultivos tropicales, vol. 28, no. 4, 2012, pp. 83-86.

INSTITUTO DE INVESTIGACIONES FUNDAMENTALES EN AGRICULTURA TROPICAL [INIFAT]. *Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprotegida*. Séptima Edición. Cuba. 2011.

IZQUIERDO, H., GONZÁLEZ, MARÍA C., NÚÑEZ y MIRIAM DE LA C. *Genetic stability of micropropagated banana plants (*Musa spp.*) with non-traditional growth regulators*. Biotecnología Aplicada, vol. 31, no. 1, 2014, pp. 23-27.

IZQUIERDO, O.H. *Los oligogalacturónidos de origen péctico y su acción en las plantas*. Temas de Ciencia y Tecnología de México, vol. 13, no. 39, 2009, pp. 31-40.

JEREZ, E., MARTÍN, R., MORALES, D. y REYNALDO, INÉS. *Efecto de oligosacarinas en el comportamiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Romano*. Cultivos Tropicales, vol. 38, no. 1, 2017, pp. 68-74.

MARFÀ, V., GOLLIN, D.J., EBERHARD, S., MOHNEN, D. y ALBERSHEIM, P. *Oligogalacturonides are able to induce flowers to form on tobacco explants*. The Plant Journal, vol. 1, no. 2, 2008, pp. 217-225.

MARTÍN, R., JEREZ, E., MORALES, D. y REYNALDO, INÉS. *Empleo de PectiMorf® para estimular la tuberización en papa (*Solanum tuberosum* L.)*. Cultivos Tropicales, vol. 38, no. 3, 2017, pp.72-76.

MAWGOUD, A.M.R.A., TANTAWY, A.S., EL-NEMR, M.A. y SASSINE, Y.N. *Growth and yield responses of strawberry plants to chitosan application*. Eur. J. of Scie. Research, 39: 161-168. 2010.

MORALES, D., DELL AMICO, J., JERÉZ, E.I., DÍAZ, Y. y MARTÍN, R. *Efecto del QuitoMax[®] en el crecimiento y rendimiento del frijol (Phaseolus vulgaris L.)*. Cultivos Tropicales, vol. 37, no. 1, 2016, pp.142-147.

MORALES, D., DELL' AMICO, J., JEREZ, E., RODRÍGUEZ, P., ÁLVAREZ, IDIOLEYDIS, DÍAZ, Y. y MARTÍN R. *Efecto del QuitoMax[®] en plantas de frijol (Phaseolus vulgaris L.) sometidas a dos regímenes de riego. I. Crecimiento y rendimiento*. Cultivos Tropicales, vol. 38, no. 2, 2017, pp. 119-128.

MORALES, D.; TORRES, L.; JEREZ, E.; FALCÓN, A. y DELL' AMICO, J. *Efecto del Quitomax en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (Solanum tuberosum L.)*. Cultivos Tropicales, vol. 36, no. 3, 2015, pp. 133-143.

NÁPOLES, S., GARZA, TAYMI E REYNALDO, INÉS M. *Respuesta del cultivo de habichuela (Vigna unguiculata L.) var. Lina a diferentes formas de aplicación del PectiMorf[®]*. Cultivos Tropicales, vol. 37, no. 3, 2016, pp. 172-177.

NIEVES, N. *Evaluación del Pectimorf como complemento del 2,4-D en el proceso de embriogénesis somática de caña de azúcar (Saccharum sp.)*. Cultivos Tropicales, vol. 27, no. 1, 2013, pp. 25–30.

NÚÑEZ, M., REYES, Y., ROSABAL, L. y MARTÍNEZ, L. *Análogos espirostánicos de brasinoesteroides y sus potencialidades de uso en la agricultura*. Cultivos Tropicales, vol. 35, no. 2, 2014, pp. 34-42.

OCHOA, V. M., VARGAS, A. I., ISLAS, M. A., GONZÁLEZ, A. G. y MARTÍNEZ, T. M. Á. *Pectin-derived oligosaccharides increase color and anthocyanin content in Flame Seedless grapes*. Journal of the Science of Food and Agriculture, vol. 91, no. 10, 2011, pp. 1928-1930.

OHTA, K., MORISHITA, S., SUDA, K., KOBAYASHI, N. y HOSOKI, T. *Effects of chitosan soil mixture treatment in the seedling stage on the growth and flowering of several ornamental plants*. J. Japan. Soc. Hort. Sci., vol. 73, 2004, pp. 66-68.

PALMA-GUERRERO, J., HUANG, I. C., JANSSON, H. B., SALINAS, J., LOPEZ-LLORCA, L. V. y READ, N. D. *Chitosan permeabilizes the plasma membrane and kills cells of Neurospora crassa in an energy dependent manner*. Fungal Gen. Biol., vol. 46, 2009, pp. 585-594.

PÉREZ, C. *Efecto de diferentes dosis de aplicación del producto Quitomax en la respuesta productiva del cultivo del tomate (Lycopersicum esculentum Mill)*. Tesis en opción al título de Ingeniero Agrónomo. Universidad de Matanzas. Matanzas. 2013.

PLANA, D. *Actividad biológica del Pectimorf en la morfogénesis in vitro del tomate (Lycopersicon esculentum, Mill) var. Amalia*. Cultivos Tropicales, vol. 24, no. 1, 2003, pp. 29-33.

PRASHANTH, K. V. H. y THARANATHAN, R. N. *Chitin/chitosan: modifications and their unlimited application potential-an overview*. Trends in Food Science & Tech., vol. 18, 2007, pp. 117-131.

RAMOS-GARCÍA, M., ORTEGA-CENTENO, S., HERNÁNDEZ-LAUZARDO, A.N., ALIA-TEJACAL, I., BOSQUEZ-MOLINA, E. y BAUTISTA-BAÑOS, S. *Response of gladiolus (Gladiolus spp) plants after exposure corms to chitosan and hot water treatments*. Scientia Horticulturae, vol. 121, 2009, pp. 480-484.

RIDLEY, B. L., O'NEILL, M. A. y MOHNEN, D. *Pectins: structure, biosynthesis, and oligogalacturonide-related signaling*. Phytochemistry, vol. 57, no. 6, 2001, pp. 929-967.

SHAO, C.X., HU, J., SONG, W.J.y HU, W.M. *Effects of seed priming with chitosan solutions of different acidity on seed germination and physiological characteristics of maize seedling*. J. Zhejiang Univ. Agric. Life Sci., vol. 1, 2005, pp. 705-708.

SHARATHCHANDRA, R.G., NIRANJAN 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, vol. 23, 2004, pp. 881-888.

SPIRO, M.D., BOWER, 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, vol. 130, 2002, pp. 895-903

SUÁREZ, L., FERRARI, S., SAVATIN, D., CERVONE, F. y HERNANDEZ, M. *Estudios moleculares demuestran la eficiencia del Pectimorf, sustancia bioactiva producida en Cuba*. Taller de productos bioactivos. INCA. Cuba. 2012.

TERRY, E., RUÍZ, J., TEJEDA, T. y REYNALDO, I. *Afectividad agrobiológica del producto bioactivo PectiMorf® en el cultivo del rábano (Raphanus sativus L.)*. Cultivos Tropicales, vol. 35, no. 2, 2014, pp. 105-111.

TORRES, LLILDDREY. *Efecto de diferentes dosis y momentos de aplicación de la quitosana en la respuesta productiva del cultivo de la papa Solanum tuberosum L. Variedad Call White*. Tesis (presentada en opción al título de Máster en Ciencias Agrícolas). Universidad de Matanzas. Matanzas. 2011.

ZHOU, Y.G., YANG, Y.D., QI, Y.G., ZHANG, Z.M., WANG, X.J. y HU, X.J. *Effects of chitosan on some physiological activity in germinating seed of peanut*. J. Peanut Sci., vol. 31, 2002, pp. 22-25.