








Nota técnica / Technical note

Evaluación de Quitomax® en la producción de *Cucumis sativus* L. en cultivo protegido

Evaluation of Quitomax® in the production of
Cucumis sativus L. in protected culture

Avaliação do Quitomax® na produção de
Cucumis sativus L. em cultura protegida

Yoan Salgado-Valle¹, Félix Michel Henríquez-Díaz¹,
Miguel Ángel Ramírez-Arrebató², Aida Tania Rodríguez-
Pedroso², Michel Ruiz-Sánchez², Juan José Reyes-Pérez³,
Francisco Higinio Ruiz-Espinoza^{4*}

¹Empresa Agroindustrial Cubaquivir Los Palacios, Pinar del Río, Cuba. Correos electrónicos: (YS) yohandaniel2016@nauta.cu,  (FH) planificador@cubaquivir.pri.minag.cu, . ²Unidad Científico Tecnológica de Base Los Palacios, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, INCA, Cuba. Correos electrónicos: (MR) miguelar@inca.edu.cu, ; (AR) atania@inca.edu.cu ; (MR) mich@inca.edu.cu, . ³Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Av. Quito. Km 1 ½ vía a Santo Domingo. Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Correos electrónicos: jreyes@uteq.edu.ec, ; ⁴Universidad Autónoma de Baja California Sur, La Paz, Baja California Sur, México. Correos electrónicos: fruiz@uabcs.mx, .

Resumen

Con el objetivo de evaluar la aplicación foliar del bioestimulante Quitomax® en el cultivo de *Cucumis sativus*, se desarrolló un experimento en el municipio de la provincia Pinar del Río, Cuba, en condiciones de cultivo protegido. Los tratamientos consistieron en aplicar 300 y 500 mg.ha⁻¹ 10 y 25 días después del trasplante (ddt) y un control comercial Bayfolan Forte®. Se utilizó un diseño completamente al azar con cuatro réplicas, se midieron variables como altura y grosor del tallo de las plantas de *Cucumis sativus*, número de frutos totales, masa de los frutos y número de frutos de calidad

Recibido el 25-06-2020 • Aceptado el 06-07-2020.

*Autor de correspondencia. Correo electrónico: fruiz@uabcs.mx

exportable durante cinco momentos de cosecha (32, 39, 46, 60 y 67 ddt). Los resultados mostraron que la mayor concentración de Quitomax® aplicada (500 mg.ha⁻¹) en los dos períodos de crecimiento, produce significativamente los mayores valores para las variables de crecimiento y los mayores frutos de calidad exportable.

Palabras claves: bioestimulante, quitosano, hortaliza, crecimiento, rendimiento.

Abstract

To evaluate the foliar application of the Quitomax® biostimulant in *Cucumis sativus* crop, an experiment was developed at the municipality of Pinar del Río province, Cuba, under protected crop conditions. The treatments consisted in applying 300 and 500 mg.ha⁻¹ 10 and 25 days after transplantation (ddt) and a commercial Bayfolan Forte® control. A randomized design with four long replicates was used and variables such as height and thickness of the plant stem of *Cucumis sativus*, number of total fruits, fruit mass and number of exportable quality fruits were measured during five harvest times (32, 39, 46, 60 and 67 ddt). The results showed that the higher concentration of Quitomax® applied (500 mg.ha⁻¹) in the two growth moments produces the highest values for the growth variables and the highest exportable quality fruits.

Keywords: biostimulant, chitosan, vegetable, growth, yield.

Resumo

Com o objetivo de endossar a aplicação foliar do bioestimulante Quitomax® na cultura *Cucumis sativus*, um experimento foi realizado não no município de Pinar del Río, Cuba, sob condições de cultivo protegido. Os tratamentos consistem na aplicação de 300 e 500 mg.ha⁻¹ 10 e 25 dias após o transplante (ddt) e um controle comercial do Bayfolan Forte®. Ele usou um esboço exterior casual, com quatro repetições; foram testadas variáveis como a altura e espessura da caule das plantas de *Cucumis sativus*, número total de frutos, massa de frutos e número de frutos de qualidade exportável medidos durante cinco épocas de colheita (32, 39, 46, 60 e 67 ddt). Os resultados mostram que a maior concentração de Quitomax® aplicado (500 mg.ha⁻¹) nos proporciona períodos de crescimento que produzem significativamente os valores mais altos para várias variedades de crescimento e frutos da mais alta qualidade de exportação.

Palavras-chave: bioestimulante, quitosana, vegetal, crescimento, pesquisa.

Introducción

El pepino (*Cucumis sativus* L.) es una de las hortalizas de mayor antigüedad cultivada por el hombre, proviene del Asia y se puede producir todo el año. En el mundo y en Cuba se registra una creciente demanda de este producto, tanto para consumo fresco como procesado (Borbón *et al.*, 2018). Una alternativa de producción y de alta productividad son las casas de cultivo protegido, que ofrece una vía promisorio para lograr esta meta. Sin embargo, para alcanzar una producción sostenible y satisfacer la demanda de hortalizas frescas, los rendimientos necesitan ser incrementados, y además se deben disminuir las aplicaciones de insumos agrícolas contaminantes del ambiente y que encarecen la producción (Reyes y Cortes, 2017). En la actualidad en la agricultura se busca de productos que permitan favorecer el crecimiento y el desarrollo de los cultivos, así como aumentar los rendimientos, además que los principios activos sean de origen natural, biodegradables y no causen daños al medio ambiente (Ramos *et al.*, 2011). Para el cultivo protegido de pepino en Cuba se ha empleado como estimulante del crecimiento, Bayfolan Forte®. Sin embargo, aún los rendimientos que se obtienen son bajos. En ese sentido, dentro de los bioestimulantes más promisorios y estudiados se encuentra el quitosano, el cual es un biopolímero que se obtiene a partir de la quitina proveniente fundamentalmente de la pesca de los crustáceos (Ramírez *et al.*, 2017).

Introduction

Cucumber (*Cucumis sativus* L.) is one of the oldest vegetables cultivated by man, it comes from Asia and can be produced all year round. In the world and in Cuba, there is an increasing demand for this product as fresh consumption as processed (Borbón *et al.*, 2018). A production and high-productivity alternative are protected growing shelter, which offers a promising way to achieve this goal. However, to reach sustainable production and satisfy the demand for fresh vegetables, yields need to be increased, and also applications for agricultural supplies that pollute the environment and makes production more expensive must also be reduced (Reyes and Cortes, 2017). At present, in agriculture, products are sought in favor to the growth and development of crops, as well as increase yields, in addition to the fact that the active ingredients are of natural origin, biodegradable and do not cause damage to the environment (Ramos *et al.*, 2011). For the protected cultivation of cucumber in Cuba, Bayfolan Forte® has been used as a growth stimulant, but even the yields obtained are low. In this sense, among the most promising and studied biostimulants is chitosan, which is a biopolymer that is obtained from chitin, mainly from crustacean fishing (Ramírez *et al.*, 2017).

Quitomax® is a biostimulant developed in Cuba that contains chitosan as an active ingredient, it is a liquid formulation that has demonstrated a stimulating action in the germination of seeds and

El Quitomax® es un bioestimulante desarrollado en Cuba que contiene quitosano como principio activo, es una formulación líquida 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 *Solanum lycopersicum* (Reyes-Pérez *et al.*, 2020). Aunque no se conocen con exactitud los mecanismos por los que el quitosano estimula el crecimiento y desarrollo de las plantas, Young *et al.*, (2005) han planteado que está involucrado en procesos fisiológicos, pues evita las pérdidas de agua por vía de la transpiración. Teniendo en cuenta lo antes señalado se desarrolló una investigación cuyo objetivo fue evaluar la aplicación de Quitomax® en dos concentraciones y dos etapas en el crecimiento de pepino en tecnología de cultivo protegido.

Materiales y métodos

La fase experimental se realizó en la Empresa Agropecuaria “Cubaquivir”, provincia Pinar del Río, Cuba, en condiciones de cultivo protegido. Las condiciones edafo-climáticas del sitio experimental tiene valores promedios de altitud de 45 msnm, temperatura de 24 °C, con una precipitación de 1448,7 mm y suelos Alíticos (Hernández *et al.*, 2015). El cultivo estudiado fue el pepino (*Cucumis sativus*), cv. HA-436, ATAR (Hazera, Israel). Las plantas se obtuvieron en un semillero temporal en bandejas de 200 cavidades, con un sustrato comercial y estiércol vacuno descompuesto en proporción 3:1. A

the growth of different crops by accelerating plant metabolism such as *Solanum lycopersicum* (Reyes-Pérez *et al.*, 2020). Although the mechanisms by which chitosan stimulates the growth and development of plants are not exactly known, Young *et al.*, (2005) have suggested that it is involved in physiological processes, since it prevents water losses through transpiration. This investigation was carried out to evaluate the application of Quitomax® in two concentrations and two stages in the growth of cucumber in protected cultivation technology.

Materials and methods

The experimental phase was developed in the “Cubaquivir” Agricultural Company, Pinar del Río province, Cuba, under protected crop conditions. The edapho-climatic conditions of the experimental site have average altitude values of 45 meters above sea level, temperature of 24 °C, with precipitation of 1448.7 mm and Alitic soils (Hernández *et al.*, 2015). The studied crop was cucumber (*Cucumis sativus*), cv. HA-436, ATAR (Hazera, Israel). The plants were obtained in a temporary seedbed in 200-cavity trays, with a commercial substrate and decomposed bovine manure in a 3: 1 ratio. At 20 days of age of the seedlings, the transplant was realized in plots of 4 m wide by 2 m linear. Crop care were carried out according to the recommendations of the Technical Manual for cucumber production (MINAG, 2017).

los 20 días de edad de las plántulas, se realizó el trasplante en parcelas de 4 m de ancho por 2 m lineales de largo. Las atenciones culturales se realizaron según las recomendaciones del Manual Técnico para la producción de pepino (MINAG, 2017).

El diseño experimental utilizado fue un completamente al azar con cuatro réplicas por tratamiento. Cada réplica consistió de 8 plantas en 2 m lineales, con separación entre plantas de 25 cm. El experimento consistió en dos factores de estudio el primero fueron dos concentraciones (300 y 500 mg.ha⁻¹) de Quitomax® cuyo principio activo es el Quitosano 4 g.L⁻¹, mientras que el segundo factor fue la aplicación en dos períodos de crecimiento, 10 y 25 días después del trasplante (ddt), dando como resultado los siguientes tratamientos: T1: Bayfolan Forte® (200 mg.ha⁻¹) Testigo comercial aplicado a los 10 y 25 ddt (fórmula especial concentrada de nutrimentos que contiene vitaminas y fitohormonas, principalmente N 11 %, P 8 %, K 6 %, además micronutrimentos como S, Ca, Cu, B, Mn, Mg, Co entre otros); T2: Quitomax® (300 mg.ha⁻¹) a los 10 ddt; T3: Quitomax® (300 mg.ha⁻¹) a los 25 ddt; T4: Quitomax® (300 mg.ha⁻¹) a los 10 y 25 ddt; T5: Quitomax® (500 mg.ha⁻¹) a los 10 ddt; T6: Quitomax® (500 mg.ha⁻¹) a los 25 ddt y T7: Quitomax® (500 mg.ha⁻¹) a los 10 y 25 ddt.

Las evaluaciones se realizaron a los 17 y 37 ddt, las variables medidas fueron: altura de planta (cm), medida con cinta milimétrica, grosor del tallo (mm) se midió con un pie de rey electrónico digital,

The experimental design used was completely randomized with four replicates per treatment. Each replica consisted of 8 plants in 2 linear meters, with a separation between plants of 25 cm. The experiment consisted of two study factors, the first one were two concentrations (300 and 500 mg.ha⁻¹) of Quitomax® whose active ingredient is Chitosan 4 g.L⁻¹, while the second factor was the application in two growth periods, 10 and 25 days after transplantation (ddt), the results were the following treatments: T1: Bayfolan Forte® (200 mg.ha⁻¹) Commercial control applied to the 10 and 25 ddt (special concentrated formula of nutrients containing vitamins and phytohormones, mainly N 11%, P 8%, K 6%, in addition micronutrients such as S, Ca, Cu, B, Mn, Mg, Co, etc.); T2: Quitomax® (300 mg.ha⁻¹) at 10 ddt; T3: Quitomax® (300 mg.ha⁻¹) at 25 ddt; T4: Quitomax® (300 mg.ha⁻¹) at 10 and 25 ddt; T5: Quitomax® (500 mg.ha⁻¹) at 10 ddt; T6: Quitomax® (500 mg.ha⁻¹) at 25 ddt and T7: Quitomax® (500 mg.ha⁻¹) at 10 and 25 ddt.

The evaluations were carried out at 17 and 37 ddt and the variables measured were: plant height (cm), measured with millimeter tape, stem thickness (mm) measured with a digital electronic caliper, number of fruits (it was determined counting the fruits of each plant for each harvest), which were at 32, 39, 46, 60 and 67 ddt. It's important to mention that the evaluation of the 7 days per cut was separated because from day 46 to day 60 there were no fruits for crop. The fruit mass (g) was determined by the average fruit

número de frutos (se determinó al contabilizar los frutos de cada planta por cada cosecha), las cuales fueron a los 32, 39, 46, 60 y 67 ddt. Cabe señalar que la evaluación de los 7 días por corte se separó debido a que del día 46 hasta el día 60 no se presentaron frutos para corte. Mientras que la masa de los frutos (g), se determinó por el promedio del peso de los frutos por cada tratamiento según el día de cosecha, utilizando para ello una balanza analítica (Marca Mettler Toledo, modelo AG204), con precisión de $\pm 0,01$ g. Por su parte la calidad comercial de los frutos, se clasificaron como frutos de calidad exportable según la ONN (2016) cubana 478 para comercialización de pepino.

Los datos se procesaron mediante el análisis de varianza unidireccional (ANOVA) y las medias se compararon con la prueba de rango múltiple de Tukey ($p \leq 0,05$). Para los análisis estadísticos se utilizó el programa Statistica v. 10.0 para Windows (StatSoft, 2011).

Resultados y discusión

La aplicación foliar de Quitomax® a las plantas de pepino cv. HA-436, ATAR, a distintas concentraciones y en distintos períodos provocó diferencias en la variable altura de plantas y grosor del tallo (cuadro 1), el T7 presentó la mayor altura en la concentración de Quitomax® 500 mg.ha⁻¹ aplicada a los 10 y 25 ddt, en ambos períodos de evaluación

weight for each treatment according to the harvest day, using an analytical balance (Mettler Toledo brand, model AG204), with an accuracy of $\pm 0,01$ g. On the other hand, the commercial quality of fruits were classified as exportable quality fruits according to Cuban ONN (2016) 478 for cucumber commercialization.

The data were processed by one-way analysis of variance (ANOVA) and means were compared with Tukey's multiple range test ($p \leq 0,05$). The program Statistica v.10.0 for Windows was used for statistical analyzes (StatSoft, 2011).

Results and discussion

The foliar application of Quitomax® to cucumber plants cv. HA-436, ATAR, at different concentrations and at different periods caused differences in the variable plant height and stem thickness (table 1), T7 presented the highest height in the concentration of Quitomax® 500 mg. ha⁻¹ applied to 10 and 25 ddt, in both evaluation periods (17 and 32 ddt). Its notably to mention that the late applications of Quitomax® (25 ddt) carried out in T3 and T6 produced plants with lower height than the control in the second evaluation. Furthermore, the thickness of the stem, with applications of Quitomax® at 500 mg.ha⁻¹ (T7 and T5), produced the greatest thickness of the stem, in the first evaluation. However, in the second evaluation at 32 ddt, T7, T5 and T1 (control treatment) did not show differences between them. In the same way as the height of the plants,

(17 y 32 ddt). Cabe destacar que las aplicaciones tardías de Quitomax® (25 ddt) efectuadas en T3 y T6 produjeron plantas con menor altura que el control en la segunda evaluación. En el mismo sentido el grosor del tallo, con aplicaciones de Quitomax® a 500 mg.ha⁻¹ (T7 y T5), produjeron los mayores grosores del tallo, en la primera evaluación. Sin embargo, en la segunda evaluación a los 32 ddt el T7, T5 y T1 (tratamiento control) no presentaron diferencias entre ellos. De la misma manera que la altura de las plantas, las aplicaciones tardías de Quitomax® (25 ddt) mostraron menor grosor de tallo que el testigo comercial sólo en la segunda evaluación.

the late applications of Quitomax® (25 ddt) showed less stem thickness than the commercial control only in the second evaluation.

Treatment with Quitomax® at different concentrations also influenced the results of the variable number of cucumber fruits collected at different times of the harvests (table 2). In the first two harvests, at 32 ddt and 39 ddt, no differences were found between treatments with double application of Quitomax® (T4), (T7) and (T1) control with Bayfolan Forte®.

However, since the third harvest at 46 ddt the double treatment with Quitomax at 500 mg. ha⁻¹ (T7) was

Cuadro 1. Efecto del Quitomax en la Altura y grosor del tallo de las plantas de *Cucumis sativus* a los 17 y 32 ddt.

Table 1. Quitomax effect on height and stem thickness of *Cucumis sativus* plants at 17 and 32 ddt.

Tratamientos	Altura de plantas (cm)		Grosor del tallo (cm)	
	17 DDT	32 DDT	17 DDT	32 DDT
T1	0,38 b	1,93 bc	0,68 b	0,78 ab
T2	0,38 b	1,88 c	0,67 b	0,77 b
T3	0,38 b	1,62 e	0,67 b	0,64 d
T4	0,38 b	1,93 bc	0,67 b	0,76 b
T5	0,38 b	2,01 b	0,69 ab	0,78 ab
T6	0,37 b	1,73 d	0,66 b	0,70 c
T7	0,40 a	2,13 a	0,71 a	0,81 a
ESx	0,032	0,034	0,032	0,034

T1: Bayfolan Forte® (200 mg.ha⁻¹) testigo comercial aplicado a los 10 y 25 ddt; T2: Quitomax® (300 mg.ha⁻¹) a los 10 ddt; T3: Quitomax® (300 mg.ha⁻¹) a los 25 ddt; T4: Quitomax® (300 mg.ha⁻¹) a los 10 y 25 ddt; T5: Quitomax® (500 mg.ha⁻¹) a los 10 ddt; T6: Quitomax® (500 mg.ha⁻¹) a los 25 ddt y T7: Quitomax® (500 mg.ha⁻¹) a los 10 y 25 ddt. DDT: Días Después del Trasplante; ESx: Error Estándar de la media. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente, según Pruebas de Rangos Múltiples de Tukey (p≤0,05).

T1: Bayfolan Forte® (200 mg. ha⁻¹) commercial control applied at 10 and 25 ddt; T2: Quitomax® (300 mg. ha⁻¹) at 10 ddt; T3: Quitomax® (300 mg. ha⁻¹) at 25 ddt; T4: Quitomax® (300 mg. ha⁻¹) at 10 and 25 ddt; T5: Quitomax® (500 mg. ha⁻¹) at 10 ddt; T6: Quitomax® (500 mg. ha⁻¹) at 25 ddt and T7: Quitomax® (500 mg. ha⁻¹) at 10 and 25 ddt. DDT: Days after transplant; ESx: Standard error of mean. Means with equal letters do not differ statistically, according to Tukey's Multiple Range Tests (p≤0.05).

El tratamiento con Quitomax® a diferentes concentraciones también influyó en los resultados de las variables número de frutos de pepino recolectados en distintos momentos de las cosechas (cuadro 2). En las dos primeras cosechas, a los 32 ddt y 39 ddt no se encontraron diferencias entre tratamientos con doble aplicación de Quitomax® (T4), (T7) y (T1) control con Bayfolan Forte®.

better than the control and without differences with T4 and T6.

On the other hand, the table 2 shows that the variable number of quality fruits at any time of harvest with the double application of Quitomax (T4 and T7), regardless of the concentration, allow to obtain a greater number of quality fruits, nevertheless control treatment get at same quality as the double application of Quitomax at 32

Cuadro 2. Número de frutos totales y de calidad de *Cucumis sativus* por cosecha en los diferentes tratamientos.

Table 2. Total fruits number and quality of *Cucumis sativus* per harvest in the different treatments.

Tratamientos	Números de frutos totales					Número de Frutos de calidad				
	Días a cosecha									
	32	39	46	60	67	32	39	46	60	67
T1	5,22 a	1,50 ab	0,94 bc	0,56 b	0,13 d	4,56 ab	1,13 ab	0,63 bc	0,47 bc	0,09 c
T2	4,22 c	0,78 c	0,56 c	0,44 b	0,09 d	3,50 d	0,47 b	0,38 c	0,31 bc	0,09 c
T3	4,50 bc	0,94 abc	0,81 bc	0,38 b	0,22 cd	3,69 cd	0,53 b	0,59 bc	0,22 c	0,13 c
T4	4,84 ab	1,34 abc	1,25 abc	1,16 a	0,50 bc	4,31 abc	1,03 ab	0,94 abc	1,00 a	0,31 b
T5	4,53 bc	0,84 bc	0,84 bc	0,41 b	0,28 c	3,84 bed	0,53 b	0,59 bc	0,28 bc	0,16 c
T6	4,19 c	0,97 abc	1,41 ab	0,88 ab	0,66 b	3,59 d	0,63 b	1,06 ab	0,72 ab	0,41 ab
T7	5,06 ab	1,59 a	1,78 a	1,41 a	1,03 a	4,50 ab	1,28 a	1,28 a	1,03 a	0,47 a
ESx	0,20	0,31	0,24	0,19	0,16	0,22	0,23	0,20	0,15	0,13

T1: Bayfolan Forte® (200 mg.ha⁻¹) testigo comercial aplicado a los 10 y 25 ddt; T2: Quitomax® (300 mg.ha⁻¹) a los 10 ddt; T3: Quitomax® (300 mg.ha⁻¹) a los 25 ddt; T4: Quitomax® (300 mg.ha⁻¹) a los 10 y 25 ddt; T5: Quitomax® (500 mg.ha⁻¹) a los 10 ddt; T6: Quitomax® (500 mg.ha⁻¹) a los 25 ddt y T7: Quitomax® (500 mg.ha⁻¹) a los 10 y 25 ddt. ESx: error estándar de la media. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente, según Pruebas de Rangos Múltiples de Tukey ($p \leq 0,05$).

T1: Bayfolan Forte® (200 mg. ha⁻¹) commercial control applied at 10 and 25 ddt; T2: Quitomax® (300 mg. ha⁻¹) at 10 ddt; T3: Quitomax® (300 mg. ha⁻¹) at 25 ddt; T4: Quitomax® (300 mg. ha⁻¹) at 10 and 25 ddt; T5: Quitomax® (500 mg. ha⁻¹) at 10 ddt; T6: Quitomax® (500 mg. ha⁻¹) at 25 ddt and T7: Quitomax® (500 mg. ha⁻¹) at 10 and 25 ddt. ESx: Standard error mean. Means with equal letters do not differ statistically, according to Tukey's Multiple Range Tests ($p \leq 0.05$).

Por otra parte para la variable número de frutos de calidad, según el cuadro 2, se puede apreciar que en cualquier momento de cosecha la aplicación doble de Quitomax

and 39 ddt, decreasing its value with respect to T7 from 46 ddt. Also in the third harvest (46 ddt), T7 produced the highest quantity of exportable fruits with differences compared to

(T4 y T7), independientemente de la concentración permite obtener mayor número de frutos de calidad, sin embargo, el tratamiento control permite obtener frutos de igual calidad que la aplicación doble de Quitomax a los 32 y 39 ddt, disminuyendo su valor con respecto a T7 a partir de los 46 ddt, de la misma manera en la tercera cosecha (46 ddt), el T7 produjo la mayor cantidad de frutos exportables con diferencias respecto al testigo comercial, mientras que en la cosecha a los 67 ddt para número de frutos de calidad los valores mayores los presentaron los T7 y T6 seguidos del T4, estos fueron superiores al control.

En cuanto a la variable masa de los frutos (cuadro 3) en la primera y segunda cosecha no se presentó diferencia entre T1 y T7, sin embargo, con aplicación de Quitomax® se encontró que a partir de la tercera cosecha (46 ddt), el T7 y T4 tuvieron valores superiores, con respecto al control comercial. Lo cual se refleja en los resultados finales de masa total para el T7 fue de 4,68 kg, para el T4 3,97 kg y 3,73 kg para el control.

Estos resultados se pudieran explicarse si se tiene en cuenta que el quitosano, es el principio activo del Quitomax®, reconocido como un bioestimulante del crecimiento vegetal, el cual estimula un incremento de la producción de clorofila y la fotosíntesis en las plantas, así como el uso más eficiente del agua mediante un cierre estomático (Iriti y Faoro, 2009) lo cual pudiera explicar el significativo aumento de la altura y el grosor del tallo de las plantas. Los resultados obtenidos para el caso del número y masa de los frutos

the commercial control, while in the harvest at 67 ddt the highest values of the number of quality fruits were presented by T7 and T6 followed for T4 which were higher than control.

Regarding the results for the variable fruit mass (table 3) in the first and second harvests, did not present difference between T1 and T7. However, with the application of Quitomax® since the third harvest (46 ddt) had higher values in T7 and T4, compared to commercial control. This is reflected in the final results of total mass for the T7 which was 4.68 kg, for the T4 3.97 kg and 3.73 kg for the control.

These results could be explained because chitosan is the active ingredient of Quitomax®, recognized as a biostimulant of plant growth, which stimulates an increase in chlorophyll production and photosynthesis in plants, as well as more efficient use of water through stomatal closure (Iriti and Faoro, 2009), which could clarify the significant increase in the height and thickness of the stem of the plants. The results shown for the case of the number and mass of the fruits are explainable for the beneficial effects in the stimulation of photosynthesis, the production of chlorophyll that has been demonstrated when chitosan is used (Pichyangkura and Chadchawanb, 2015). Additionally, it can be argued that chitosan is a polymer that has the property of forming a transparent and semipermeable film on the leaves, which allows a decrease in humidity and stomatal closure (Iriti and Faro, 2009; Malerba and Cerana, 2016), which may be an additional

Cuadro 3. Masa de frutos de *Cucumis sativus* recolectados por cosecha y por tratamientos.**Table 3. Mass of *Cucumis sativus* fruits collected by harvest and treatments.**

Tratamientos	Masa de frutos (kg)					Masa total
	Días a cosecha (ddt)					
	32	39	46	60	67	
T1	2,43 a	0,65 ab	0,41 bc	0,22 b	0,03 c	3,73
T2	1,48 b	0,34 c	0,20 c	0,12 c	0,02 c	2,16
T3	1,56 b	0,40 bc	0,30 c	0,11 c	0,04 c	2,42
T4	2,32 b	0,56 abc	0,45 abc	0,43 ab	0,20 b	3,97
T5	1,58 b	0,32 c	0,33 bc	0,13 c	0,05 c	2,40
T6	1,42 b	0,40 bc	0,62 ab	0,29 b	0,19 b	2,92
T7	2,41 a	0,70 a	0,75 a	0,49 a	0,33 a	4,68
ESx	0,08	0,10	0,10	0,09	0,08	

T1: Bayfolan Forte® (200 mg.ha⁻¹) testigo comercial aplicado a los 10 y 25 ddt; T2: Quitomax® (300 mg.ha⁻¹) a los 10 ddt; T3: Quitomax® (300 mg.ha⁻¹) a los 25 ddt; T4: Quitomax® (300 mg.ha⁻¹) a los 10 y 25 ddt; T5: Quitomax® (500 mg.ha⁻¹) a los 10 ddt; T6: Quitomax® (500 mg.ha⁻¹) a los 25 ddt y T7: Quitomax® (500 mg.ha⁻¹) a los 10 y 25 ddt. DDT: Días Después del Trasplante; ESx: Error Estándar de la media. Medias con letras iguales no difieren estadísticamente, según Pruebas de Rangos Múltiples de Tukey (p≤0,05).

T1: Bayfolan Forte® (200 mg. ha⁻¹) commercial control applied at 10 and 25 ddt; T2: Quitomax® (300 mg. ha⁻¹) at 10 ddt; T3: Quitomax® (300 mg. ha⁻¹) at 25 ddt; T4: Quitomax® (300 mg. ha⁻¹) at 10 and 25 ddt; T5: Quitomax® (500 mg. ha⁻¹) at 10 ddt; T6: Quitomax® (500 mg. ha⁻¹) at 25 ddt and T7: Quitomax® (500 mg. ha⁻¹) at 10 and 25 ddt. DDT: Days after transplant; ESx: Standard Error of mean. Means with equal letters do not differ statistically, according to Tukey's Multiple Range Tests (p≤0.05).

son explicables si se tiene en cuenta los efectos beneficiosos en la estimulación de la fotosíntesis, la producción de clorofila que se ha demostrado cuando se utiliza el quitosano (Pichyangkura y Chadchawanb, 2015). Adicionalmente, se puede plantear que el quitosano, es un polímero que tiene la propiedad de formar una película transparente y semipermeable en las hojas, lo que permite una disminución de humedad y cierre estomático (Iriti y Faro, 2009; Malerba y Cerana, 2016), lo cual pudiera ser un efecto adicional para la mejora en el proceso de fotosíntesis

effect for the improvement in the photosynthesis process that leads to a higher biomass production by the plant and would justify the favorable results in the production of fruits. The results found coincide with some research reported by several authors who found a stimulating effect of Quitomax® in tomatoes, potatoes and lettuce (Morales *et al.*, 2015; Terry *et al.*, 2017; Reyes-Pérez *et al.*, 2020) with improvement of the productive indicators in these crops in concentrations and ranges similar to those used in this work.

que conduce a una mayor producción de biomasa por la planta y justificaría los resultados favorables en la producción de frutos. De la misma manera, los resultados encontrados coinciden con lo informado por varios autores que encontraron efecto estimulante del Quitomax® en tomate, papa y lechuga (Morales *et al.*, 2015; Terry *et al.*, 2017; Reyes-Pérez *et al.*, 2020) con mejora de los indicadores productivos en estos cultivos en concentraciones y rangos similares a las utilizadas en este trabajo.

Conclusiones

La aplicación de tratamiento doble de Quitomax® a 500 mg.ha⁻¹ provoca un incremento en la altura de la planta de pepino, mientras que a partir de la tercera cosecha (46 ddt) Quitomax. provoca valores mayores en el número de frutos totales y en la producción de masa de frutos.

El uso de Quitomax® a 500 mg.ha⁻¹ en una o dos aplicaciones incrementa la calidad exportable de los frutos a partir de la tercera cosecha (46 ddt), lo que permite recomendarlo para la producción de pepino en la tecnología de cultivos protegidos.

Literatura citada

- Borbón, C., A. Marisol, A. García y J. Robles. 2018. Ventajas comparativas del pepino Mexicano de exportación hacia Estados Unidos. *Revista Mexicana De Agronegocios*. 43:43-54.
- Hernández, A., M. Pérez, D. Bosch y L. Castro. 2015. Clasificación de Suelos de Cuba 2015. Ediciones INCA. Mayabeque, Cuba. p. 64.

Conclusions

The application of a double treatment of Quitomax® at 500 mg.ha⁻¹ increase the height of the cucumber plant, while since the third harvest (46 ddt) Quitomax causes higher values in the total fruits number and production of fruit dough.

The use of Quitomax® at 500 mg.ha⁻¹ in one or two applications rises the quality of exportable fruits since the third harvest (46 ddt), which allows it to be recommended for cucumber production in protected crop technology.

End of English Version

- Iriti, M. and F. Faoro. 2009. Chitosan antitranspirat activity is due to abscisic acid dependent stomatal closure. *Env. Exp. Bot.* 66(3):493-500.
- Malerba, M. and R. Cerana. 2016. Chitosan Effects on Plant. *Systems International Journal of Molecular Sciences Review*. 17(996):1-15.
- MINAG. 2017. Manual técnico para organopónicos, huertos intensivos y organoponia semiprotegida. INIFAT. La Habana, Cuba. 156 p.
- Morales, D., L. Torres, E. Jerez, A. Falcón y J. DellAmico. 2015. Efecto del Quitomax en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cul. Trop.* 36(3):133-143.
- Oficina Nacional de Normalización (ONN). 2016. Normas Cubana No. 478. Pepino Especificaciones NC on line. Disponible en: www.nconline.cubaindustria.cu:81/nc%20con%20bd1/sitios.htm. Fecha de consulta 21 de Julio de 2018.

- Pichyangkuraa, R. and S. Chadchawanb. 2015. Biostimulant activity of chitosan in horticulture. *Sci. Horticult.* 196:49-65.
- Ramírez, A., L. Alfonso, P. González, J. Fagundo, M. Suarez, C. Melián, T. Rodríguez and C. Peniche. 2017. Chitin Preparation by Demineralizing Deproteinized Lobster Shells with CO₂ and a Cationite. *J. Renew. Mater.* 5(1):30-7.
- Ramos, R., T. Montenegro y N. Pereira. 2011. Perspectivas para o uso da quitosana na agricultura. *Rev. Iberoam. polímeros.* 12(4):195–215.
- Reyes, G. y J. Cortés. 2017. Intensidad en el uso de fertilizantes en américa latina y el caribe (2006-2012). *Bioagro.* 29(1):45-52.
- Reyes-Pérez J., E. Emmanuel, R. Miguel, Z. Elizabeth, L. Liliana y H. Luis. 2020. Efecto del quitosano sobre variables del crecimiento, rendimiento y contenido nutricional del tomate. *REMEXCA.* 11(3):457-465.
- StatSoft Inc. 2011. *Statistica. System reference.* StatSoft, Inc., Tulsa, Oklahoma, EUA.
- Terry, E., A. Falcón, J. Ruiz, Y. Carrillo y H. Morales. 2017. Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto Quitomax®. *Cult. Trop.* 38(1):147-154.
- Young, S. L., H.K. Yong and B.K. Sung. 2005. Changes in the respiration, growth, and vitamin C content of soybean sprouts in response to chitosan of different molecular weights. *HortScience.* 40(5):1333-1335.