



## ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

# Efecto del producto QuitoMax® en el rendimiento del ajo

## Effect of QuitoMax® product on the yield of garlic

Enildo Osmani Abreu Cruz , Ramón Liriano González , Alejandro Aquino Arencibia , Jovana Pérez Ramos 

Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Matanzas, Autopista a Varadero km 3 ½ Matanzas, Cuba, CP 44740

### INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Recibido: 13/11/2019  
Aceptado: 03/03/2021

### CONFLICTOS DE INTERESES

Los autores declaran no existir conflictos de intereses.

### CORRESPONDENCIA

Enildo Osmani Abreu Cruz  
[enildo.abreu@umcc.cu](mailto:enildo.abreu@umcc.cu)  
Ramón Liriano González  
[ramon.liriano@umcc.cu](mailto:ramon.liriano@umcc.cu)  
Alejandro Aquino Arencibia  
[alejandros.aquino@est.umcc.cu](mailto:alejandros.aquino@est.umcc.cu)  
Jovana Pérez Ramos  
[jovana.perez@umcc.cu](mailto:jovana.perez@umcc.cu)



### RESUMEN

La investigación se desarrolló con el objetivo evaluar el efecto del QuitoMax® sobre el rendimiento del cultivo del ajo en condiciones de organopónico, clon "Chileno", para ello se estudiaron cuatro tratamientos: T1 (tratamiento control, sin la aplicación del producto); T2 (100 mg ha<sup>-1</sup>); T3 (150 mg ha<sup>-1</sup>) y T4 (200 mg ha<sup>-1</sup>). El experimento se desarrolló en el organopónico perteneciente a la Granja Urbana, ubicado en la Universidad de Matanzas, se utilizó un sustrato conformado por un 80 % de suelo (Ferralítico rojo) y 20 % de materia orgánica, dispuestos en un diseño completamente aleatorizado. Se realizaron muestreos a los 30 y 60 días después de plantado el cultivo para determinar las variables agromorfológicas: número de hojas, altura de las plantas y diámetro de la base del bulbo y en el momento de la cosecha, se midieron las variables del rendimiento: el peso del bulbo, ancho ecuatorial y polar del mismo y el número de dientes. El comportamiento de los indicadores morfológicos y del rendimiento, no permitieron definir de manera significativa un efecto estimulador del QuitoMax®, en las dosis evaluadas sobre el rendimiento biológico del ajo respecto al tratamiento control, en las condiciones del estudio establecidas. En las variables altura de las plantas y número de hojas se evidenció una respuesta positiva del cultivo en el periodo de mayor crecimiento con la mejor respuesta en la dosis de 150 mg ha<sup>-1</sup>.

**Palabras clave:** *Allium sativum* L., bioestimulador, organopónico.

## ABSTRACT

The research was developed with the objective of evaluating the effect of QuitoMax® on the yield of garlic cultivation under organoponic conditions, clone “Chileno”, for this, four treatments were studied: T1 (control treatment, without the application of the product); T2 (100 mg ha<sup>-1</sup>); T3 (150 mg ha<sup>-1</sup>) and T4 (200 mg ha<sup>-1</sup>). The experiment was developed in the organoponic belonging to the Urban Farm, located at the University of Matanzas, a substrate made up of 80 % soil (red Ferralitic) and 20 % organic matter was used, arranged in a completely randomized design. Samples were carried out at 30 and 60 days after planting the crop to determine the agromorphological variables: number of leaves, height of the plants and diameter of the base of the bulb and at the time of harvest, the yield variables were measured: the weight of the bulb, its equatorial and polar width and the number of teeth. The behavior of the morphological and performance indicators did not allow to define in a significant way a stimulating effect of QuitoMax®, in the doses evaluated on the biological performance of garlic with respect to the control treatment, under the established study conditions. In the variables height of the plants and number of leaves, a positive response of the crop was evidenced in the period of greatest growth with the best response in the dose of 150 mg ha<sup>-1</sup>.

**Keywords:** *Allium sativum* L., biostimulator, organoponic

## INTRODUCCIÓN

El ajo (*Allium sativum* L.) es una de las plantas hortícolas más antiguas cultivadas por el hombre, es originario del Asia Central y del Mediterráneo. En Cuba sus rendimientos históricos son bajos de 2 a 6 t ha<sup>-1</sup>, en comparación con los obtenidos en otros países que reportan más de 10 t ha<sup>-1</sup> (Pupo *et al.*, 2016).

Sin embargo, las iniciativas agroecológicas desarrolladas en Cuba pretenden transformar los sistemas de producción de la agroindustria hacia un paradigma alternativo que promueve la agricultura local y la producción nacional de alimentos por campesinos y familias rurales y urbanas a partir de la innovación, los recursos locales y la energía solar. Entre los elementos más valiosos que puede utilizar la agricultura ecológica están el uso de biofertilizantes y de estimuladores del crecimiento vegetal de origen natural, en aras de lograr un desarrollo agrícola ecológicamente sostenible (Koochafkan *et al.*, 2012). Es por ello que la propuesta de utilizar productos bioestimuladores del crecimiento de origen natural y de bajo costo en dosis muy bajas, además de ser producción nacional, puede resultar atractivo en estas tecnologías. En tal sentido Investigadores del Grupo de Productos Bioactivos del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) han obtenido un

polímero de quitosana de bajo peso molecular (QuitoMax®) que funciona como activador de la fisiología y el crecimiento vegetal, lo que conlleva al incremento de los rendimientos (Falcón *et al.*, 2015).

Por todo lo anteriormente descrito, se propone como objetivo evaluar el empleo de tres dosis del bioestimulador QuitoMax® en el crecimiento y rendimiento del ajo, en condiciones de organopónico.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La investigación se desarrolló en el organopónico perteneciente a la Granja Urbana, situado en la Universidad de Matanzas, municipio y provincia del mismo nombre, durante el período comprendido entre enero - abril del 2018. La variedad utilizada fue ajo “Chileno” con un ciclo fisiológico de aproximadamente 120 días después de la plantación, establecido con un marco de siembra de 0,10 x 0,07 m (seis hileras sobre canteros).

Para el montaje del experimento se utilizaron dos canteros contiguos con una longitud de 25 m y 1 m de ancho sobre un sustrato conformado por un 80 % de suelo y 20 % de materia orgánica, dispuestos en un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones. Cada una unidad experimental fue de 3,5 m<sup>2</sup>, con una

distribución de seis en cada cantero para un total de 12 parcelas.

Se estudiaron los siguientes tratamientos:

Tratamiento 1: control (sin estimulador del crecimiento)

Tratamiento 2: aplicación de QuitoMax® (100 mg ha<sup>-1</sup>)

Tratamiento 3: aplicación de QuitoMax® (150 mg ha<sup>-1</sup>)

Tratamiento 4: aplicación QuitoMax® (200 mg ha<sup>-1</sup>)

Se utilizó el formulado de quitosano, conocido como QuitoMax® (RCF 010/17, Registro Central de fertilizantes de Cuba) es un bioestimulante líquido basado en polímeros de quitosano y sales químicas que es obtenido por el Grupo de Productos Bioactivos del INCA. Las características físico-químicas principales del compuesto activo son su masa molar (100 kDa) y su grado de acetilación (13,7 %), determinados por viscosimetría y lectura en el infrarrojo, respectivamente (Falcón *et al.*, 2015). La aplicación del QuitoMax® se realizó con mochila Matabi de 16 L de capacidad total, pero solamente fue utilizado 2 L para realizar la dilución del producto. La aplicación fue realizada de forma manual, lo más homogénea posible, sobre las plantas, en dos momentos del ciclo biológico del cultivo (30 y 60 días después de la plantación). Las labores agrotécnicas se realizaron según las recomendaciones propuestas por Rodríguez *et al.* (2011), recopiladas en el manual técnico de organopónico, huertos intensivos y organoponía semi protegida.

Se determinaron los indicadores morfológicos número de hojas, altura de las plantas y diámetro del falso tallo a los 28 días después de la plantación y a los 30 días después de la primera aplicación (60 días de la plantación).

En el momento de la cosecha se evaluaron indicadores del rendimiento del bulbo y el rendimiento del cultivo por cantero:

Determinación de las variables del rendimiento:

- **Peso del bulbo:** se utilizó una balanza digital Sartorius, con precisión de 1 mg.
- **Diámetro ecuatorial y polar del bulbo:** se utilizó un pie de rey, con precisión de 0,1 mm.

- **Número de dientes por bulbos:** Se hizo un conteo directo previa separación de los dientes.

- **Rendimiento y producción por cantero en kg m<sup>-2</sup>:** para ello se determinó el rendimiento en kg m<sup>-2</sup> por tratamiento y estimó la producción por cantero como unidad física de producción en el organopónico.

La información obtenida fue procesada según el paquete estadístico STATGRAPHIC Plus 5.1 sobre WINDOWS. Se determinó el ajuste a una Distribución Normal mediante la prueba de Bondad de Ajuste Kolmogorov-Smirnov y la Homogeneidad de Varianza a través de las Pruebas de Bartlett. Cuando los datos cumplieron los requisitos exigidos se procesaron mediante ANOVA de clasificación simple y la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan para la comparación entre medias. Para los datos que no cumplieron las premisas se utilizó la Prueba de Kruskal-Wallis y las medias fueron comparadas a través de la Prueba de Rangos Múltiples de Student-Newman-Kwels (SNK).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla se observa el promedio de la altura y número de hojas de las plantas a los 28 días después de la plantación.

**Tabla 1.** Valores promedios de los indicadores morfológicos medidos a las plantas a los 28 días después de la plantación

| Tratamientos                  | Indicadores              |                 |
|-------------------------------|--------------------------|-----------------|
|                               | Altura de la planta (cm) | Número de hojas |
| T1 (Tratamiento control)      | 29,1                     | 3               |
| T2 (100 mg ha <sup>-1</sup> ) | 28,57                    | 3               |
| T3 (150 mg ha <sup>-1</sup> ) | 30,33                    | 3               |
| T4 (200 mg ha <sup>-1</sup> ) | 25,5                     | 3               |
| CV (%)                        | 17,62                    |                 |

CV significa el coeficiente de variación de la media en relación a todos los tratamientos

Este resultado evidencia una respuesta uniforme de las plantas durante los primeros días de su crecimiento sin la aplicación del estimulador QuitoMax® (28 días), en cada una

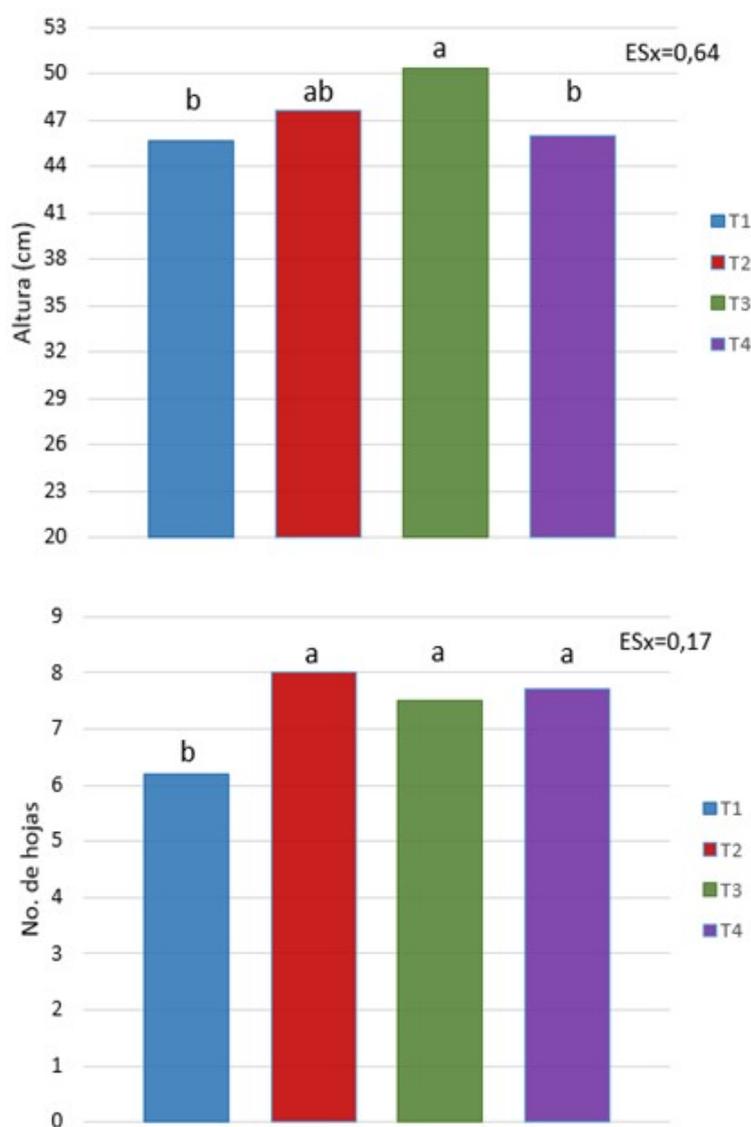
de las parcelas seleccionadas para el estudio, lo que es muy positivo para esta investigación. El número de hojas se comportó con el mismo valor (tres hojas) y en lo referente a la altura de las plántulas, con un coeficiente de variación de 17,62 % también denota uniformidad para esta variable durante esta primera etapa, donde el crecimiento de las plantas está asociado en gran medida a la calidad de las semillas (Muñoz, 2010).

Las evaluaciones realizadas a los 60 días después de la primera aplicación del producto

QuitoMax®, en relación a los tratamientos en estudios, se presentan en las Figuras 1 y 2.

La Figura 1 refleja el comportamiento en cuanto a la altura y el número de hojas.

Como se puede observar, los resultados que se muestran denotan un efecto estimulador del QuitoMax® en el desarrollo del cultivo durante esta fase de su ciclo biológico. Se destaca el tratamiento de 150 mg ha<sup>-1</sup> (T3), que muestra diferencia significativa respecto al control en ambas variables, lo que no ocurre con el T2 (100 mg ha<sup>-1</sup>) y el T4 (200 mg ha<sup>-1</sup>) en la variable



Tratamientos con letras diferentes difieren significativamente para  $p < 0,05$   
ESx significa error estándar de la media

**Figura 1.** Comportamiento de la altura de las plantas y el número de hojas (60 días después de la plantación)

altura de la planta, en este último indicador el T2 y T4, también se mostraron similares al control.

Referente al diámetro del falso tallo (Figura 2), no se presentaron diferencias entre los tratamientos evaluados, lo que no evidencia un efecto del estimulador del QuitoMax® en esta variable durante esa fase del ciclo biológico.

El grosor del falso tallo es un indicador importante para demostrar la eficiencia en la actividad metabólica de las plantas, por las sustancias de reservas acumuladas en este, normalmente su mayor expresión debe ocurrir entre los 60 y 90 días después de la plantación. Ello sugiere que este órgano de la planta deba responder de manera significativa como resultado de una mayor actividad metabólica a partir del efecto estimulador del producto "QuitoMax". Sin embargo, autores como Pupo *et al.* (2016) refieren resultados informados por otros investigadores, donde no encontraron incrementos significativos en esta variable a los 90 días después de la plantación, como repuesta al empleo de dos estimuladores (EcoMic® y FitoMas E®).

Después de la segunda aplicación (60 días después de la plantación), solamente se evaluaron las variables de calidad del bulbo y del rendimiento del cultivo en el momento de la

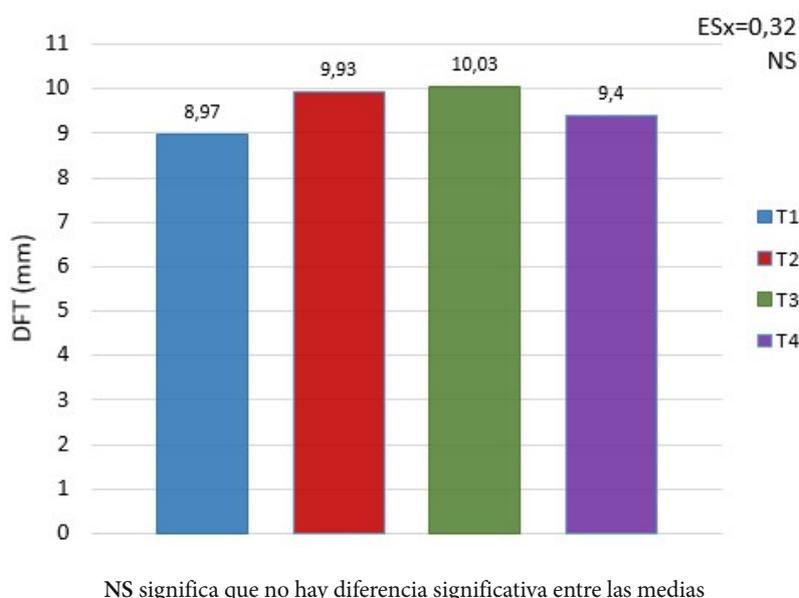
cosecha, las cuales se reflejan en las Figuras 3, 4 y 5.

Como se refleja en la Figura 3, en el diámetro ecuatorial del bulbo (DEB) no hubo diferencia estadísticamente significativa entre ninguno de los tratamientos en estudio; pero en relación al diámetro polar (DPB) sí se reflejan diferencias significativas entre los tratamientos, con los mejores resultados para T4 (200 mg ha<sup>-1</sup>), el cual difiere de manera significativa con T3 (150 mg ha<sup>-1</sup>) y T1 (control), pero se comportó de manera similar a T2 (100 mg ha<sup>-1</sup>). T1 y el T3 no mostraron diferencia estadísticamente significativa entre ellos.

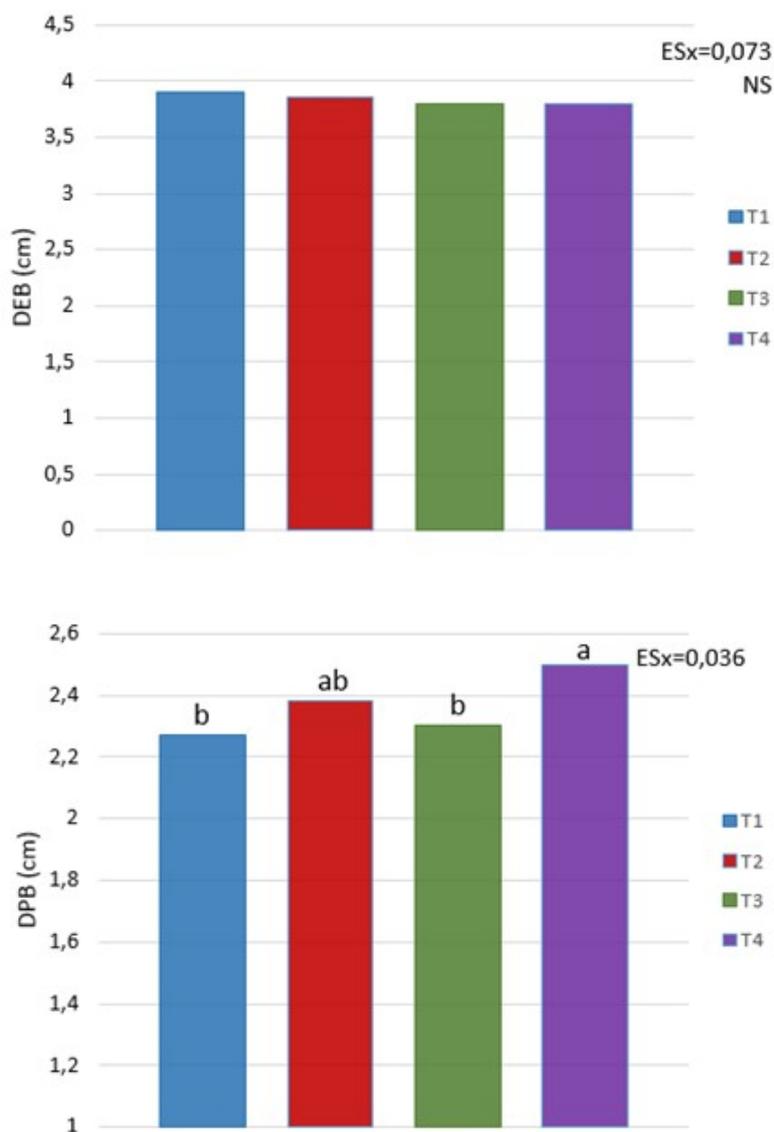
En relación al peso del bulbo y número de dientes por bulbo (Figura 4), tampoco se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos.

Por otra parte, en el rendimiento por cantero (Figura 5), aunque sí se presentan diferencias significativas entre los tratamientos los resultados no fueron satisfactorios con la utilización de este producto en las condiciones del estudio.

De manera general los resultados mostrados en relación a las variables morfológicas evaluadas, las variables del rendimiento del cultivo en el momento de la cosecha y el rendimiento por cantero, no reflejaron un efecto



**Figura 2.** Diámetro del falso tallo (DFT) después de la primera aplicación de QuitoMax® (60 días después de la plantación)



Tratamientos con letras diferentes difieren significativamente para  $p < 0,05$   
 ESx significa error estándar de la media. NS significa que no hay diferencia significativa entre las medias

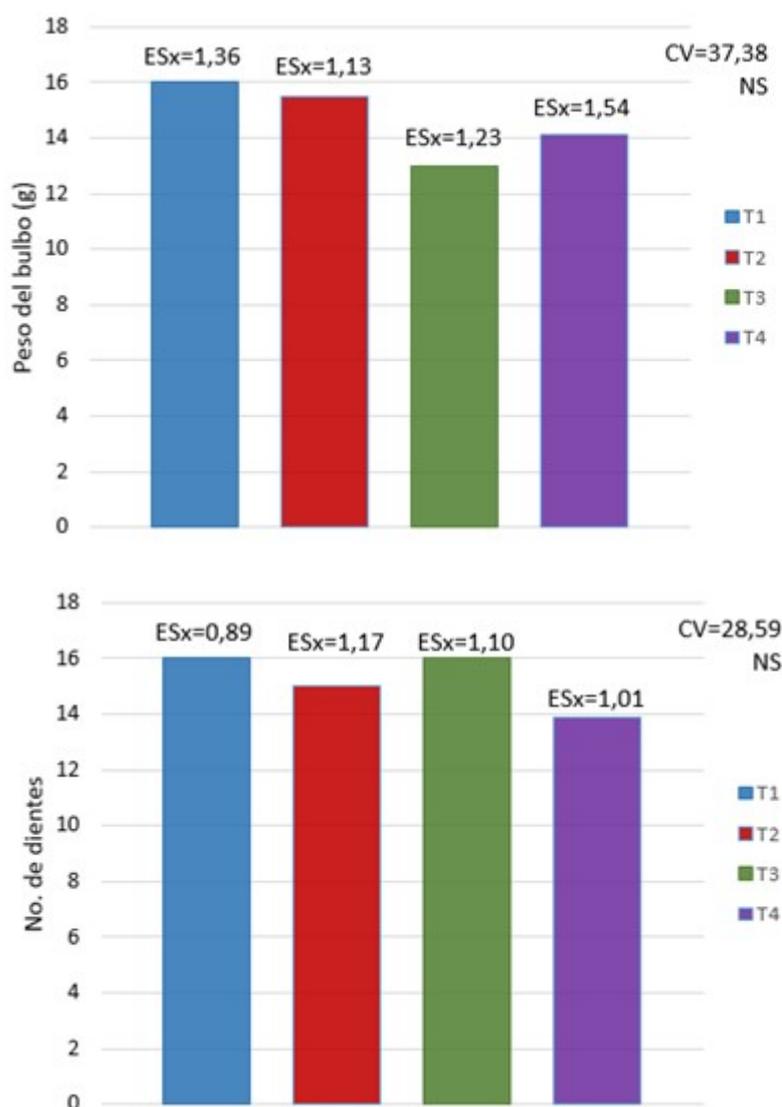
**Figura 3.** Diámetro ecuatorial y polar del bulbo en el momento de la cosecha

estimulador del QuitoMax® en el rendimiento biológico del cultivo en las condiciones del estudio.

El QuitoMax® es un bioestimulante líquido a base de polímeros de quitosana, que funciona como activador de la fisiología y el crecimiento vegetal lo que conlleva al incremento de los rendimientos (Falcón *et al.*, 2015). Según estos autores se ha considerado que el modo de acción de estos polímeros puede deberse a la asimilación por la planta de los grupos aminos del polímero y su utilización en esqueletos

carbonados o a un efecto antitranspirante en la planta que permite un mejor uso del agua para el crecimiento, en especial cuando se hacen aplicaciones foliares.

El empleo de este producto ha dado muy buenos resultados en la respuesta biológica de los cultivos debido a que benefician el aumento del crecimiento y los rendimientos de muchos cultivos probados y causan la inducción defensiva y de resistencia contra patógenos (Margarón *et al.*, 2014; Falcón *et al.*, 2015). Sin embargo, el éxito de su utilización depende de



ESx significa error estándar de la media y CV coeficiente de variación de las medias  
NS significa que no hay diferencia significativa entre las medias

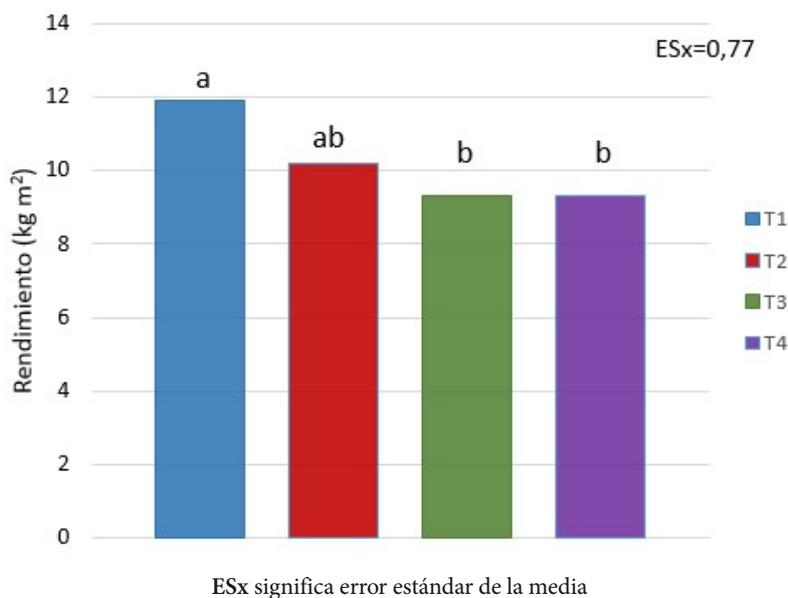
**Figura 4.** Comportamiento del peso del bulbo y el número de dientes obtenidos después de la cosecha

diferentes factores entre los que se encuentran, la dosis de aplicación, la forma en que se utiliza y el órgano de la planta que se trate, a lo que se suman las peculiaridades eco fisiológicas de cada cultivo. Es por ello que desde este punto de vista en la literatura se reportan diferentes resultados con distintos criterios de análisis (Pérez, 2013; Díaz, 2013).

En este sentido la mayoría de los autores informan efectos favorables con el uso de la Quitosana en la actividad fisiológica de los cultivos, con incrementos de los rendimientos, como lo informado por Morales *et al.* (2015; 2017) y Jiménez *et al.* (2018), en el cultivo de la

papa, el frijol y el pimiento, con dosis de 150, 200 y 350 mg ha<sup>-1</sup> respectivamente. No obstante, autores como Jiménez *et al.* (2009), no encontraron efectos con el uso de tres dosis de Quitosana en la emisión de flores en el cultivo del pepino y, en el grosor del fruto, dosis de 100 y 150 mg ha<sup>-1</sup> arrojaron resultados similares al control.

El ajo es un cultivo muy sensible a las condiciones del medio y su época de desarrollo es muy limitada en el año, fuera de estas condiciones, su rendimiento puede ser afectado significativamente. Diferentes autores se han referido a la importancia de conocer las



**Figura 5.** Comportamiento de la producción por cantero (25 m<sup>2</sup>) a partir del rendimiento del cultivo en kg m<sup>-2</sup>, de acuerdo con los tratamientos en estudio

particularidades de la fisiología y ecología de esta especie para lograr altos rendimientos (Muñoz, 2010; Marrero *et al.*, 2010). Según estos propios autores, durante su desarrollo, ocurren varios estadios o etapas como la brotación, el crecimiento, la inducción del bulbo y el desarrollo de éste hasta la cosecha y post-maduración, que son exigentes a condiciones del medio, manejo del cultivo y atenciones culturales.

La época de plantación es un factor determinante sobre los rendimientos. Su desarrollo depende, en gran medida, de la interacción con la temperatura y el fotoperíodo. El periodo de mayor crecimiento del cultivo se beneficia con la combinación de bajas temperaturas con días más cortos, mientras que el desarrollo del bulbo se favorece cuando los días se hacen más largos y las temperaturas aumentan. En las condiciones de Cuba se enmarca desde el 15 de octubre hasta el 15 de diciembre, aunque puede extenderse hasta el 30 de este mes (Muñoz, 2010; Marrero *et al.*, 2010). Se plantea que, en las plantaciones tardías, las condiciones de temperaturas son más favorables para el crecimiento, pero el fotoperíodo le acorta el ciclo, por lo cual se puede ver afectado el rendimiento.

Todo ello sugiere que en las condiciones del experimento (plantación tardía, ocho de enero)

el cultivo inició su periodo de mayor crecimiento en condiciones favorables de temperatura y luz (fotoperíodo), lo que permitió un desarrollo uniforme del cultivo como se muestra en la Tabla posteriormente, después de la aplicación del QuitoMax®, bajo condiciones todavía favorables del clima para el cultivo, pudo manifestarse efectos del producto sobre la actividad metabólica de las células estimulando la misma, induciendo un mayor desarrollo de las plantas que se reflejaron en algunas de las variables morfológicas evaluadas (Figura 1); sin embargo, como consecuencia de la aparición de temperaturas más elevadas y mayor duración del periodo de luz en el día (días más largos), se interrumpe la fase de mayor crecimiento y desarrollo del cultivo, y se inicia más temprano el proceso de bulbificación, en el que puede verse afectado la calidad de este. En las condiciones del experimento, el ciclo del cultivo se acortó 14 días, lo cual puede haber sido la causa de que no se produjeran diferencias significativas en la mayoría de las variables del rendimiento medidas, ni en el rendimiento del cultivo por cantero (Figuras 3, 4 y 5).

## CONCLUSIONES

1. En las variables altura de las plantas y número de hojas se evidenció una respuesta

positiva del cultivo en el periodo de mayor crecimiento con la mejor respuesta en la dosis de 150 mg ha<sup>-1</sup>.

2. El comportamiento de los indicadores morfológicos y de calidad del bulbo, no permitieron definir de manera significativa un efecto estimulador del QuitoMax®, en las dosis evaluadas, sobre el rendimiento biológico del cultivo del ajo respecto al tratamiento control, en las condiciones del estudio establecidas.

## CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

**Enildo Osmani Abreu Cruz:** Participó en el diseño de la investigación, análisis e interpretación de los resultados, en la redacción del artículo y revisión del documento.

**Ramón Liriano González:** Participó en el análisis e interpretación de los resultados, en la redacción del artículo y revisión del documento.

**Alejandro Aquino Arencibia:** Participó en el desarrollo de la parte experimental, análisis de los resultados y redacción del artículo.

**Jovana Pérez Ramos:** Participó en el análisis de los resultados y redacción del artículo.

## BIBLIOGRAFÍA

DÍAZ, M. 2013. Efecto de diferentes dosis de aplicación del producto QuitoMax en la respuesta productiva del cultivo de la cebolla (*Allium cepa* L.). Tesis para optar al título de Ingeniero agrónomo, Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Matanzas, Cuba, 40 p.

FALCÓN, A. B., COSTALES, D., GONZÁLEZ-PEÑA, D., NÁPOLES, M. C. 2015. Reseña bibliográfica Nuevos Productos Naturales para la Agricultura: Las Oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*, 36(1): 111-129.

JIMÉNEZ, M. C., GONZÁLEZ, L. G., SUÁREZ, M., PAZ, I., OLIVA, A., FALCÓN, A. 2018. Respuesta agronómica del pimiento California Wonder a la aplicación de Quitomax. *Centro Agrícola*, 45(2): 40-46.

JIMÉNEZ, N., GONZALES, G., JIMÉNEZ, M., *et al.* 2009. Evaluación de tres dosis de quitosana en el cultivo de pepino en un periodo tardío. *Granma Ciencia*, 13(1): 1-6.

KOOHAFKAN, P., ALTIERI, M. A., GIMENEZ, E. H. 2012. Green Agriculture: foundations for biodiverse, resilient and productive agricultural systems. *International Journal of Agricultural Sustainability*, 10(1): 61-75.

MARGARÓN, M., CABRERA, A., MARGARÓN, M., *et al.* 2014. Gestión de la comercialización de los productos vinculados a la Ciencia e Innovación Agrícola en el INCA. La Habana, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas.

MARRERO, A., HERNÁNDEZ, A., CABALLERO, R., *et al.* 2010. Guía Técnica para la producción del cultivo del ajo. Instituto de Investigaciones Hortícolas “Liliana Dimitrova”, La Habana, Cuba, 30 p.

MORALES, D., DELLAMICO, J., JEREZ, E., *et al.* 2017. Efecto del Quitomax® en plantas de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) sometidas a dos regímenes de riego. I. Crecimiento y rendimiento. *Cultivos Tropicales*, 38 (2) : 119-128.

MORALES, D., TORRES, Ll., JEREZ, E., *et al.* 2015. Efecto del Quitomax en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*, 36 (3): 133-143.

MUÑOZ, L., ALMAGEL, L., BENÍTEZ, M., *et al.* 2010. El cultivo y mejoramiento de la producción de ajo en Cuba. ACTAF. Instituto de Investigaciones Fundamentales en Agricultura Tropical (INIFAT), Habana, Cuba, p. 18-19.

PÉREZ ALFONSO, C. L. 2013. Efecto de diferentes dosis de aplicación del producto Quitomax en la respuesta productiva del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill). Tesis para optar al título de Ingeniero agrónomo,

Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Matanzas, Cuba, 45 p. *Tropicales*, 37(4): 57-66.

PUPO, F. C., GONZÁLEZ, G., CARMENATE, O., *et al.* 2016. Respuestas del cultivo del ajo (*Allium sativum* L.) a la aplicación de dos bioproductos en las condiciones edafoclimáticas del centro este de la provincia de Las Tunas, Cuba. *Cultivos*

RODRÍGUEZ, A., COMPANIONI, N., FRESNEDA, J., *et al.* 2011. Manual Técnico para Organopónicos, Huertos Intensivos y Organoponía Semiprotegida. Séptima Edición. Instituto de Investigaciones Fundamentales de Agricultura Tropical (INIFAT), La Habana, Cuba, 208 p.



Artículo de libre acceso bajo los términos de una *Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-SinDerivar 4.0 Internacional*. Se permite, sin restricciones, el uso, distribución, traducción y reproducción del documento, siempre que la obra sea debidamente citada.