



Evaluación de quitomax® en la emergencia, crecimiento y nutrientes de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.)

Enríquez-Acosta Emmanuel Alexander¹, Reyes-Pérez Juan José²

¹Universidad Técnica de Cotopaxi. Extensión La Maná. Av. Los Almendros y Pujilí, Edificio Universitario, La Maná, Ecuador

²Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Walter Andrade. Km 1.5 vía a Santo Domingo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

^ojjreyesp1981@gmail.com

Rec.: 28.07.2018. Acept.: 30.11.2018
Publicado el 30 de diciembre de 2018

Resumen

La aplicación de bioestimulantes del crecimiento vegetal es una alternativa muy promisoriosa para la obtención de plántulas vigorosas en un menor tiempo. En este trabajo se evaluaron el efecto de la aplicación a semillas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) var. Amalia de varias concentraciones de Quitomax® (1000, 2000 y 3000 mg•L⁻¹) y un tratamiento control con agua destilada en la emergencia, el crecimiento y los contenidos de nutrientes de plántulas de tomate resultante, con 15 días de edad. Se evaluaron la emergencia de las plántulas en el tiempo, las variables de crecimiento: longitud de la raíz, longitud y diámetro del tallo, la masa fresca y seca de la raíz y de la parte aérea (tallos y hojas), así como, los contenidos de los nutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio. Se aplicó un diseño de bloques al azar con tres réplicas por tratamientos. Los resultados mostraron que las plantas provenientes de semillas tratadas con Quitomax® tuvieron una emergencia más rápida, mayores raíces y tallos así como superiores masas frescas y secas que el tratamiento control. También mostraron mayores contenidos de nitrógeno, fosforo, potasio, calcio y magnesio que el control, siendo Quitomax® a 1000 mg•L⁻¹ el mejor tratamiento.

Palabras clave: bioestimulante, quitosano, hortaliza.

Abstract

The application of plant growth biostimulants is a very promising alternative for obtaining vigorous seedlings in a shorter time. In this work, the application of several concentrations of Quitomax® (1000, 2000 and 3000 mg•L⁻¹) and a control treatment with distilled water to tomato seeds (*Solanum lycopersicum* L.) var. Amalia planted in trays with soil, was evaluated on emergence index, growth variables and nutrient contents of resulting tomato seedlings, with 15 days of age. It was evaluated emergence index of the seedlings in the time, plant growth variables root length, length and diameter of stem, fresh and dry weight of roots and foliar part (stem and leaves), as well as seedling nutrient contents of nitrogen, phosphorus, potassium, calcium and magnesium. A randomized block design was applied with three replicates per treatments. Results showed plants from seeds treated with Quitomax® had a faster emergence index, greater roots and stems, as well as, higher fresh and dry masses than the control treatment. Additionally seedling from Quitomax® treatment showed higher nutrient contents than the control, while Quitomax® at 1000 mg•L⁻¹ was the best treatment.

Keywords: biostimulant, chitosan, vegetable.

Introducción

El tomate es una hortaliza muy apreciada en todo el mundo, con una alta demanda tanto para consumo fresco como procesado (FAOSTAT, 2018) Uno de los métodos de producción intensiva de tomate es la siembra mediante el trasplante de plántulas. La eficiencia de este sistema depende en gran medida que las semillas germinen y emerjan con la mayor rapidez y las plántulas obtenidas alcancen en el menor tiempo posible los parámetros de crecimiento adecuados para el trasplante, fundamentalmente en cuanto a tamaño y masa.

En ese sentido, se buscan intensamente nuevas sustancias estimuladoras de la germinación y el crecimiento vegetal cuya aplicación pueda resolver esta problemática y además no contribuyan a la creciente contaminación del medio ambiente que producen los productos químicos (Reyes y Cortéz, 2017). Dentro de los bioestimulantes más promisorios y estudiados se encuentra el quitosano. Por tanto, el Quitomax® es una formulación líquida basada en quitosano que ha mostrado una acción estimuladora en la germinación de semillas y el crecimiento de distintos cultivos mediante la aceleración del metabolismo vegetal, como es el caso de la papa (*Solanum tuberosum* L.) y el frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Morales *et al.*, 2015; Morales *et al.*, 2016).

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este trabajo es evaluar la aplicación de distintas concentraciones de Quitomax® en la velocidad de emergencia de plántulas de tomate var. Amalia, algunas variables de su crecimiento y sus contenidos de nutriente.

Materiales y métodos

La investigación se realizó en el Centro Experimental "La Playita", Universidad Técnica de Cotopaxi, provincia de Cotopaxi. Ubicación geográfica WGS 84: S 0°56'27" y W 79°13'25", Ecuador. Las condiciones climáticas del sitio experimental tiene valores promedio de Altitud 193,00 msnm, Temperatura 24,60 °C, Heliofanía 793,20 horas/luz/año, Humedad relativa 85%, Precipitación anual total 1977,80 mm (INAHMI, 2018). Las condiciones climáticas del sitio experimental fueron adecuadas para el normal desarrollo del cultivo del tomate.

Las plántulas crecieron en bandejas de polietileno de 200 cavidades las cuales contenían suelo clasificado como francamente arenoso. Para los experimentos se utilizó semilla certificada de la variedad de tomate Amalia obtenida en el Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) de Cuba. Las semillas se plantaron a razón de una semilla por cavidad y una profundidad

correspondiente a dos volúmenes de la semilla. El riego aplicado a las bandejas se realizó diariamente, con el fin de que no existiera déficit hídrico para la emergencia de las plántulas.

Los tratamientos consistieron en la imbibición de las semillas de tomate con Quitomax® a las concentraciones 1000, 2000 y 3000 mg•L⁻¹ así como tratamiento control con agua destilada. Las semillas se escurrieron y se secaron al aire por 3 horas antes de la siembra en bandejas de polietileno de 1x0,4 m. El Quitomax® (quitosano disuelto a 4g. L⁻¹, 0.5% ácido acético y 0.07% de potasio) se obtuvo del INCA Cuba.

Se evaluaron la cantidad de semillas germinadas (emergidas) durante siete días en condiciones de bandeja. Se consideró la semilla emergida cuando se observó el hipocótilo a simple vista por encima del nivel del suelo. Además se evaluaron las variables de crecimiento: longitud de la raíz y longitud del tallo con una cinta métrica. También el diámetro del tallo con un pie de rey marca Mitutoyo 532 (Mitutoyo Japón). Se determinó además la masa fresca de la raíz, masa fresca de la parte aérea (tallo + hojas) en una balanza digital marca Sartorius, USA) así como la masa seca de la raíz y de la parte aérea (tallo y hojas) luego de secado en una estufa marca FED 115, Binder Alemania) a 65 °C por 24 horas hasta masa constante.

Para la determinación de los contenidos de nutrientes nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio en el tejido foliar se tomaron tres plantas al azar de cada tratamiento y los análisis se realizaron en los laboratorios de la estación de Pichilingue según las normas recomendadas para tomate (NTE, 2014).

El diseño experimental empleado fue bloques completamente al azar con tres réplicas por tratamiento. Cada bandeja se consideró una réplica, se tomaron 20 plantas para los análisis. Los datos se procesaron mediante análisis de varianza de clasificación simple y las medias se compararon por la Prueba de Tukey (P≤0,05). Para los análisis estadísticos se utilizó el programa Statistica v. 10.0 para Windows StatSoft, Inc., (2011).

Resultados y discusión

De acuerdo a los análisis físico-químico del suelo empleado como sustrato (Cuadro 1) resultó tener bajos contenidos de los macronutrientes nitrógeno, fósforo y potasio, así como niveles medios para calcio y magnesio, teniendo en cuenta que el tomate extrae grandes cantidades de nutrientes del suelo para cubrir sus requerimientos nutricionales. De acuerdo a Betancourt y Pierre (2013) las plantas producidas en estas condiciones solo pueden mantenerse un corto tiempo, sin que se afecte su crecimiento. De esta forma,

Cuadro 2. Análisis fisicoquímico del suelo empleado en los experimentos

Parámetros	Valor	Interpretación
p H	5,80	Media ácido
M.O %	4,40	Medio
NH ₄ ppm	13,00	Bajo
P ppm	9,00	Bajo
K meq/100 g	0,16	Bajo
Ca meq /100 g	8,00	Medio
Mg meq/100 g	1,10	Medio
S ppm	10,00	Medio
Zn ppm	1,30	Bajo
Cu ppm	7,20	Alto
Fe ppm	118,00	Alto
Mn ppm	3,50	Bajo
Boro ppm	0,16	Bajo
Ca/Mg	7,20	
Mg/K	6,88	
Ca+Mg/K	56,88	

M.O. = Materia Orgánica. Fuente: Laboratorio de Suelos, Tejidos Vegetales y Aguas INIAP-Pichilingue

el bioestimulante aplicado podrá mostrar mejor su actividad.

El tratamiento a semillas de tomate var. Amalia con Quitomax® a concentraciones entre 1000 y 3000 mg•L⁻¹ provocó un incremento en la velocidad de emergencia de las plántulas en las bandejas con diferencias significativas, respecto al tratamiento control (Figura 1). En el segundo día ya se observaron semillas emergidas en todos los tratamientos con Quitomax®, mientras no se detectó ninguna en el control. Las primeras semillas emergidas en el control se observaron a los cuatro días, con una media de cuatro semillas emergidas (20%), momento en el cual, se encontró diferencias significativas con las 20 semillas emergidas (100%) del tratamiento con Quitomax® a 1000 mg•L⁻¹ y las más de 15 semillas emergidas (75%) correspondientes a Quitomax® a 2000 y 3000 mg•L⁻¹.

Por su parte, en el último día de evaluación (7 días) todas las semillas provenientes de tratamientos con Quitomax® habían germinado, mientras, las correspondientes al tratamiento control sólo había germinado el 83%.

Respecto al efecto de las concentraciones de Quitomax® en la velocidad de germinación. En todas

las evaluaciones realizadas la aplicación de 1000 mg•L⁻¹ siempre estimuló significativamente el mayor número de semillas emergidas, siendo el mejor tratamiento entre todos, mientras, no se encontró diferencias para la aplicación de Quitomax® a 2000 y 3000 mg•L⁻¹, excepto en el quinto día, donde 2000 fue significativamente mejor que 3000 mg•L⁻¹ en el número de semillas emergidas. En resumen, el Quitomax® mostró propiedades estimulante en la velocidad de germinación de la semilla de tomate, pero los resultados evidenciaron que la menor concentración de Quitomax® utilizada en esta investigación (1000 mg•L⁻¹) fue la mejor de todas.

Los resultados encontrados pueden atribuirse a que el principio activo del Quitomax® es, el quitosano, el cual se ha demostrado que es un estimulador del metabolismo vegetal (Pichyangkura y Chadchawanb, 2015). La actividad biológica del quitosano en los cultivos se ha explicado por varios mecanismos uno de ellos plantea el reconocimiento de moléculas de quitina/quitosano por receptores específicos presente en las células vegetales. Estos receptores han sido identificados como proteínas de alta afinidad de unión con la quitina y han sido aisladas en varias estructuras celulares, en especial en la membrana

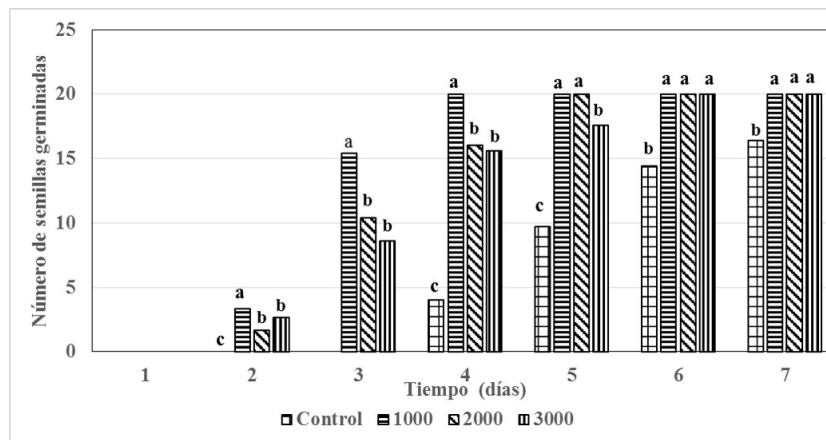


Figura 1. Efecto del Quitomax® en la emergencia de plántulas de tomate var Amalia.

citoplasmática (Shibuya *et al.*, 1996). La activación de estos receptores provoca una multitud de reacciones a nivel celular, flujos de iones, despolarización de membranas estimulación de la síntesis de distintas enzimas relacionadas con el metabolismo celular tales como la PAL, proteasas, quitinasas, celulasas (González *et al.*, 2014), entre otras que en el caso de la semilla, influyen en la activación de los procesos germinativos (Feng y Ken, 2000). Adicionalmente, muchas de estas enzimas tienen función hidrolíticas sobre las sustancias de reserva de la semilla (Hirano, 1990). De esta forma quedan más nutrientes disponibles para que el embrión pueda germinar en mejores condiciones y se acelere este proceso.

El tratamiento a la semilla con Quitomax® a diferentes concentraciones también influyó en los resultados de las variables del crecimiento: longitud de la raíz, longitud del tallo, diámetro del tallo, así como, masa fresca y seca de la raíz y de la parte aérea de las plántulas de tomate var. Amalia (Cuadro 2).

En ese sentido, las plántulas de tomate con 15 días de edad, provenientes de semillas tratadas con Quitomax® 1000 mg•L⁻¹ tuvieron significativamente raíces más largas, que el resto de los tratamientos. Adicionalmente, la concentración de 2000 mg•L⁻¹ también estimuló raíces superiores respecto al tratamiento con 3000 mg•L⁻¹ y al control. Sin embargo, estos últimos tratamientos mencionados, no tuvieron diferencias significativas entre sí, para la variable longitud de la raíz.

Por otra parte, para las variables largo y diámetro del tallo, todas las plántulas provenientes de semillas tratadas con Quitomax®, en cualquier concentración utilizada tuvieron valores superiores que las correspondientes al tratamiento control. Se debe señalar que aunque no se encontró diferencias significativas entre las concentraciones de Quitomax® utilizadas para el longitud del tallo, estas si existieron para los resultados de la variable diámetro del tallo, en los cuales 1000 mg•L⁻¹ produjo significativamente tallos más gruesos que 3000 mg•L⁻¹.

Cuadro 2. Efecto del Quitomax® sobre algunas variables del crecimiento de plántulas de tomate var. Amalia con 15 días de edad

Tratamiento Quitomax® (mg•L ⁻¹)	Longitud de raíz (cm)	Longitud del tallo (cm)	Diámetro del tallo (cm)	Masa fresca de la raíz (g)	Masa fresca parte aérea (g)	Masa seca de la raíz (g)	Masa seca parte aérea (g)
Control	5,90 c	8,10 c	0,19 c	0,14 b	3,06 b	0,001 b	0,17 b
1000	7,40 a	12,70 a	0,33 a	0,38 a	4,20 a	0,002 a	0,29 a
2000	6,60 b	12,10 a	0,31 ab	0,37 a	4,27 a	0,002 a	0,30 a
3000	6,10 c	11,20 a	0,27 b	0,25 ab	4,03 a	0,002 a	0,28 a
ESx	0,22	0,62	0,006	0,14	0,26	0,002	0,07

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Sin embargo, para el caso de la masa fresca de la raíz, los resultados fueron similares a los obtenidos en la variable longitud de la raíz. En ese sentido, sólo los tratamientos con Quitomax® a 1000 y 2000 mg•L⁻¹ fueron superiores al tratamiento control.

Respecto al resto de las variables evaluadas: masa fresca de la parte aérea, masa seca parte aérea y masa seca de la raíz, todas las plántulas provenientes de semillas tratadas con Quitomax®, en cualquier concentración utilizada tuvieron valores superiores que las correspondientes al tratamiento control (cuadro 2). Se debe destacar el hecho que aunque el tratamiento con Quitomax® a 3000 mg•L⁻¹ no tuvo diferencias con el control para la variable masa fresca, éstas si se observaron para la masa seca de la raíz que es la variable que caracteriza con mayor exactitud la formación de tejidos.

Los resultados relativos a la aplicación de Quitomax® que produjera en las plantas resultados superiores para las variables del crecimiento que el tratamiento control corroboran las afirmaciones de las propiedades estimulantes del bioproducto Quitomax® en el crecimiento vegetal (Morales *et al.*, 2015). Respecto a los mecanismos de acción que explican estos resultados puede mencionarse que el principio activo del Quitomax®, el quitosano, estimula en semillas tratadas no solo la producción de enzimas relacionadas con la germinación, sino que además se producen otros metabolitos tales como las que estimula el crecimiento vegetal. (Martínez *et al.*, 2007) En ese sentido, se ha identificado un incremento en el contenido de clorofila en plántulas tratadas con quitosano y un cierre estomático que permite una mayor disponibilidad del agua (Irriti y Faoro, 2009; Irriti *et al.*, 2009). Otros autores (Terry *et al.*, 2017) aplicando Quitomax® a semillas de tomate de la variedad Mara también han encontrado incremento de las variables del crecimiento como la altura de la plantas, longitud radicular y número de hojas con respecto al control lo que está

de acuerdo a los resultados obtenidos en este trabajo. Adicionalmente, se encontró que la concentración de 1g•L⁻¹ produjo mejores resultados que 0,1 y 0,5 g•L⁻¹. Se debe señalar que la concentración de 1g•L⁻¹ es la misma que 1000 mg•L⁻¹ utilizada en este trabajo, la cual también produjo los mejores resultados con respecto a concentraciones mayores de Quitomax®, tal como 3000 mg•L⁻¹ y el control. Estos resultados pudieran explicarse debido a que el Quitomax® (quitosano), además de su acción promotora del crecimiento vegetal, también estimula mecanismos de defensa en plantas ante estreses bióticos y abióticos que aumentan con el incremento de la concentración (Hadwiger, 2013). Específicamente, en el tomate, autores como González *et al.* (2014), han demostrado una mayor producción de enzimas defensivas con la aplicación de quitosano. Estos mecanismos de defensa involucran procesos bioquímicos y fisiológicos que consumen energía y fotoasimilatos de las plantas que dejan de utilizarse en el crecimiento vegetal.

Adicionalmente Martínez *et al.* (2007) encontraron resultados favorables en el crecimiento de plantas de tomate, tratadas con quitosano, por aplicación a la semilla y atribuyeron la acción del quitosano a la estimulación de sistemas antioxidantes. Sin embargo, con la mayoría de estos trabajos no se aportan resultados que permitan aclarar los mecanismos de acción del quitosano en el tomate. En ese sentido, algunos autores (Salachna y Zawadzińska, 2014) han planteado que el mencionado incremento de la clorofila en las hojas se debe además a un aumento en la toma de nutrientes por las raíces de las plantas, la cual está influido por la concentración de quitosano aplicada.

Con el propósito de tener mayor claridad acerca de estos mecanismos, en el Cuadro 3 se presenta los contenidos de nutrientes de las plantas de tomate con 15 días de edad provenientes de semillas tratadas con Quitomax® a diferentes concentraciones.

Cuadro 3. Efecto de la concentración de Quitomax® en el contenido de macro y micronutrientes en el tejido foliar de las plantas

Tratamientos Quitomax® (mg•L ⁻¹)	Contenido de nitrógeno (mg/g)	Contenido de fósforo (mg/g)	Contenido de potasio (mg/g)	Contenido de Calcio (mg/g)	Contenido de magnesio (mg/g)
Control	2,67 c	0,27 d	2,07 d	1,63 d	0,70 d
1000	4,33 a	0,73 a	2,77 a	2,90 a	1,30 a
2000	3,67 b	0,57 b	2,57 b	2,63 b	1,17 b
3000	3,23 b	0,43 c	2,07 c	2,20 c	1,03 c
ESx	0,03	0,004	0,003	0,004	0,003

Medias con una letra común no son significativamente diferentes (p > 0,05)

Los resultados obtenidos muestran que todas las plántulas provenientes de semillas tratadas con Quitomax®, en cualquier concentración utilizada tuvieron mayores contenidos de nitrógeno, fósforo y potasio, así como calcio y magnesio que las correspondientes al tratamiento control. Además la concentración de quitosano influyó significativamente en todos los contenidos de nutrientes encontrados en las plántulas.

De esta forma las plantas provenientes de semillas tratadas con Quitomax® 1000 mg•L⁻¹ siempre tuvieron los mayores contenidos de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, le siguió en orden decreciente la concentración de 2000 mg•L⁻¹ y luego 3000 mg•L⁻¹. Se debe señalar que el suelo utilizado como sustrato tenía bajos valores de macro y micronutriente necesarios para el cultivo del tomate (Cuadro 1). Sin embargo, en estas condiciones las plantas proveniente de semillas tratadas con Quitomax®, en especial a 1000 mg•L⁻¹ tuvieron mayores contenidos de nutrientes.

Los resultados obtenidos pudieran atribuirse, como se mencionó anteriormente a que el quitosano estimula el crecimiento vegetal y el incremento de la toma de nutrientes por las plantas (Chen *et al.*, 2016). Sin embargo, altas concentración de quitosano producen reacciones antiestrés en las plantas (Malerba y Cerana, 2014). Estos procesos ocurren a expensas de la propia energía producida por el vegetal, la cual se deja de utilizarse en funciones del metabolismo primario, tal como la nutrición. De esta forma disminuye la toma y acumulación de nutrientes y por tanto decrece el contenido de nutrientes al aumentar la concentración de Quitomax®.

La aplicación de Quitomax® en las semillas de tomate ha mostrado que puede ser una alternativa amigable para la producción de plántulas de tomate en menos tiempo y con mejores parámetros para el trasplante.

Conclusiones

La aplicación de Quitomax® a las semillas aumentó la velocidad de germinación del tomate var. Amalia, siendo la concentración de 1000 mg•L⁻¹, la mejor entre todos los tratamientos. El tratamiento a las semillas con Quitomax® a 1000 mg•L⁻¹ siempre produjo plantas con mayores tamaños, masas frescas y secas en raíces y tallos que el tratamiento control. La aplicación de Quitomax® a las semillas, en cualquiera concentración siempre produjo plantas con mayores contenidos de nitrógeno, potasio, calcio y magnesio que el control, siendo el mejor tratamiento 1000 mg•L⁻¹.

Agradecimientos

A la Universidad Técnica de Cotopaxi, Extensión La Maná por el apoyo otorgado a través del proyecto “Evaluación integral de productos bioactivos para la producción sostenible de hortalizas en sistemas de cultivos orgánicos”.

Referencia bibliográfica

- Betancourt, P., Pierre, F. 2013. Extracción de macronutrientes por el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* Mill. var Alba) en casa de cultivos en Quibor, estado Lara. *Bioagro* 25(3):181-188.
- Chen, Y., Yuan, S., Han-Mei, L., Zhi-Yu, CH., Ying-Hong, Z., Huai- Yu. 2016. A combination of chitosan and chemical fertilizers improves growth and disease resistance in *Begonia* × *hiemalis* Fotsch. *Horticulture, Environment and Biotechnology* 57(1): 1-10.
- FAOSTAT. 2018. Anuario estadístico de la FAO. Disponible en: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>. Fecha de consulta: 28 de Junio 2018.
- Feng, Chen, Kent, J. 2000. Expression of an expansin is associated with endosperm weakening during tomato seed germination. *Plant Physiol.* 124(3): 1265–1274.
- González, P., Costales, D., Falcón, A. 2014. Influencia de un polímero de quitosano en el crecimiento y la actividad de enzimas defensivas en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos Tropicales* 35(1):35-42.
- Hadwiger, L. 2013. Multiple effects of chitosan on plant systems: Solid science or hype. *Plant Science* 28:42-49.
- Hirano, S. 1990. Chitinase activity in seed coated with chitosan derivatives. *Agric. Biol. Chem.*, 54(10), 2719-2720.
- Irriti, M., Faoro, F. 2009. Chitosan antitranspirat activity is due to abscisic acid dependent stomatal closure. *Env. Exp. Bot.* 66:493–500.
- Irriti, M., Picchi, V., Rossoni, M., Gomasasca, S., Ludwing, N., Garganoand, M., Faoro, F. 2009. Chitosan as a MAMP, searching for a PRR *Plant Signal Behavior* 4:66-8
- Malerba, M., Cerana, R. 2016. Chitosan Effects on Plant. *Systems. Int. J. Mol. Sci.* 996:1–15.
- Martínez, L., Castro, I., Díaz, L., Núñez, M. 2007. Influencia del tratamiento a semillas con quitosano en el crecimiento de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) *Cultivos Tropicales* 28(4): 79-82.

- Morales, D., Dell Amico, J., Jerez, E., Díaz, Y., Martín, R. 2016. Efecto del Quitomax® en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales* 37(1):142-144.
- Morales, D., Torres, Ll., Jerez, E., Falcón, A., Dell Amico, J. 2015. Efecto del Quitomax® en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum*, L.). *Cultivos Tropicales* 36(3):133-143.
- NTE. 2014. INEN1909 frutas frescas. tomate de árbol. requisitos código ICS:67.080 fecha de consulta 12 de Julio de 2018 disponible en http://www.normalizacion.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2014/02/nte_inen_1909_2r.pdf
- Pichyangkura, R., Chadchawanb, S. 2015. Biostimulant activity of chitosan in horticulture. *Sci. Hort.* 196:49-65.
- Reyes, G., Cortéz, D. 2017. Intensidad en el uso de fertilizantes en América Latina y el Caribe (2006-2012). *Bioagro* 29(1):45-52. *Plant Physiol.* 2000 Nov; 124(3): 1265–1274.
- Salachna, P, Zawadzińska, A. 2014. Effect of chitosan on plant growth, flowering and corms yield of potted freesia. *Journal of Ecological Engineering* 15(3): 97–102 DOI: 10.12911/22998993.1110223
- Shibuya N, Ebisu N, Kamada Y, Kaku H, Cohn J, Ito Y. 1996. Localization and binding characteristics of a high-affinity binding site for N-acetylchitooligosaccharide elicitor in the plasma membrane from suspension-cultured rice cells suggest a role as a receptor for the elicitor signal at the cell surface. *Plant Cell Physiol.*, 37: 894–898.
- StatSoft Inc. 2011. *Statistica*. System reference. StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, EUA.
- Terry, E., Falcón A., Ruiz J., Carrillo Y., Morales H. 2017. Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax®. *Cultivos Tropicales*, 38(1): 147-154.