

**Efecto de diferentes dosis de QuitoMax en el crecimiento de plántulas de pimiento (capsicum annum I) (Original)****Effect of different *quitomax* doses on pepper seedling growth (capsicum annum I) (Original)**

Yarisbel Gómez Masjuan. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba.

[\[ygomez@udg.co.cu\]](mailto:ygomez@udg.co.cu) 

Norge Tornés Olivera. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba.

[\[ntorneso@udg.co.cu\]](mailto:ntorneso@udg.co.cu) 

Yadira Aguilar Escalona. Universidad de Granma. Bayamo. Cuba.

[\[iaquilarescalona@udg.co.cu\]](mailto:iaquilarescalona@udg.co.cu) **Recibido:** 23 de junio de 2021 / **Aceptado:** 9 de diciembre de 2021**Resumen**

El experimento se desarrolló en condiciones de laboratorio, en la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Granma, con el objetivo de evaluar el efecto del QuitoMax sobre la germinación de las semillas y el crecimiento de plántulas de pimiento. Se evaluaron cuatro variantes experimentales: concentraciones de 1; 1,5; 0,5; 0,25  $gL^{-1}$ , en las cuales se embebieron las semillas durante 4 horas. Se evaluó la dinámica de germinación, altura y masa fresca de las plántulas a los 15 días. Los resultados mostraron que hubo efecto de la concentración de QuitoMax en la dinámica de germinación. Las semillas embebidas en la concentración 1,5  $gL^{-1}$ , tuvieron el menor tiempo de germinación y el mejor efecto sobre la altura de la planta. La variable altura de la planta, solo tuvo diferencias significativas cuando se comparó con el tratamiento control. La masa fresca se incrementó con el aumento de las concentraciones. El mayor aumento de la masa fresca se obtuvo con la concentración de 1,5  $gL^{-1}$ .

**Palabras clave:** pimiento; germinación; QuitoMax; dosis**Abstract**

Experiment was carried out in lab conditions, in the Agricultural and Livestock Faculty. The objective of the investigation was to evaluate the effect of QuitoMax on germination and growth of pepper seedlings. Four experimental variant were evaluated: concentrations of 1; 1,5; 0,5; 0,25  $g L^{-1}$ , in which seedlings were soaked up during four hours. Germination dynamic, plant

high and green mass, were measured. The frequency of measurement, were fortnight day. Results showed that *QuitoMax* concentrations influenced on germination dynamic. Seedlings that were soaked up during four hours in  $1,5 \text{ g L}^{-1}$  concentration, have the smallest germination time and the best effect over plant high. Plant high has significant differences when compared with control treatment. Green mass increased when *QuitoMax* concentration increased. The highest increase was obtained with  $1,5 \text{ g L}^{-1}$  concentration.

**Keywords:** pepper; germination; QuitoMax; dose

## Introducción

El cultivo del pimiento (*Capsicum annuum L.*) es una solanácea originaria de América del Sur. Se cultiva en la mayoría de los países del mundo donde las condiciones ambientales son favorables a su desarrollo. En Cuba, constituye una de las principales hortalizas, tanto por el área que ocupa nacionalmente, como por su producción del área total de hortalizas. Este constituye un renglón principal en la exportación. Se cultiva en todas las provincias, siendo las principales productoras La Habana, Pinar del Río y Villa Clara (Abu-Muriefah, 2013).

La tendencia actual en la agricultura es encontrar alternativas que garanticen el incremento en el rendimiento y disminuyan o eliminen el uso de fertilizantes, plaguicidas y reguladores de crecimiento industriales, los que poseen un elevado riesgo de contaminación ambiental. La aplicación de biofertilizantes y bioestimulantes a los cultivos constituye una estrategia priorizada para mejorar y preservar las condiciones físicas, químicas y biológicas de los suelos, elevar el potencial agroproductivo y sustituir importaciones. Considerando que Cuba es un país en vías de desarrollo y que el peso de la economía descansa sobre la base de la agricultura, se hace necesario buscar nuevas alternativas y métodos para acelerar la misma.

Los resultados de las últimas dos décadas permiten distinguir el desarrollo de una nueva generación de compuestos menos agresivos al ambiente y al hombre que basan su utilidad en la manipulación de las respuestas naturales de los vegetales, contra los diferentes estreses y en maximizar las potencialidades intrínsecas de los cultivos para elevar sus rendimientos (Falcón, 2015).

En este caso, se encuentra el *QuitoMax*, derivado parcialmente desacetilado de la quitina, polisacárido ampliamente distribuido en la naturaleza como componente de las estructuras de los invertebrados. La aplicación exógena de oligosacarinas influye en el crecimiento y desarrollo de los tejidos de las plantas; estas evidencias han sido fundamentalmente obtenidas con

oligosacáridos derivados de los polímeros de la pared celular de plantas y también con derivados de quitina y quitosana (Falcón, 2015). Posee la capacidad de formar películas, lo que ha permitido su uso en el campo agrícola en el recubrimiento de semillas, lográndose un mejor comportamiento de variables fisiológicas como la altura de la planta y masa seca en cultivos (Jerez et al., 2017).

Los óptimos beneficios que genera el Quitomax, varían según la concentración, la variedad del cultivo y de las condiciones donde se desarrolla este. Por lo anterior, el presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto del *QuitoMax* sobre la dinámica de germinación, la altura de la planta y la masa fresca en el cultivo del pimiento.

### **Materiales y métodos**

El experimento se desarrolló durante el mes de abril de 2020, en el laboratorio de Fisiología Vegetal, de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Granma. Las semillas de pimiento California Wonder, se pusieron a germinar en una cámara de germinación con variaciones de temperaturas día/noche de 28/24°C y humedad relativa del 80%.

Las semillas de pimiento fueron embebidas durante 4 horas con diferentes concentraciones de QuitoMax, secadas a temperatura ambiente 24 horas, posteriormente se pusieron a germinar en placas Petri (20 semillas por placas) sobre papel de filtro humedecido con agua destilada. Cada tratamiento tuvo un total de 5 repeticiones (Placas Petri). Se determinó la dinámica de germinación a las 24, 48, y 72 horas tomando la emergencia de la raíz como criterio de esta. A los 15 días después de germinadas las semillas, se tomaron 5 plantas al azar y se evaluó la altura de la planta y la masa fresca de la misma. La masa fresca se determinó con una balanza digital marca startorius Bs124s con precisión de 0,1 milígramo.

Los tratamientos se describen en la tabla 1:

Tabla 1. Descripción de tratamientos aplicados

<b>Variantes</b>	<b>Tiempo de imbibición ( h )</b>	<b>Producto</b>	<b>Dosis (g L<sup>-1</sup>)</b>
<b>T1</b>	4	Agua	-
<b>T2</b>	4	QuitoMax	1,00
<b>T3</b>	4	QuitoMax	0,50
<b>T4</b>	4	QuitoMax	0,25
<b>T5</b>	4	QuitoMax	1,50

## Análisis estadísticos.

El diseño utilizado fue completamente aleatorizado con cuatro repeticiones y cinco tratamientos. Se realizó un análisis de varianza de clasificación simple para determinar si existieron o no diferencias significativas entre las medias a diferentes niveles del factor QuitoMax. Cuando se mostraron P-Valores significativos en la tabla ANOVA, se realizó un análisis posterior para determinar cuáles medias eran significativamente diferentes de otras, mediante la aplicación de la Prueba de Rangos Múltiples, usando el método de la Diferencia Honestamente Significativa (HSD) de Tukey, para un nivel de confianza del 95%. El paquete utilizado fue InfoStat.

## Resultados y discusión

### Efecto de la dosis y el tiempo de imbibición en la germinación

La germinación de las semillas es un proceso oxidativo, donde influyen factores tanto externos como internos. A las 24 horas, el porcentaje de germinación varió entre 0% (T1 y T4) y 30%(T5) (Tabla 2). Se observó que, con aumento de las concentraciones, se experimentó una mayor dinámica de la germinación. La concentración de 0,25 g L<sup>-1</sup> (T4) no produjo un cambio en la dinámica de germinación, al lograrse el mismo valor que en el tratamiento control (T1).

Tabla 2. Dinámica de la germinación de semillas de pimiento

Tratamientos	Tiempo(h)		
	24	48	72
	%G	%G	%G
T1	-	25	75
T2	10	30	85
T3	20	40	85
T4	-	40	75
T5	30	48	96

Nota: %G = porcentaje de germinación.

A las 48 horas la dinámica de germinación alcanzó valores entre el 25% y el 48%, que corresponden a los tratamientos T1 y T5, respectivamente. Es necesario destacar que en T4 se alcanzó el 40% de germinación, valores similares a los obtenidos en T3, lo cual demuestra que el efecto estimulador de la concentración de 0,25 g L<sup>-1</sup>, se logra a partir de este momento. La

concentración de  $1,5 \text{ g L}^{-1}$  (T5) duplicó el porcentaje alcanzado en T1. A las 48 horas se observó una tendencia similar de la dinámica de germinación a la obtenida a las 24 horas.

A las 72 se alcanzaron porcentajes de germinación entre el 75% (T1 y T4) y el 96% (T5). Las concentraciones de  $0,5 \text{ g L}^{-1}$  y  $1 \text{ g L}^{-1}$ , tuvieron el mismo resultado, el 85% de germinación. A partir de este resultado se infiere que, si se desean tener porcentajes de germinación del 85% a las 72 horas, es más eficiente utilizar  $0,5 \text{ g L}^{-1}$ . La tendencia fue similar a la observada durante las 24 y 48 horas, respectivamente.

La respuesta mostrada se explica a partir de la capacidad de *QuitoMax* para estimular el crecimiento de las plántulas, lo cual tiene relación con las concentraciones empleadas, el tamaño molecular y la forma de aplicación del producto al cultivo, que incluye el tiempo de contacto.

Estos resultados son similares a los obtenidos por Pérez et al. (2015) quienes afirman que, el *QuitoMax* incrementa la germinación en algunos cultivos, debido a que estimula enzimas del metabolismo secundario tales como la quitinasa, celulasa y B 1,3 glucanasa. Por otra parte, Kiiirika y Stahl (2013) señalan que el tratamiento con *QuitoMax* logra estimular en la semilla los procesos siguientes: hidratación de proteínas, cambios estructurales subcelulares, respiración, síntesis de macromoléculas y elongación celular. Todos estos procesos permiten el paso de un embrión deshidratado, en estado de reposo, con un metabolismo apenas detectable a uno con un metabolismo activo que culmina en el crecimiento del eje embrionario.

En otros estudios como los de Terry et al. (2017) se reportaron resultados similares en plántulas de tomates, y atribuyeron este comportamiento a que el quitosano estimuló positivamente el metabolismo de las auxinas y fitohormonas que promovieron la elongación celular de los tallos.

### **Efecto de la dosis y el tiempo de imbibición en la altura de la planta**

El mejor efecto del *QuitoMax* sobre la altura de la planta, se observó cuando se aplicó una concentración  $1,5 \text{ g L}^{-1}$  (T5) (Figura 1), el cual tuvo diferencias significativas, al compararlo con el resto de los tratamientos. No hubo diferencias significativas entre T2, T3 y T4, mientras que T4 no difirió del control. El valor de la altura de la planta tuvo una diferencia de 4,1 cm entre el tratamiento control y el T5. La respuesta de esta variable fue directamente proporcional al incremento de las concentraciones.

Resultados similares fueron obtenidos por Jerez et al. (2017) en solanáceas, pero en minitubérculos de papa, cuyo crecimiento se vio favorecido con la aplicación de distintas

concentraciones de quitosana por imbibición de semillas. González et al. (2016) reportaron resultados similares del QuitoMax en la variable altura de las plantas y atribuyeron el resultado a la capacidad de los bioestimulantes de estimular el crecimiento, tanto en los tallos y las hojas como en el tamaño de los frutos, y de esta manera incrementar el rendimiento del cultivo donde se aplican, al compararse con las plantas donde no se aplica.

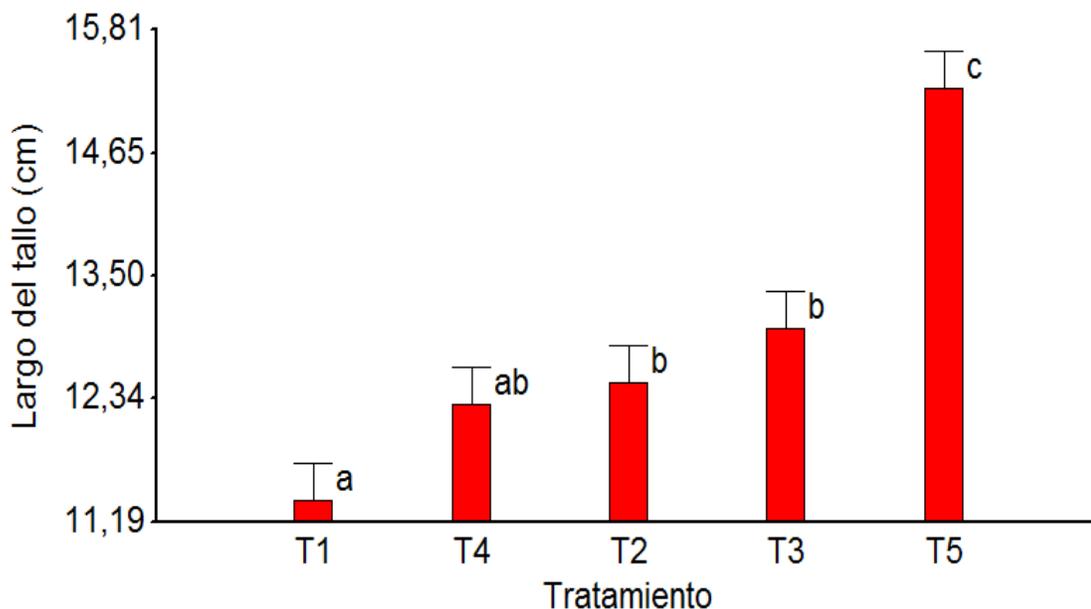


Figura 1. Efecto de QuitoMax en la altura de plántulas de pimiento.

Medias con letras comunes no difieren significativamente según Tukey, para un nivel de confianza del 95%

Jiménez et al. (2018) observaron un aumento en el tamaño y grosor del tallo en el cultivo del pimiento California Wonder, cuando utilizaron este bioestimulante y Muzzarelli et al. (2012) reportaron incrementos en el desarrollo foliar y del crecimiento de la planta. Estas respuestas a la aplicación de *QuitoMax* están relacionadas con la producción de enzimas que promueven una mayor altura de las plantas. Por otro lado, González et al. (2014) también reportaron efectos positivos del quitosano sobre el crecimiento de plántulas de tomate, 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 efecto bioestimulante mostrado en esta investigación se atribuye a su composición química formada por polímeros lineales con unidades estructurales de 2-amino-2-desoxi-D-glucopiranososa 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).

### Efecto de la dosis y el tiempo de imbibición en la producción de masa fresca

El mejor efecto del *QuitoMax* sobre la masa fresca, se observó cuando se aplicó una concentración  $1,5 \text{ g L}^{-1}$  (T5) (Figura 2), el cual tuvo diferencias significativas, al compararlo con el resto de los tratamientos. No hubo diferencias significativas entre T2, T3 y T4, mientras que T4 no difirió del control. El valor de la masa fresca tuvo una diferencia de 2,1 g entre el tratamiento control y el T5. La respuesta de esta variable fue proporcional al incremento de las concentraciones. El comportamiento observado, se debe a que, al aumentar la concentración, también aumenta la cantidad de sustancia activa y como consecuencia aumenta el efecto estimulador en la semilla.

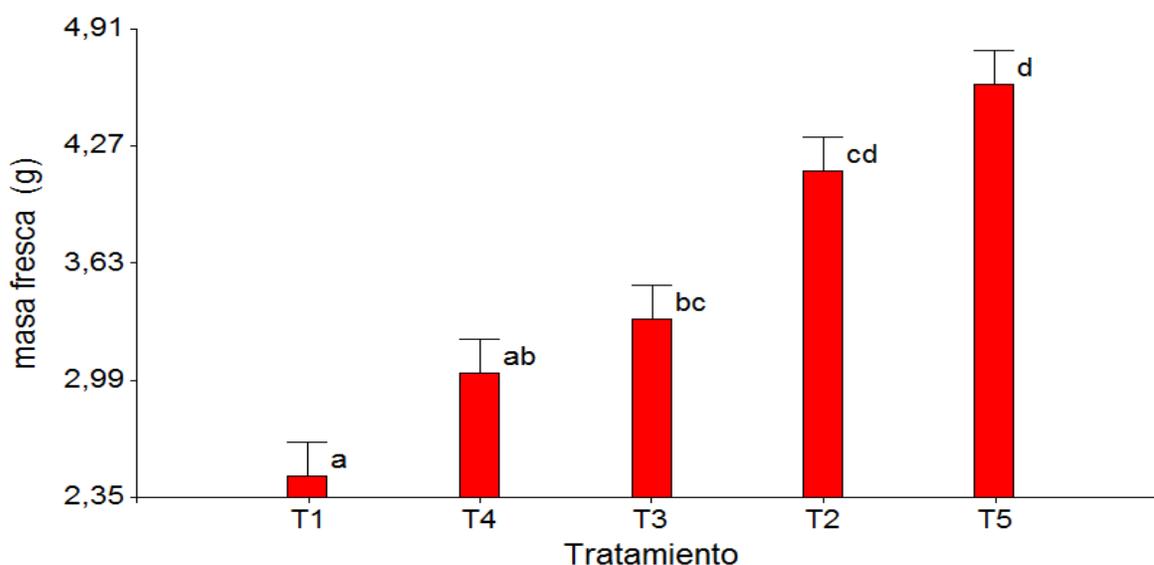


Figura 2. Efecto de QuitoMax en la masa fresca de plántulas de pimienta.

Medias con letras comunes no difieren significativamente según Tukey, para un nivel de confianza del 95%

Terry *et al.* (2017) al embeber la semilla a concentraciones iguales a las de la investigación obtuvo resultados similares, pero en el cultivo del tomate. Otros autores como Rodríguez (2014) y Falcón (2015) han reportado la incidencia positiva de este bioestimulante, al evaluar diferentes dosis en varios cultivos. González *et al.* (2016) al evaluar el QuitoMax en el cultivo del tomate, encontraron un efecto positivo sobre la producción de masa fresca, los mejores resultados se obtuvieron donde se aplicaron las mayores dosis, resultados similares al de esta investigación. Otros autores (Reyes *et al.*, 2018; Reyes *et al.*, 2019) han reportado la incidencia positiva de este y otros bioestimulantes al evaluar el polímero en diferentes cultivos.

De manera general, en todas las variables de crecimiento evaluadas, la aplicación del QuitoMax mediante imbibición de semillas resultó beneficiosa para el crecimiento de las plántulas de pimiento con respecto a las plántulas provenientes de semillas no tratadas. Los mejores resultados se obtuvieron en los tratamientos con las mayores concentraciones, específicamente, con la concentración de 1,5 g L<sup>-1</sup>.

Los resultados de la investigación, demuestran la respuesta positiva de las variables evaluadas a la aplicación del polímero, y con ello un aumento de la calidad de las plántulas obtenidas en el cultivo del pimiento. Este resultado sugiere la factibilidad del empleo del QuitoMax como alternativa ecológicamente segura para acelerar el crecimiento de las plántulas.

### **Conclusiones**

1. El empleo de *QuitoMax* en el tratamiento de semillas de pimiento fue mejor que el tratamiento control donde solo se aplicó agua destilada, ya que se observó un porcentaje de germinación entre 85 y 96%, mientras que en el control y T4 fue de 75%.
2. Los valores de la altura de las plántulas oscilaron entre 11,4 y 15,5 cm, mientras que la masa fresca osciló entre 2,49 y 4,59 g, siendo el T5 donde se aplicó una dosis de 1,5 g L<sup>-1</sup>, el de mayores resultados.

## Referencias bibliográficas

1. Abu-Muriefah, S. S. (2013). Effect of chitosan on common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) plants grown under water stress conditions. *International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science*, 3(6), 192-199.
2. Antony, R., Arun, T., & Manickam, S. T. D. (2019). A review on applications of chitosan-based Schiff bases. *International journal of biological macromolecules*, 129, 615-633. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.02.047>.
3. Falcón, R. A. (2015). Chitosan as bioactive macromolecules to protect economically relevant crops from their main pathogens. *Bioteconología Aplicada*, 27 (4), 305-309.
4. González, P. D., Costales, D., & Falcón, A. B. (2014). Influencia de un polímero de quitosana en el crecimiento y la actividad de enzimas defensivas en tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Cultivos Tropicales*, 35 (1), 35-42.
5. González, G. L., Jiménez, A. M., Terrero, S. J., Araujo, A. L., Paz, M. I., Ruth, I. A., & Falcón, R. A. (2016). *Resultados obtenidos con la aplicación de QuitoMax en el cultivo del tabaco en la provincia Granma*. Universidad de Granma. Editorial Universitaria.
6. Jerez, E., Martín, R., Morales, D., & Reynaldo, I. H. (2017). Efecto de oligosacarinas en el comportamiento de la papa (*Solanum tuberosum* L.) variedad Romano. *Cultivos Tropicales*, 38 (1), 68-74.
7. Jiménez, A. M., González, G. L., Suárez, B. M., Paz, M. I., Oliva, L. A., & Falcón, R. A. (2018). Respuesta agronómica del pimiento California Wonder a la aplicación de QuitoMax. *Revista Centro Agrícola*, 45 (2), 40-46.
8. Kiiirika, L. F., & Stahl, K. W. (2013). Phenotypic and molecular characterization of resistance induction by single and combined application of chitosan and silicon in tomato against *Ralstonia solanacearum*. *Physiological and Molecular Plant Pathology*, 81, 1-12.
9. Molina, J., Colina, M., Rincón, D., & Vargas, J. (2017). Efecto del uso de quitosano en el mejoramiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa* L. variedad sd20a). *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*. 8(2) 151-165. doi: <https://doi.org/10.22490/21456453.2041>.
10. Muzzarelli, R., Boudrant, J., Meyer, D., Manno, N., & Maurizio, G. P. (2012). Current views on fungal chitin/chitosan, human chitinases, food preservation, glucans, pectins and inulin: A tribute to Henri Braconnot, precursor of the carbohydrate polymers science, on the chitin bicentennial. *Carbohydrate Polymers*, 87(2), 995-1012.

11. Pérez, M. S., Rodríguez, P. A., & Ramírez, A. A. (2015). Efecto de diferentes concentraciones de quitosana sobre la germinación y crecimiento de plántulas de arroz (*Oryza sativa*, L.). *Revista científica AVANCES*, 17(4), 12-21.
12. Reyes, P. J., Enríquez, A. E., Ramírez, A. M., Rodríguez, P. A., Lara, C. L., & Hernández, M. L. (2019). Evaluation of the growth, yield and nutritional quality of pepper fruit with the application of Quitomax®. *Ciencia e Investigación Agraria*, 46(1), 23-29. <https://doi.org/10.7764/rcia.v46i1.2002>
13. Reyes, P. J., González, G. L., Jiménez, P. M., Boicet, F. P., Acosta, E., Rodríguez, P. A., Ramírez, A. M., & González, R. J. (2018). Respuesta agronómica de dos variedades de maíz blanco (*Zeasmays*, L.) a la aplicación de QuitoMax, AZOFERT Y ECOMIC. *Revista Biotecnica*, 20(1), pp 3-7.
14. Rodríguez, LL. Y. (2014). Comportamiento en campo abierto de nuevos Híbridos F1 y variedades de pimiento (*Capsicum annum*L.) multirresistentes a virus. *Cultivos Tropicales*, 35 (2), 51-59.
15. Terry, E. A., Falcón, R. J., Ruiz, P. Y., Carrillo, S., & Morales, M. (2017). Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax®. *Cultivos Tropicales*, 38, 147-155.