



Efecto del bioestimulante QuitoMax® en el crecimiento y rendimiento del ajo (*Allium sativum* L.) clon 'Criollo'

Use of QuitoMax® biostimulant for the growth and development of garlic (*Allium sativum* L.) plants

 Annarellis Alvarez-Pinedo^{1*},  Reinier O Méndez-Serpa¹,  Dariellys Martínez-Balmori³,
 Iván Castro-Lizazo¹,  Humberto Izquierdo-Oviedo^{†2}

¹Universidad Agraria de La Habana "Fructuoso Rodríguez Pérez", (UNAH), carretera a Tapaste y Autopista Nacional, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32 700

²Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), carretera San José-Tapaste, km 3½, Gaveta Postal 1, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba. CP 32 700

³Facultad de Biología, Universidad de La Habana, calle 25 No.455 e/ J e I, Vedado, Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba, CP 10 400

RESUMEN: El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de QuitoMax® en el crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo de ajo, clon 'Criollo'. Previo a la plantación manual en canteros, los dientes "semillas" de ajo se embebieron durante 24 horas en soluciones con diferentes concentraciones de QuitoMax® (1; 5 y 10 mg L⁻¹) y un control que se embebió en agua. Se empleó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y tres réplicas. Se evaluaron los indicadores altura de la planta, número de hojas y contenido de clorofilas, a los 70; 90 y 110 ddp. A los 120 ddp, se determinaron los diámetros del cuello y ecuatorial del bulbo, número de dientes "semillas", masa fresca y seca del bulbo, así como el rendimiento agrícola. Todas las concentraciones de QuitoMax® estimularon las diferentes variables que se evaluaron.

Palabras clave: Alliaceae, productividad agrícola, quitosano, clon.

ABSTRACT: The objective of this work was to evaluate the application effect of different concentrations of QuitoMax® in the growth and development of the garlic cultivar "Criollo Víctor". Prior to manual planting in beds, cloves were soaked for 24 hours in solutions with different concentrations of QuitoMax® (1, 5 and 10 mg L⁻¹) and a control that was soaked in water. At 50 days after planting (dap) a foliar application was made with these same concentrations. A randomized block experimental design with four treatments and three replications was used. The indicators of plant height, number of leaves and chlorophyll content were evaluated at 70; 90 and 110 dap. At 120 dap, the neck and equatorial diameters of the bulb, number of clove "seeds", fresh and dry mass of the bulb, as well as agricultural yield were determined. All the concentrations of QuitoMax® stimulated the different variables that were evaluated.

Key word: Alliaceae, agricultural productivity, chitosan, creole, garlic.

INTRODUCCIÓN

Se conoce que el ajo (*Allium sativum* L.), al igual que la cebolla (*Allium cepa* L.), son plantas que tuvieron su origen en Asia Central. En Cuba, se informan áreas dedicadas al cultivo del ajo desde principios del siglo XIX, constituyendo uno de los cultivos más utilizados como condimento por la población cubana. No obstante, en nuestro país, los rendimientos son muy bajos, a pesar de que en su sistema

productivo se aplican altos volúmenes de fertilizantes minerales y plaguicidas, lo que pone en dudas la sostenibilidad de estas producciones (1). En el mundo, se cultivan más de 1 250 000 ha, con producciones de 12 millones de toneladas y rendimientos de 11,89 t ha⁻¹. Los países de mayor producción de esta Aliácea son: China, India, Corea del Sur y España; y en Latinoamérica se destacan Argentina, Chile y México (2).

*Autor para correspondencia: annarellisnegra@gmail.com

Recibido: 14/06/2020

Aceptado: 30/11/2021

Este artículo se encuentra bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial (CC BY-NC 4.0). <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



La reducción del uso de agroquímicos en un sistema productivo puede lograrse con la introducción de bioestimuladores del crecimiento, los cuales estimulan el crecimiento y desarrollo de las plantas debido a la capacidad de mejorar la eficiencia de estas en la absorción y asimilación de nutrientes y la tolerancia a condiciones de estrés biótico y abiótico (3). El Grupo de Productos Bioactivos (GPB) del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, ha estudiado un bioestimulador de crecimiento líquido, a base de polímeros de quitosano, obtenidos de la quitina que se encuentra presente en el exoesqueleto de langosta (*Palunirus argus* Latrille), cuyo nombre comercial es QuitoMax® (4). La aplicación de este bioestimulador del crecimiento en los sistemas productivos permite la estimulación de la germinación, el crecimiento y desarrollo de las plantas, a la vez, que activan mecanismos de defensa en las mismas, los cuales están estrechamente relacionados a las enfermedades fitopatógenas (5).

Este producto nacional se ha sido introducido y extendido en varios cultivos, fundamentalmente, en granos y solanáceas de importancia económica, con resultados beneficiosos en el desarrollo de las plantas, los rendimientos y la protección antiestrés (6). Investigaciones relacionadas con el uso de QuitoMax® en el cultivo del ajo son escasas. Es por ello que, el objetivo de este trabajo es evaluar el efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de QuitoMax® en el crecimiento y desarrollo del cultivo de ajo, clon 'Criollo'.

MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se realizó en la Finca "La Jaula", perteneciente al municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque. Se utilizaron los dientes "semillas" de ajo (*Allium sativum* L.), clon 'Criollo', según su categoría (semilla básica) de la provincia Mayabeque. La plantación se realizó en las campañas de plantación de 2016-2017 y 2017-2018; sobre canchales que contenían un suelo Pardo Sialítico, según la clasificación de los suelos de Cuba (7), con pH= 7,80 y contenido de materia orgánica (MO) de 5,59 %.

Se conformaron tres canchales con estiércol vacuno, mezclado homogéneamente con el suelo, antes de levantar los mismos, con una dimensión de 20 m de largo; 1,4 m de ancho y 0,3 m de altura. Los dientes "semillas" se plantaron manualmente con una distancia de plantación de siete hileras a 20 cm x 5 cm entre plantas (8).

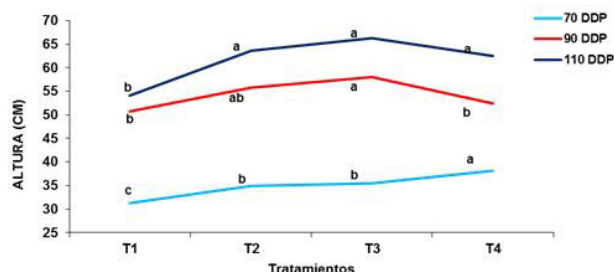
Se utilizó el formulado de quitosano, conocido como QuitoMax® (RCF 010/17, Registro Central de fertilizantes de Cuba), el cual es un bioestimulador del crecimiento líquido a base de polímeros de quitosano y sales químicas, que es obtenido por el Grupo de Productos Bioactivos del INCA (4). Los dientes "semillas" se embebieron durante 24 horas en soluciones de QuitoMax® a concentraciones de 1; 5 y 10 mg L⁻¹, y en agua el tratamiento control, antes de la plantación. Durante todo el experimento se realizó, en días alternos, el riego con regadera de 10 L de capacidad y la eliminación de plantas arvenses mediante el escarde manual.

A los 70; 90 y 110 días después de plantado (ddp) el ajo, fueron evaluados los indicadores altura de las plantas (cm), número de hojas y el contenido de clorofilas [Unidades SPAD] (9), con un medidor portátil modelo SPAD-502, Minolta. A los 120 ddp, se realizó la cosecha y se determinaron los diámetros del cuello (cm) y ecuatorial del bulbo (cm), número de "semillas", masa fresca (g) y seca del bulbo (g), en 10 plantas seleccionadas al azar por cada parcela, así como el rendimiento agrícola (t ha⁻¹) en todas las plantas de cada tratamiento.

El experimento se repitió dos veces bajo un diseño de bloques al azar con tres réplicas y cuatro tratamientos. Los datos fueron tabulados y graficados utilizando la herramienta Excel de Microsoft Office (2019) y se utilizaron las medias de los dos años, estos datos se procesaron mediante un Análisis de Varianza de Clasificación Simple (ANOVA) y la comparación de las medias se realizó mediante la prueba de Tukey al 95 % de confianza, cuando existieron diferencias significativas entre los tratamientos; se empleó el paquete estadístico STATGRAPH Versión 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados presentados en la Figura 1 evidenciaron que, para la altura de la planta, a los 70 ddp, el T4 fue el que obtuvo mejor comportamiento, seguido de T3, T2 y T1; a los 90 ddp, los tratamientos que mejor comportamiento tuvieron fueron T3 y T2, seguidos de T4 y T1; a los 110 ddp, los tratamientos T2, T3 y T4 fueron los que determinaron una mayor altura de las plantas, seguido de T1.



T1: Control, T2: 1 mg L⁻¹, T3: 5 mg L⁻¹ y T4: 10 mg L⁻¹. CV (70) =7,39%, ESx=0,33; CV (90) =7,30%, ESx=1,17; CV (110) =8,38%, ESx=1,02. Letras diferentes muestran diferencias significativas entre los tratamientos, según la prueba de Tukey 95 %

Figura 1. Valores medios de la altura de las plantas de ajo, clon 'Criollo', tratadas con diferentes concentraciones del bioestimulador del crecimiento QuitoMax® y evaluadas a los 70, 90 y 110 días después de plantadas (ddp)

La aplicación de este bioestimulador del crecimiento en los sistemas productivos permite la estimulación de la germinación, el crecimiento y desarrollo de las plantas, a la vez que activan mecanismos de defensa en las mismas, los cuales están estrechamente relacionados al ataque de enfermedades fitopatógenas (5).

Los valores de altura de la planta se encontraron dentro del rango informado en la literatura para otros clones de ajo (10,11). Sin embargo, en investigaciones que antecedieron a esta (12), informaron un rango entre 28,5-29,5 cm de altura del follaje en el clon 'Criollo-9'. Según estos autores (11; 13; 14), en Cuba, se conocen diferentes clones con el término "Criollo", los que se fueron mezclando a través del tiempo, lo que pudiera explicar los resultados de este trabajo, ya que en la investigación se trabajó con el clon 'Criollo'.

Es conocido que el QuitoMax® es un carbohidrato complejo capaz de modelar el crecimiento y el desarrollo de las plantas a bajas concentraciones, por lo que el empleo de estos bioestimulantes permite hacer un uso más racional de los recursos, disminuir los costos de producción sin afectar la calidad y los rendimientos de los cultivos (15); aspectos estos últimos a considerar, por su importancia en nuestras condiciones de producción.

Los resultados para el indicador número de hojas a los 70; 90 y 110 días después de plantado el cultivo de ajo se muestran en la Figura 2). En cuanto a los tratamientos T2; T3 y T4 no existió diferencia significativa, pero si respecto al control (T1). Todas las concentraciones de QuitoMax® ensayadas fueron superiores al control en los tres momentos de evaluación, a excepción de la concentración de 1 mg L⁻¹ (T2) a los 70 ddp.

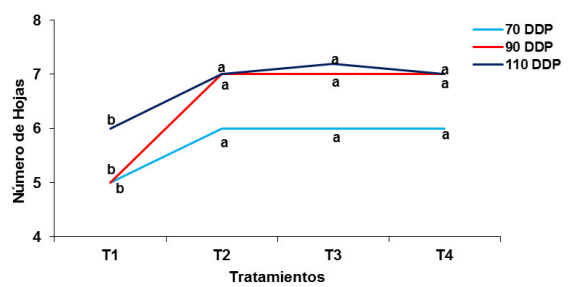
Para los tratamientos con QuitoMax® a los 70, 90 y 110 ddp, no se observaron diferencias significativas entre ellos, pero si respecto al tratamiento control, debido a que en estos momentos las plantas están en fase vegetativa y, específicamente, en la fase de formación y crecimiento de los bulbos; por lo que se espera que ya haya finalizado la fase vegetativa (16,17).

Las plantas a los 90 y 110 ddp tenían siete hojas en los tratamientos con QuitoMax®, que son inferiores a los informados por otros autores (18), quienes aseguraron que con dientes "semillas" de la variedad 'Chinese' tratadas con Chito-Care®, un producto comercial en base a quitosano, de Egipto, obtuvieron entre 7,50-7,75 hojas a los 120 ddp el cultivo. El número de hojas puede aumentar o disminuir en los cultivares debido a condiciones medioambientales y a las inadecuadas atenciones culturales, como es la fecha de plantación (16).

El incremento del número de hojas con el empleo del bioestimulador del crecimiento en base a quitosano, pudiera provocar un aumento del área foliar en estas plantas, a la vez que le permite hacer un uso eficiente de las radiaciones solares y, por consiguiente, incrementar aquellos procesos dependientes de la luz, por ejemplo, la fotosíntesis.

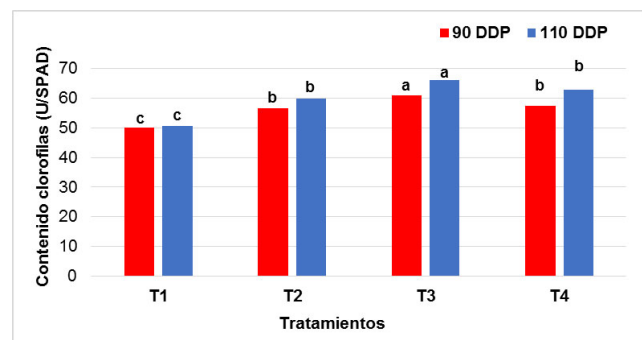
Los resultados relacionados con el contenido de clorofilas en las hojas de plantas de ajo evaluadas a los 90 y 110 días después de plantado, se muestran en la Figura 3.

A los 90 y 110 ddp, los resultados elevados fueron para las plantas del tratamiento T3, que superaron significativamente al resto de las plantas del tratamiento T2 y T4, seguido de T1. Los valores de unidades SPAD



T1: Control, T2: 1 mg L⁻¹, T3: 5 mg L⁻¹ y T4: 10 mg L⁻¹. CV (70) =9,32%, ESx=0,11; CV (90) =13,67%, ESx=0,20; CV (110) =10,23%, ESx=0,15. Letras diferentes muestran diferencias significativas entre los tratamientos, según la prueba de Tukey 95 %

Figura 2. Valores medios del número de hojas de las plantas de ajo, clon 'Criollo', tratadas con diferentes concentraciones del bioestimulador del crecimiento QuitoMax®, evaluadas a los 70, 90 y 110 días después de plantado (ddp)



T1: Control, T2: 1 mg L⁻¹, T3: 5 mg L⁻¹ y T4:10 mg L⁻¹. CV=6,62%, ESx=5,80; CV=7,21%, ESx=4,75. Letras diferentes muestran diferencias significativas entre los tratamientos según la prueba de Tukey 95 %

Figura 3. Contenido de clorofilas en hojas de plantas de ajo, clon 'Criollo', tratadas con diferentes concentraciones del bioestimulador del crecimiento QuitoMax®, a los 90 y 110 días después de plantado (ddp)

registrados se corresponden con los valores informados para otros cultivares de ajo (17), aunque son inferiores a los informados por otros autores (12), quienes refieren valores entre 69,4-75,2 unidades SPAD en hojas de plantas de ajo, variedad 'Sids 40', tratadas con tres bioestimulantes (extracto hidroalcohólico de moringa, cisteína y glutamina) mediante aspersión foliar. Estos autores realizaron tres aplicaciones foliares de los bioestimulantes, a los 30, 60 y 90 días después de plantado el ajo; y en el primer año de aplicación (2013-2014), constataron que se había estimulado el contenido de clorofilas con el uso de los bioestimulantes. Sin embargo, en el segundo año (2014-2015), no se encontraron diferencias entre los tratamientos. Es posible que los menores valores de unidades SPAD encontrados en este artículo pueda deberse a otros factores como la nutrición mineral y al clon (18).

Por otra parte, la fase de llenado del bulbo y la diferenciación de los dientes “semillas”, que ocurren al mismo tiempo, dependen del crecimiento de la parte aérea (13,11), aspecto este que se constató en los resultados obtenidos en este trabajo para los indicadores diámetro del cuello y ecuatorial del bulbo (Tabla 1), en la que se observó un incremento de dichos indicadores como el diámetro ecuatorial del bulbo y el número de dientes “semillas” con el uso del polímero de quitosano QuitoMax®. En cuanto a los valores del diámetro cuello del bulbo no existió diferencias significativas entre los tratamientos.

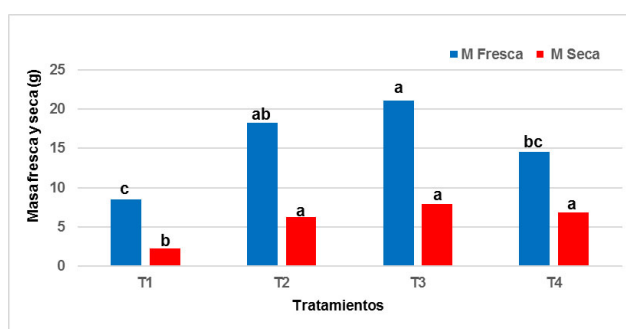
Los valores del diámetro cuello del bulbo se encuentran dentro del rango informado en la literatura (13) y son superiores a los obtenidos con la aplicación de los productos FitoMas-E® y Ecomic®, el primero mediante aspersiones foliares y el segundo a través del recubrimiento de las “semillas”, durante el año 2013-2014 (1).

El aumento del diámetro del bulbo de ajo en plantas cultivadas con bioestimulantes se ha informado por varios autores (18,19), por lo que, la aplicación del QuitoMax® pudiera tener una implicación comercial y económica importante, una vez que el bulbo es el atributo comercial de este cultivo.

El modo de acción de los diferentes bioestimulantes no está bien definido y puede considerarse multifacético. En el caso de las quitosanas (QuitoMax®), los incrementos en los indicadores de crecimiento se relacionan con la estimulación del proceso fotosintético, de enzimas relacionadas con el metabolismo del N, así como de un efecto antitranspirante mediante el cierre estomático por acción directa en los niveles de ácido abscísico de las células acompañantes del estoma, lo que favorece el estado hídrico de la planta, así como otros procesos fisiológicos (20).

Con respecto al número de dientes “semillas”, los mejores resultados los alcanzaron las plantas que emitieron los bulbos con el tratamiento 3 (5 mg L⁻¹ de QuitoMax®), que se diferenciaron estadísticamente de las plantas que emitieron bulbos con el resto de los tratamientos con QuitoMax® y todos estos fueron superiores al del tratamiento control.

En cuanto al número de dientes “semillas”, los resultados de este trabajo se corresponden con el rango de valores



T1: Control, T2: 1 mg L⁻¹, T3: 5 mg L⁻¹ y T4: 10 mg L⁻¹. CV=11,14%, ESx=1,44; CV=12,36%, ESx=0,41. Letras diferentes muestran diferencias significativas entre los tratamientos según la prueba de Tukey 95 %

Figura 4. Valores medios de masa fresca y seca de los bulbos de las plantas de ajo, clon ‘Criollo’, tratadas con diferentes concentraciones del bioestimulador del QuitoMax®

informados en la literatura (15-30 semillas “dientes”) para el clon ‘Criollo’ (21).

Para los indicadores masa fresca y seca de los bulbos de ajo tratadas con diferentes concentraciones de QuitoMax®, los mayores valores de masa fresca se obtuvieron con los tratamientos T3 y T2, seguidos de T4 y T1. En cuanto a la masa seca, los tratamientos con las concentraciones de QuitoMax® exhibieron valores significativamente superiores al que presentó el tratamiento control (Figura 4).

Los valores de masa fresca del bulbo (9-21 g) se encontraron por debajo de los informados de 28,4-37 g para este tipo de clon (22). Así también a los obtenidos por otros autores (20) entre 2009-2010 (49,22-51,23 g) y 2010-2011 (47,34-48,42 g) con ajo de la variedad ‘Chinese’ tratados con un producto comercial a base de quitosano, denominado Chito-Care®. No obstante, se encuentran dentro del rango de valores informados durante los años 2011-2012 (18-23 g) y 2013-2014 (8-11 g), donde se atribuye la menor masa del segundo año a las condiciones climáticas imperantes y a la incidencia de *Thrips tabaci* L., con un índice de infección del 25% (1).

Con frecuencia, resulta difícil realizar comparaciones cuando no se describe en su totalidad el momento en que fueron realizadas las determinaciones. En este sentido, no se especifica en la literatura consultada si la masa fresca

Tabla 1. Diámetro del cuello del bulbo y ecuatorial del bulbo, así como el número de dientes “semillas” de plantas de ajo (*Allium sativum* L.) clon ‘Criollo’ tratados con diferentes concentraciones del bioestimulador del crecimiento QuitoMax®

Tratamientos	Diámetro cuello del bulbo (cm)	Diámetro ecuatorial del bulbo (cm)	Número de dientes “semillas”
T1	0,642	2,77 c	16,8 d
T2	0,760	3,46 ab	19,8 c
T3	0,776	3,68 a	23,2 a
T4	0,702	3,10 bc	20,6 bc
CV (%)	0,14	0,35	1,23
ESx	0,03 n.s	0,09	1,47

T1: Control, T2: 1mg L⁻¹, T3: 5 mg L⁻¹ y T4:10 mg L⁻¹

Letras diferentes muestran diferencias significativas entre las medias de los tratamientos según la prueba de Tukey 95 %

es inmediatamente después de realizar la cosecha del ajo o después de curado, ni tampoco se especifica el tiempo de curación. Ocurre una pérdida de la masa del bulbo después de cosechado y/o curado, que varía en función del clon de ajo (21).

El bulbo es el órgano donde se acumulan las sustancias nutritivas, las que provienen del proceso fotosintético, por consiguiente, la masa seca del bulbo dependerá del desarrollo de la parte aérea (13), que en este trabajo fue beneficiada con el uso de las diferentes concentraciones del bioestimulador del crecimiento (Figuras 1 y 2), y que se corresponde con los resultados obtenidos para este indicador de masa seca (Figura 4).

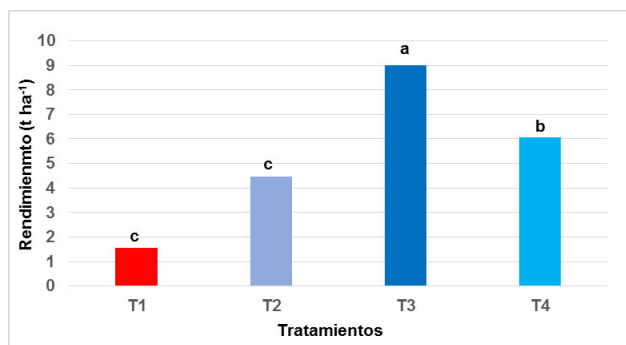
La utilización de las diferentes concentraciones de QuitoMax® provocó un incremento de la altura de la planta, número de hojas, contenido de clorofilas, diámetro del bulbo y masa seca del bulbo; los dos últimos atributos, son de gran importancia para la comercialización y consumo de este producto agrícola.

La aplicación de diferentes concentraciones de QuitoMax® provocó incrementos en el rendimiento (Figura 5), los mejores resultados se obtuvieron con los tratamientos en los que se aplicó QuitoMax® con la concentración de 5 mg L⁻¹ (T3), seguidos de T4 y T2, con respecto al tratamiento Control (T1), respectivamente.

A excepción del tratamiento control, con el cual se obtuvo un bajo rendimiento, con un valor menor al de la media informada en el país, que es de 2 t ha⁻¹ (1), el resto de los tratamientos exhibieron rendimientos entre 4 y 9 t ha⁻¹, rango informado para los clones más utilizados en el país ('Criollo' y 'Vietnamita') en las condiciones edafoclimáticas de Cuba (14).

Los rendimientos obtenidos en este trabajo están por debajo del potencial informado para el clon 'Criollo-9', de 16,8 t ha⁻¹ (13) y para el cultivar 'HOV-1', proveniente de Viet Nam, de 11,9 t ha⁻¹ (18). No obstante, son superiores a los obtenidos por otros autores (1), quienes evaluaron la influencia de un biofertilizantes y un bioestimulante, con los cuales obtuvieron rendimientos entre las 3,65-4,54 t ha⁻¹ en los años 2011-2012 y entre las 1,71-2,10 t ha⁻¹ en 2013-2014. Es posible que los rendimientos obtenidos en este trabajo estén condicionados por el clon, la densidad de población, así como las condiciones del cultivo.

Es conocido que la aplicación de fertilizantes químicos incrementa el crecimiento y la productividad de los cultivos, sin embargo, la eficiencia en la absorción y uso de los nutrientes a veces es limitada y esta situación pudiera ser revertida con el uso de bioestimuladores del crecimiento, solos o combinados con biofertilizantes. El QuitoMax® podría ser una alternativa para la sostenibilidad de la producción de ajo en nuestro país, en la que se aplican altos volúmenes de insumos para el manejo de las enfermedades fitopatógenas y la fertilización en este cultivo (23).



T1: Control, T2: 1 mg L⁻¹, T3: 5 mg L⁻¹ y T4: 10 mg L⁻¹. CV=1,50 %, ESx=1,05. Letras diferentes muestran diferencias significativas entre los tratamientos según la prueba de Tukey 95 %

Figura 5. Rendimiento de la producción de ajo, clon 'Criollo' y uso de concentraciones de QuitoMax®

CONCLUSIONES

- Los indicadores altura de las plantas y número de hojas de las plantas de ajo clon 'Criollo' cultivadas en canteros incrementaron con el uso de las diferentes dosis del bioestimulante QuitoMax®.
- Los indicadores del rendimiento, diámetro ecuatorial del bulbo y número de dientes "semillas" del clon 'Criollo' cultivadas en canteros fueron favorecidos con el empleo del QuitoMax®. La dosis de 5 mg L⁻¹ resultó la más promisoriosa.
- El uso del QuitoMax® incrementa la producción del cultivo sin afectar la calidad del mismo, constituyendo este bioestimulante una alternativa agroecológica para la producción de ajo.

RECOMENDACIONES

Estudiar la acción combinada del QuitoMax® en aspersión foliar y con dosis de fertilizantes, en el cultivo del ajo.

BIBLIOGRAFÍAS

1. Pupo CF, Ramírez GG, Carmentate OF, Peña LM, Pérez VL, Rodríguez E. Respuesta del cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) a la aplicación de dos bioproductos en las condiciones edafoclimáticas del centro este de la provincia Las Tunas, Cuba. Cultivos Tropicales. 2016;37(4):57-66. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-5936201600040004
2. FAOSTAT. Anuario de Producción de la FAO. 2017. Available from: https://www.fao.org/news/archive/news-by-date/2017/es/?page=2&ipp=10&tx_dynalist_pi1%5Bpar%5D=YToxOntzOjE6IkwiO3M6MToiMCI7fQ%3D%3D

3. Drobek M, Fraç M, Cybulska J. Plant Biostimulants: Importance of the Quality and Yield of Horticultural Crops and the Improvement of Plant Tolerance to Abiotic Stress-A Review. *Agronomy*. 2019;9(335):1-18. Available from: Available in <https://www.mdpi.com/2073-4395/9/6/335>
4. Falcón AB, Costales D, González PD, Nápoles MC. Reseña bibliográfica. Nuevos Productos Naturales para la Agricultura: Las Oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*. 2015;36(especial):111-29. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000500010
5. Costales D, Nápoles MC, Falcón AB, González AG, Petit C, Solá S, Perrig D. Effect of chitosan polymer and inoculated with *B. japonicum* on soybean germination survival of seedling, nodulation and bacteria viability on seeds. *Legume Research*. 2019;42(2):265-9. Available from: https://www.researchgate.net/publication/332763932_Effect_of_chitosan_polymer_and_inoculated_with_B_japonicum_on_soybean_germination_survival_of_seedling_nodulation_and_bacteria_viability_on_seeds
6. Morales DG, DellAmico J, Jerez E, Díaz Y, Martín R. Efecto del QuitoMax® en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*. 2016;37(1):142-7. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000100020
7. Hernández AJ, Pérez MJ, Bosch DI, Castro NS. Clasificación de los suelos de Cuba. Ediciones INCA, Cuba. 2015. 93p. Available from: https://ediciones.inca.edu.cu/files/libros/clasificacionsueloscuba_%202015.pdf
8. INIFAT: Instituto Nacional de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical. Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponía semiprottegida. Ciudad de La Habana. Cuba. 2010. ACTAF, p. 6-23. Available from: <https://we.riseup.net/assets/70286/Manual.Tecnico.para.Organoponicos.Cuba.INIFAT.ACTAF.2007.pdf>
9. Beisan C, Sumalan R, Vatca S. 2018. The Influence of osmotic stress on physiological and biochemical indices at garlic (*Allium sativum* L.) local populations. *Bulletin UASVM Food Science and Technology*. 2018;75(2):171-9. Available from: <https://journals.usamvcluj.ro/index.php/fst/article/view/13119>
10. López BFJ, López RJ, Muñoz RV, Fernández GP, López BL. New phenological growth stages of garlic (*Allium sativum*). *Annals of Applied Biology*. 2016;1-17. Available from: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/aab.12312>
11. Balmori DM, Domínguez CYA, Carreras CR, Rebato SM, Farías LBP, Izquierdo FG, Berabara RLL, García AC. Foliar application of humic liquid extract from vermicompost improves garlic (*Allium sativum* L.) production and fruit quality. *International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture*. 2019. Available from: https://ijrowa.isfahan.iau.ir/article_670854.html
12. Oliveira NLC, Puiatii M, Finger FL, Fontes PCR, Cecon PR, Moreira RA. Growth and yield of 'Amarante' garlic accessions. *Rev. Ceres*. 2018;65(6):481-90. Available from: <https://www.scielo.br/j/rceres/a/M5pc9J6xMBYTqNSD8khgPKr/?lang>
13. Izquierdo H, Gómez O. Informe de variedades 'Criollo-9', un cultivar de ajo resistente a las enfermedades fitopatógenas y elevado potencial de rendimiento. *Cultivos Tropicales*. 2012;33(2):68. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362012000200010
14. Muñoz L, Almaguel L, Benítez M, Brito G, Cáceres I, Castellanos JJ, Fraga S, Gil JF, López MPA. El cultivo y Mejoramiento de la producción de ajo en Cuba. *Agricultura Orgánica*. 2010;1:18-21. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v48n2/0253-5785-cag-48-02-47.pdf>
15. Falcón ABR, González-Peña D, Nápoles MCG, Morales DMG, Núñez MCV, Cartaya OER, Martínez LG, Terry EA, Costales DM, Dell Amico JM, Jerez EM, González LGG, Jiménez MCA. Oligosacarinas como bioestimulantes para la agricultura cubana. *Anales de la Academia de Ciencias de Cuba*. 2021;11(1):11p. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2304-01062021000100007
16. Shalaby TA, El-Ramady. Effect of foliar application of biostimulants on growth, yield, components, and storability of garlic (*Allium sativum* L.) *Australian Journal Crop Science*. 2014;8(2):271-5. Available from: <https://www.semanticscholar.org/paper/Effect-of-foliar-application-of-biostimulants-on-Shalaby-El-Ramady/06d20de33c848ea3740cde88a1a6a7fdb836859>
17. Hegazi AZ, Hasan SKH, El-Said AM. Response of garlic plants to foliar application of moringa leaves extract, glutamine and cysteine. *J. Plant Production, Mansoura Univ.*, 2016;7(1):1-6. Available from: https://jpp.journals.ekb.eg/article_43438_cb264dbe55a88dc27fba34a5e47a6254.pdf
18. Shafeek MR, Ali AH, Mahmoud AR, Hafez MM, Rizk FA. Improving growth and productivity of garlic plants (*Allium sativum* L.) as affected by the addition of organic manure and humic acid Levels in sandy soil conditions. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*. 2015;4(9):644-56. Available from: <https://www.ijcmas.com/vol-4-9/M.R.%20Shafeek,%20et%20al.pdf>
19. Akan S. Evaluation and comparison of some parameters in four garlic varieties. *Journal of the Institute of Science and Technology*. 2019;9(4):1866-75. Available from: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/848559>
20. Fawzy ZF, El-Shal ZS, Yunsheng L, Zhu, O, Sawan OM. Response of garlic (*Allium Sativum*, L.) plants to foliar spraying of some bio-stimulants under sandy soil condition. *Journal of Applied Sciences Research*. 2012;8(2):770-6. Available from: <http://www.aensiweb.com/old/jasr/jasr/2012/770-776.pdf>
21. Zaki HEM, Toney HSH, AbdElraouf RM. Response of two garlic cultivars (*Allium sativum* L.) to inorganic and organic fertilization. *Nature and Science*, 2014;12(10):52-60. Available from: https://www.academia.edu/27154689/Response_of_two_garlic_cultivars_Allium_sativum_L_to_inorganic_and_organic_fertilization

22. Izquierdo H. New cultivar report 'HOV-1', an introduced garlic clone of Vietnam and adapted to cuban climate. *Cultivos Tropicales*. 2017;38(4):131. Available from: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20183148265>
23. Martínez GL, Reyes GY, Falcón RA, Nápoles G MC, Núñez V MC. Efecto de productos bioactivos en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) biofertilizadas. *Cultivos Tropicales*. 2016;37(3):165-71. Available from: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0258-59362016000300018&lng=es&nrm=iso