

Efecto del tratamiento de semillas con QuitoMax® en el rendimiento y calidad de plántulas de tomate variedades ESEN y L-43

Effect of seed treatment with QuitoMax® on the yield and quality of ESEN and L-43 varieties of tomato seedlings

Luis Gustavo-González¹ , Irisneisy Paz-Martínez¹ , Tony Boicet-Fabré¹ ,
María Caridad Jiménez-Arteaga¹ , Alejandro Falcón-Rodríguez²  y Tomás Rivas-García^{3‡} 

¹ Universidad de Granma. Carretera Bayamo-Manzanillo km 17. 85149 Bayamo, Granma, Cuba.

² Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas. Carretera Tapaste km 3. 32700 San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

³ Centro de Investigaciones Biológicas de Noroeste Calle Instituto Politécnico Nacional 195, Col. Playa Palo de Santa Rita Sur. 23096 La Paz, Baja California Sur, México.

‡ Autor para correspondencia (trivas@pg.cibnor.mx)

RESUMEN

El trabajo de investigación se desarrolló en la unidad básica de producción cooperativa UBPC "Antonio Maceo Grajales" durante las temporadas 2017-2018 y 2018-2019, sobre un suelo Fluvisol, con el objetivo de evaluar la influencia del QuitoMax® sobre las plántulas cultivadas en semillero de tomate. Se ejecutaron dos experimentos, en la temporada 2017-2018 se evaluó la variedad ESEN y en la temporada 2018-2019 la variedad L-43, las semillas se sumergieron en una solución de QuitoMax®, con una concentración de 1 g L⁻¹ durante 4 horas previo a la siembra. Se utilizaron 10 bandejas de poliuretano para las semillas tratadas (T1) y otras 10 con semillas sin tratar (T2). En el momento del trasplante se evaluó: altura de la planta (cm), grosor del tallo (mm), número de hojas, longitud de las raíces (cm) y masa fresca (g). Para el análisis estadístico de los datos del semillero se empleó una prueba de t-student para un 5% de probabilidad del error, con el paquete estadístico STATISTICA versión 8. Los resultados demostraron la incidencia positiva del QuitoMax® sobre la calidad de las plántulas en ambas variedades.

Palabras clave: bioestimulante, Quitosano, *Solanum lycopersicum*.

SUMMARY

The research work was developed in the basic unit of cooperative production UBPC "Antonio Maceo Grajales" during the 2017-2018 and 2018-2019 seasons, on a Fluvisol soil, with the objective of evaluating the influence of the QuitoMax® on the seedlings obtained in tomato seedbeds. Two experiments were carried out, in the 2017-2018 season the variety ESEN was evaluated and in the season 2018-2019 the variety L-43, the seeds were soaked in a solution of QuitoMax®, with a concentration of 1 g L⁻¹ during the four hours prior to sowing. Ten polyurethane trays were used for the treated seeds (T1) and another 10 with untreated seeds (T2). At the time of transplantation, the following parameters were evaluated: Plant height (cm), stem thickness (mm), number of leaves, root length (cm) and fresh mass (g). For the statistical analysis of the data from the seedbed, a t-student test was used for a 5% of probability of error, with the statistical package STATISTICA version 8. The results demonstrated the positive incidence of the QuitoMax® about the quality of the seedlings in both varieties.

Index words: bioestimulante, Quitosano, *Solanum lycopersicum*.

Cita recomendada:

Gustavo-González, L., Paz-Martínez, I., Boicet-Fabré, T., Jiménez-Arteaga, M. C., Falcón-Rodríguez, A. y Rivas-García, T. 2021. Efecto del tratamiento de semillas con QuitoMax® en el rendimiento y calidad de plántulas de tomate variedades ESEN y L-43. *Terra Latinoamericana* 39: 1-6. e803. <https://doi.org/10.28940/terra.v39i0.803>

Recibido: 31 de mayo de 2020. Aceptado: 04 de noviembre de 2020.
Artículo. Volumen 39, febrero de 2021.

INTRODUCCIÓN

La producción de plántulas es una práctica necesaria en la producción de muchas hortalizas y específicamente en el cultivo del tomate. En esta primera fase la planta presenta un crecimiento limitado tanto foliar como radical, sin embargo, una buena conducción y manipulación determinará la calidad de la plántula para el trasplante, el número de plantas por unidad de superficie y el éxito de la cosecha final. Por tales motivos, las prácticas agrícolas que se realizan en la fase de semillero deben estar encaminadas a promover el desarrollo vegetativo y la eficiencia del sistema radical que es por lo general poco profundo (Liriano *et al.*, 2017).

Según Santana *et al.* (2016) para su producción en condiciones tropicales, la fase de semillero constituye uno de los elementos a tener en cuenta, sin embargo, comúnmente se subestima la importancia de la utilización de medios biológicos y fitoestimulantes que favorezcan el crecimiento y desarrollo y calidad de las plántulas, lo que constituye elemento indispensable para la supervivencia de las mismas

Incrementar la calidad de las posturas de tomate continúa siendo una tarea pendiente en el sistema de producción agrícola de tomate, por lo que se propuso como objetivo “Evaluar los efectos del QuitoMax[®] sobre la calidad de las posturas”.

MATERIALES Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se desarrolló en el área de autoconsumo de la unidad básica de producción cooperativa (UBPC) “Antonio Maceo Grajales”, en la localidad de Veguitas, municipio Yara, provincia de Granma en Cuba (latitud 20° 19' N; longitud 76°47' O), durante las temporadas del 2017-2018 y 2018-2019; sobre un suelo Fluvisol de consistencia media, relativamente llano, con una

textura arcillosa (Cuadro 1). Las precipitaciones (1218 y 1321 mm), temperaturas promedio mínimas y máximas (20 y 30 °C; 19 y 30 °C) y la humedad relativa (63 y 70%) fueron favorables para el desarrollo de los experimentos en ambas campañas.

Condiciones Experimentales

En la temporada 2017-2018 se evaluó la variedad ESEN y en la temporada 2018-2019 la variedad L-43, ambas variedades de excelente adaptación en la provincia Granma, la primera dedicada para el consumo en fresco y la segunda de doble propósito (industria y consumo en fresco).

En ambas temporadas las semillas de las variedades ESEN y L -43, fueron tratadas con una solución de QuitoMax[®]. El cual se obtiene del exoesqueleto de langosta, posee un grado de desacetilación del 88%, masa molecular de 1.35×10^5 y se aplicó a una concentración de 1 g L^{-1} en un recipiente de polipropileno durante 4 horas previo a la siembra, siguiendo las indicaciones del Grupo Nacional de Productos Bioactivos del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (Falcón-Rodríguez *et al.*, 2015).

Durante el desarrollo del experimento se utilizaron 10 charolas de poliuretano (unidades de 18 m de largo, 1.20 m de ancho y 0.25 m de alto en un semillero tradicional), en los cuales se sembraron las semillas tratadas (5) y otras charolas (5) sembradas con las mismas condiciones con semillas sin tratar.

Los tratamientos empleados en el semillero fueron: T1: semillas tratadas (embebidas con una solución de 1 g L^{-1} de QuitoMax[®], durante 4 h) y T2: semillas sin tratar (embebidas en agua durante 4 horas).

Se retiraron de cada tratamiento las semillas y se extendieron sobre una superficie de nylon, puesta a la sombra y con ventilación; una vez secas las semillas se depositaron en camas de siembra de 20 m de largo en 4 hileras y con una densidad de siembra de 20 g por

Cuadro 1. Análisis químico de suelo.
Table 1. Chemical soil analysis.

Profundidad	pH	P-asim.	MO	Cationes intercambiables				CCB
				Na ⁺	K ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	
cm	H ₂ O	mg kg ⁻¹	%					cmol ⁽⁺⁾ kg ⁻¹
0-30	5.7	154	3.32	0.21	0.53	2.05	15.78	18.21

metro cuadrado según las indicaciones del Instructivo Técnico para el cultivo del tomate (Terry *et al.*, 2017). Las camas de siembra fueron confeccionadas con una bordeadora y se realizó una fertilización (5 Mg ha⁻¹) con materia orgánica (Sogemix®; PROMIX Premier Tech, Canada) durante la preparación de suelos.

Para la fase de semilleros se escogieron al azar y en zig-zag 20 plantas por cada tratamiento a los 25 días después de emergencia y se realizaron las siguientes mediciones, que definen la calidad de las posturas en el momento del trasplante:

-Altura de la planta (cm). Se midió desde el cuello de planta hasta la yema apical, con una regla graduada.

-Grosor del tallo (mm). Se midió el centro de las posturas utilizando para ello un Vernier.

-Número de hojas: Se contaron las hojas que poseía cada postura.

-Longitud de las raíces (cm). Desde el cuello de la raíz hasta la parte extrema de la raíz principal con una regla graduada.

- Masa fresca (g) Se pesaron las plantas por cada tratamiento en una balanza analítica de precisión marca Sartorius.

Para el análisis estadístico de los datos se empleó una prueba de t-student para un 5% de probabilidad del error ($\alpha=0.05$), con el paquete estadístico STATISTICA (versión 10 StatSoft, Inc., Tulsa, EUA) para Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 2 se refleja que, al evaluar las variables de calidad de las posturas en el momento del trasplante, existió diferencias significativas entre las del tratamiento control y las que provienen de semillas

embebidas previo a la siembra, excepto en las variables número de hojas y longitud de las raíces, lo que demuestra el efecto positivo de embeber las semillas de tomate de la variedad ESEN con una solución de quitosano (QuitoMax®) con concentración de 1 g L⁻¹.

El efecto positivo del quitosano (principio activo del QuitoMax®) fue por Jiménez-Arteaga *et al.* (2018) al embeber semillas de tomate variedad “Carcamán”, en dos de las concentraciones con las que trató las semillas. También Paz-Martínez *et al.* (2017), reportan efectos positivos del quitosano sobre la altura de las plántulas de tomate híbrido HA 3819, producidas en casas de cultivos en la Unidad de Base Empresarial del Níquel en Moa, lo cual coincide con los resultados obtenidos en este trabajo.

Los resultados concuerdan con aquellos obtenidos previamente, por ejemplo, con la aplicación de rizobacterias estimuladoras del crecimiento vegetal se logró con siete días de diferencia al tratamiento control, posturas de tomate de calidad (Terry *et al.*, 2017). Alemán *et al.* (2018) consideran que el momento idóneo para el trasplante (plántulas de calidad), es cuando las plántulas tienen 16 cm de altura, cuatro hojas formadas y 4 - 6 mm de grosor del tallo.

Similares resultados a los obtenidos en este trabajo fueron obtenidos por Terry *et al.* (2017) en cuanto al diámetro del tallo, donde los resultados obtenidos demuestran la acción positiva del QuitoMax® en esta variable de crecimiento. En este estudio, los valores más altos en el diámetro de tallo correspondieron a los tratamientos donde se embebieron las semillas con las concentraciones de 0.5 y 1.0 g L⁻¹ del bioestimulante, con respecto al tratamiento con la menor concentración evaluada del producto (0.1 g L⁻¹) y al control.

Cuadro 2. Evaluación de las posturas en el momento del trasplante variedad ESEN.
Table 2. Evaluation of postures at the time of ESEN variety transplantation.

Tratamientos	Altura	Número de hojas	Grosor del tallo	Longitud de las raíces	Masa fresca
	cm		mm	cm	g
Control	19.93a	4.8	3.8a	4.57	6.5a
1 g L ⁻¹	23.52b	6.3	5.9b	5.46	7.8b
Valor de t	2.32	3.2	3.29	5.3	2.56
Valor de p	0.029	0.32	0.051	0.58	0.042

Medias con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente para la prueba de t-student ($P < 0.05$).
Means with the same letters in the same column do not differ significantly for the t-student test ($P < 0.05$).

Por otro lado, González *et al.* (2014) también reportaron efectos positivos del quitosano sobre el crecimiento de plántulas de tomate variedad Amalia en la provincia La Habana, demostrando que el quitosano absorbido por las semillas podría estimular la actividad de la enzima ACC sintetasa, la cual está involucrada en la síntesis del etileno. Al respecto, se ha encontrado que bajas concentraciones de etileno promueven el crecimiento de los pelos radicales de las plantas y así aumentan el área superficial de la raíz para una mayor absorción de nutrientes. El quitosano promotor del crecimiento evita las altas concentraciones de etileno, las cuales tienen efectos inhibitorios en el desarrollo de las plantas (Ribaudo *et al.*, 2006).

Está demostrado que el quitosano produce un aumento del desarrollo del sistema radical (raíces y raicillas) y fortalecimiento del vigor y grado de lignificación de las plantas de tomate mediante una Resistencia Sistémica Adquirida (SAR) (González *et al.*, 2014). El efecto bioestimulante mostrado en esta investigación podría atribuirse a su composición química formada por polímeros lineales con unidades estructurales de 2-amino-2-desoxi-D-glucopiranosas conectados entre sí por enlaces glucosídicos 1.4 (Antony *et al.*, 2019). Una vez que la planta tiene contacto con este biopolímero se desencadenan una cascada de señalizaciones estimulando los mecanismos de defensa mediado por SAR, esto colateralmente produce un aumento significativo en la raíz, permitiéndole absorber más nutrientes, produciendo un fortalecimiento y mayor vigor en ellas (Molina *et al.*, 2017).

Con relación a la masa fresca de las posturas de tomate Luna *et al.* (2013) reportan valores entre 2.24 y 2.54 g al evaluar la aplicación de rizobacterias

sobre el crecimiento de posturas de tomate, valores por debajo de los obtenidos en esta investigación. La enzima fenilalanina amonio liasa (PAL) es una de las enzimas clave en la vía de los fenilpropanoides que da lugar a la síntesis de metabolitos secundarios como la fitoalexinas, ligninas, ácido benzoico y ácido salicílico (Hernández-Hernández *et al.*, 2018). En esa investigación las plantas tratadas con las diferentes concentraciones de quitosano, mostraron en todos los casos una actividad de PAL significativamente mayor que las plantas provenientes del tratamiento control, concluyendo que la promoción del crecimiento podría relacionarse al incremento de esta enzima.

Los resultados obtenidos en la producción de posturas muestran que se obtiene un mayor crecimiento de la raíz y en la masa fresca, estos resultados se deben en gran medida a la actividad biológica de QuitoMax[®], que ha sido determinada utilizando ensayos de regulación del crecimiento (Martínez *et al.*, 2007). Algunas de estas moléculas activas, han sido introducidas en las prácticas agrícolas de productores locales en otros cultivos (Falcón-Rodríguez *et al.*, 2012).

Similar a los resultados obtenidos con la anterior variedad (ESEN), al evaluar en la variedad L-43 el efecto de la imbibición de las semillas con una concentración de QuitoMax[®] a 1 g L⁻¹ de concentración, se observa en el Cuadro 3, que para tres de las cinco variables evaluadas existió diferencias significativas entre los dos tratamientos evaluados al aplicar la prueba de t-student, esto sugiere que el polímero evaluado ejerce un efecto positivo sobre el crecimiento de las posturas en la fase de semilleros.

González *et al.* (2014) concluyeron que la aplicación de quitosano, mediante imbibición de las semillas, apenas influyó en la altura de las plántulas

Cuadro 3. Evaluación de las posturas en el momento del trasplante variedad L-43.
Table 3. Evaluation of the postures at the time of transplant variety L-43.

Tratamientos	Altura	Número de hojas	Grosor del tallo	Longitud de las raíces	Masa fresca
	cm		mm	cm	g
Control	17.30a	4.21a	3.2a	4.82	4.67
1 g L ⁻¹	20.16b	5.6b	4.90b	6.58	6.74
Valor de t	1.78	2.43	1.78	4.32	1.98
Valor de p	0.43	0.004	0.006	0.67	0.057

Medias con letras iguales en la misma columna no difieren significativamente para la prueba de t-student ($P < 0.05$).
Means with the same letters in the same column do not differ significantly for the t-student test ($P < 0.05$).

de tomate hasta los 24 días de sembradas, cuando se notó un aumento de esta variable con el tratamiento de 1.0 g L^{-1} , coincidiendo con los resultados obtenidos en esta experiencia donde al aplicar esta concentración referida, los resultados difieren con relación al tratamiento control. En otro experimento, la imbibición de las semillas con quitosano estimuló el aumento del diámetro del tallo a los 27 días después de sembradas, aunque la imbibición durante ocho horas con igual concentración del polímero no provocó variación respecto al control (Ruiz *et al.*, 2009). Similares resultados fueron obtenidos en este trabajo.

Con relación a la raíz, el quitosano produjo incremento en la longitud de la misma solo cuando las semillas fueron embebidas con concentraciones de 0.001 y 0.01 g L^{-1} del polímero, no así con la concentración de 1 g L^{-1} , según los resultados de Martínez *et al.* (2007), lo que difiere de esta investigación con la variedad L-43. Efectos similares reportan González *et al.* (2014) y Martínez *et al.* (2007) que, al embeber con diferentes concentraciones, semillas de tomate de la variedad Amalia en Mayabeque; reportaron que la imbibición de las semillas de tomate en soluciones de quitosano aumentó la longitud de las raíces de tomate por encima del control.

El efecto que provoca la imbibición de las semillas previo a la siembra se puede explicar por lo siguiente: la imbibición de las semillas con quitosano redujo los niveles de proteína, tal vez por inducir la síntesis de otros compuestos de tipo lipídicos o glúcidos relacionados con la maquinaria defensiva según Benhamou y Thériault (1992). Otros autores reportan el incremento de compuestos químicos relacionados al metabolismo secundario como fenoles y fitoalexinas, así como la formación de calosa y lignina de acuerdo a lo planteado por Shibuya y Minami (2001).

Además, González *et al.* (2014) refieren que la actividad PAL en hojas de plántulas de tomate tuvo un comportamiento diferente al de la β -1.3 glucanasa. Solo la concentración de 0.1 g L^{-1} causó incrementos de la actividad PAL por encima del control, en los dos momentos que se analizaron. En este tratamiento los niveles alcanzaron cinco y más de 10 veces los valores del control a los 17 y 24 días, respectivamente, lo que es de suma importancia para provocar cambios en las plántulas al embeberla con quitosano en concentración de 1 g L^{-1} .

Además, Fernández-Larrea (2013) plantea que son varias las aplicaciones de soluciones a base de quitosano

que se han venido desarrollando en la agricultura, estas soluciones se utilizan para tratar semillas, prevenir infecciones microbianas y favorecer el desarrollo de las plantas. Generalmente, estos productos se aplican por vía foliar mediante la aspersión, los mismos permiten corregir de manera rápida, deficiencias de nutrientes en momentos críticos para el desarrollo de los cultivos (Qu y Luo, 2020). Sin embargo, otras formas de aplicación como el tratamiento de semillas vía imbibición y la adición al sustrato se han informado como positivas en el beneficio biológico de los cultivos, aspecto constatado en este trabajo.

CONCLUSIONES

Las variables: altura, grosor de tallo y masa fresca en posturas de tomate de la variedad ESEN y las variables: altura, número de hoja y grosor de tallo de la variedad L-43 se ven favorecidas por el efecto del QuitoMax®, cuando este se aplica por 4 h en concentración de 1.0 g L^{-1} por imbibición de las semillas previo a la siembra en semilleros. El bioestimulante QuitoMax® es un tratamiento eficiente en semillas para mejorar las variables mencionadas en plántulas de tomate de las variedades ESEN y L-43.

DECLARACIÓN DE ÉTICA

No aplicable.

CONSENTIMIENTO PARA PUBLICACIÓN

No aplicable.

DISPONIBILIDAD DE DATOS

No aplicable.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

FONDOS

La fuente de financiamiento de esta investigación corresponde al proyecto Empresarial “Mejoramiento del rendimiento y calidad de los cultivos del tomate,

pimiento, frijol, y maíz en fase de extensión aplicando Quitomax[®]. Financiado por la Empresa de Cultivos Varios Paquito Rosales de Veguita. Provincia Granma. Cuba.

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Conceptualización: L.G.G.G. y A.B.F.R. Metodología: I.P.M. Software: L.G.G.G. Validación: T.R.G, Y.Y. y Z.Z. Análisis formal: T.R.G y L.G.G.G. Investigación: T.B.F. Recursos: T.R.G. Curación de datos: A.F.R. Escritura: preparación del borrador original, L.G.G.G. y A.F.R. Escritura: revisión y edición, T.R.G. Visualización: T.B.F. Supervisión: T.R.G. Adquisición de fondos: L.G.G.G.

AGRADECIMIENTOS

A la Rectora de la Universidad de Granma por su apoyo en la logística (transporte y viáticos), a la dirección de la UBPC Antonio Maceo y Empresa de Cultivos Varios Paquito Rosales de Veguita, por su apoyo incondicional en la ejecución del experimento.

LITERATURA CITADA

- Alemán, R., J. Domínguez, Y. Rodríguez y S. Soria. 2018. Indicadores morfológicos y productivos del cultivo del tomate en Invernadero con manejo agroecológico en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana. *Ctro. Agríc.* 43: 71-76.
- Antony, R., T. Arun, and S. T. D. Manickam. 2019. A review on applications of chitosan-based Schiff bases. *Int. J. Biol. Macromol.* 129: 615-633. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.02.047>.
- Benhamou, N. and G. Thériault. 1992. Treatment with chitosan enhances resistance of tomato plants to the crown and root pathogen *Fusarium oxysporum* F. sp. *Radici-lycopersici*. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 41: 33-52. doi: [https://doi.org/10.1016/0885-5765\(92\)90047-Y](https://doi.org/10.1016/0885-5765(92)90047-Y).
- Falcón-Rodríguez, A., D. Costales-Mendez, M. A. Martínez-Téllez y T. A. Gordon. 2012. Respuestas enzimática y de crecimiento en una variedad comercial de tabaco (*Nicotiana tabacum*, L.) tratada por aspersión foliar de un polímero de quitosana. *Cult. Trop.* 33: 65-70.
- Falcón-Rodríguez, A. B., D. Costales M., D. González P. y M. C. Nápoles G. 2015. Nuevos productos naturales para la agricultura: las oligosacarinas. *Cult. Trop.* 36: 111-129
- Fernández-Larrea V., O. 2013. Programa para la recuperación de bioplaguicidas, biofertilizantes y bioestimulantes en Cuba. *Agríc. Org.* 2: 2-5.
- González-Peña, D., D. Costales y A. B. Falcón. 2014. Influencia de un polímero de quitosana en el crecimiento y la actividad de enzimas defensivas en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cult. Trop.* 35: 35-42.
- Hernández-Hernández, H., S. González-Morales, A. Benavides-Mendoza, H. Ortega-Ortiz, G. Cadenas-Pliego y A. Juárez-Maldonado. 2018. Effects of chitosan-PVA and Cu nanoparticles on the growth and antioxidant capacity of tomato under saline stress. *Molecules* 23: 178. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules23010178>.
- Jiménez-Arteaga, M. C., L. G. González Gómez, M. Suárez Benítez, I. Paz Martínez, A. Oliva Lahera y A. Falcón Rodríguez. 2018. Respuesta agronómica del pimiento California Wonder a la aplicación de Quitomax. *Ctro. Agríc.* 45: 40-46.
- Liriano-González, R., M. A. Terán-Reyes, D. B. Núñez-Sosa, D. Ibañez-Madan y J. Perez-Ramos. 2017. El humus de lombriz en la producción de plántulas de *Lycopersicon esculentum* Mill en una comunidad del Estado Cojedes, Venezuela. *Ctro. Agríc.* 44: 23-29.
- Luna-Martínez, L., R. A. Martínez-Peniche, M. Hernández-Iturriaga, S. M. Arvizu-Medrano y J. R. Pacheco-Aguilar. 2013. Caracterización de rizobacterias aisladas de tomate y su efecto en el crecimiento de tomate y pimiento. *Rev. Fitotec. Mex.* 36: 63-69.
- Martínez, L., I. Castro, L. Díaz y M. Núñez. 2007. Influencia del tratamiento a semillas de quitosana en el crecimiento de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cult. Trop.* 28: 79-82.
- Molina, J., M. Colina, D. Rincón y J. Vargas. 2017. Efecto del uso de quitosano en el mejoramiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L. variedad sd20a). *Rev. Invest. Agr. Amb.* 8: 151-165. doi: <https://doi.org/10.22490/21456453.2041>.
- Paz-Martínez, I., L. G. González-Gómez y B. Martínez-Arévalo. 2017. Respuesta agronómica del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*, L) var. Ha 3019 (ESEN) a la aplicación de Quitomax. *Rev. Granmense Des. Local* 1: 1-7.
- Qu, B. and Y. Luo. 2020. Chitosan-based hydrogel beads: Preparations, modifications and applications in food and agriculture sectors-A review. *Int. J. Biol. Macromol.* 152: 437-448. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.02.240>.
- Ribaudo, C. M., E. M. Krumpholz, F. D. Cassán, R. Bottini, M. L. Cantore, and J. A. Curá. 2006. Azospirillum sp. promotes root hair development in tomato plants through a mechanism that involves ethylene. *J. Plant Growth Regul.* 25: 175-185. doi: <https://doi.org/10.1007/s00344-005-0128-5>.
- Ruiz, J., T. Tejada, E. Terry y M. M. Díaz. 2009. Aplicación de bioproductos a la producción ecológica de tomate. *Cult. Trop.* 30: 60-64.
- Santana-Baños, Y., A. del Busto-Concepción, Y. González-Fuentes, I. Aguiar-González, S. Carrodegua-Díaz, P. L. Páez-Fernández y G. Díaz-Lugo. 2016. Efecto de *Trichoderma harzianum* Rifai y FitoMas-E como bioestimulantes de la germinación y crecimiento de plántulas de tomate. *Ctro. Agríc.* 43: 5-12.
- Shibuya, N. and E. Minami. 2001. Oligosaccharide signalling for defence responses in plant. *Physiol. Mol. Plant Pathol.* 59: 223-233. doi: <https://doi.org/10.1006/pmpp.2001.0364>
- Terry, E., A. Falcón R., J. Ruiz P. Y. Carrillo S. y H. Morales M. 2017. Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax[®]. *Cult. Trop.* 38: 147-15.