

Artículo original

Efecto del bioproducto QuitoMax[®] en el cultivo del papayo (*Carica papaya* L.) en fase de vivero

Luis R. Fundora-Sánchez^{1*} 

Anicel Delgado-Álvarez¹ 

Juan A. Cabrera-Rodríguez¹ 

Gloria M. Martín-Alonso¹ 

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

* Autor para correspondencia: lroberto@inca.edu.cu

RESUMEN

El presente trabajo se realizó en el área central del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA) bajo condiciones de tapado, con el objetivo de estudiar dos formas de aplicación del bioproducto QuitoMax[®], en el crecimiento y desarrollo de plántulas de papayo (*Carica papaya* L.) var. Maradol Roja en condiciones de vivero. Se consideraron dos factores en estudio, Factor A: dosis de QuitoMax[®] aplicado por imbibición de las semillas, con tres niveles (0; 0,1 y 0,2 g L⁻¹ del producto) y Factor B: dosis de QuitoMax[®] aplicado con asperjador foliar, con tres niveles (0; 0,1 y 0,2 g L⁻¹ del producto), para un total de nueve tratamientos. Las plantas crecieron en un sustrato compuesto por suelo y estiércol vacuno en la proporción 1:1 (v:v). El vivero se condujo durante 60 días, con riego manual tres veces por semana. Cada 10 días se evaluó la altura y el número de hojas emitidas y a los 60 días se cuantificó la masa seca aérea y de las raíces. El efecto del producto se observó a partir de los 30 ddg, con una estimulación de la altura y el número de hojas, con independencia de la dosis o momento de aplicación. Las plantas alcanzaron una altura máxima entre 7,70 y 7,90 cm, 10 hojas y 6,67 g de masa seca de la parte aérea y 8,3 g de raíces. Se recomienda la aplicación de 0,1 g L⁻¹ de QuitoMax[®] por imbibición de la semilla y aspersión foliar a los 20 ddg.

Palabras clave: estiércol, plántula, Quitosano

Recibido: 05/07/2019

Aceptado: 15/03/2021

INTRODUCCIÓN

La especie *Carica papaya* L., de la familia Caricaceae, es nativa del trópico americano y uno de los frutales más cultivados en las regiones tropicales y subtropicales del mundo para el consumo en fresco y por sus variados usos en la industria ⁽¹⁾. El 70 % de la producción mundial de este cultivo en los últimos años, procede de la India, Brasil, Indonesia, Nigeria y México ⁽²⁾. La propagación sexual o por semillas constituye, en la actualidad, el medio práctico y comercial que se emplea en la propagación de la papaya. Para mantener la pureza genética del cultivo o material empleado, se deben utilizar semillas provenientes de plantas hermafroditas auto fecundadas, plantas hermafroditas polinizadas en forma abierta o por plantas femeninas fecundadas por hermafroditas ⁽³⁾. El establecimiento y manejo de la planta en vivero es la primera etapa del proceso productivo del cultivo y es fundamental para producir plantas sanas y vigorosas ⁽⁴⁾.

Por otra parte, la búsqueda de nuevas alternativas que ayuden a disminuir los costos de la producción agrícola cuidando el medio ambiente, obliga a estudiar la posibilidad de utilizar el potencial que tienen los bioproductos para las plantas.

En este contexto, los fitoestimulantes, independientemente de su contenido de nutrientes, pueden contener sustancias, compuestos o microorganismos, cuyo uso funcional, cuando se aplican a las plantas o a la rizosfera, implica la mejora del desarrollo del cultivo, el vigor, el rendimiento y la calidad, mediante la estimulación de procesos naturales que benefician el crecimiento y las respuestas a estrés biótico y abiótico ⁽⁵⁾.

En particular, la quitosana ha sido ampliamente empleada por sus potencialidades biológicas, principalmente por poseer actividad antimicrobiana, inducir respuestas defensivas y tolerancia a estrés abiótico, además de promover el crecimiento y el desarrollo de varias especies ⁽⁶⁾.

El bioestimulante líquido QuitoMax[®], a base de quitosana, funciona como activador de la resistencia innata y las condiciones fisiológicas de las plantas. Mediante aplicaciones preventivas, protege los cultivos contra patógenos potenciales e influye positivamente en el crecimiento de las plantas ⁽⁷⁾.

El presente trabajo se realizó con el objetivo de estudiar dos formas de aplicación del bioestimulante QuitoMax[®] en el crecimiento y el desarrollo de plantas de papayo, estudio este donde no se reporta publicación al respecto en estas condiciones.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se realizó un experimento con la tecnología de tubetes o motas prensadas, durante el período diciembre/2017–febrero/2018 en el área central del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas

(INCA) bajo condiciones de tapado, empleándose Malla de Protección de Zarán Negro, que disminuye la incidencia solar entre 30–35 % ⁽³⁾.

Se emplearon las cajas de polieturano de 96 alvéolos y tubetes de 0,140 m de profundidad por 0,035 m de diámetro. Las cajas se colocaron en canteros aéreos (mesas) a 0,70 m del suelo para el establecimiento de las plantas. La preparación del sustrato y el llenado de las cajas se efectuaron de forma manual.

Se utilizó estiércol vacuno como fuente orgánica para conformar el sustrato, procedente de la vaquería 45 de la Empresa Genética del Este de la Habana. El suelo Ferralítico Rojo Lixiviado ⁽⁸⁾ provino de las áreas del Departamento de Servicios Agrícolas (DSA) del INCA, tomado a una profundidad de 0,00-0,20 m. La mezcla se realizó empleando una relación suelo sustrato de 1:1 (v:v).

En la Tabla 1 se presentan las principales propiedades químicas del suelo y el abono orgánico empleado en el sustrato para la producción de posturas de papayo, así como las propiedades resultantes de la mezcla de ambas fuentes.

Tabla 1. Principales propiedades químicas del suelo, del estiércol vacuno y del sustrato preparado con la mezcla de ambos en relación 1:1 (v:v) y empleado en la producción de posturas de papayo

Fuente	pH	MO	P	Ca	Mg	K
	Unidades	(g kg ⁻¹)	(mg kg ⁻¹)		(g kg ⁻¹)	
Estiércol	6,4	326,7	91	5,50	2,12	0,69
					cmolc kg⁻¹	
Suelo	6,5	28,1	246,30	9,00	2,00	0,28
Sustrato	6,7	103,5	189,10	22,50	9,00	1,07

Métodos: pH (H₂O) potenciométrico con relación suelo:solución de 1:2,5 ⁽⁹⁾; MO (Materia orgánica) Walkley Black ⁽¹⁰⁾; P asimilable por extracción con H₂SO₄ 0,1 N con relación suelo:solución 1:25 ⁽¹¹⁾; cationes intercambiables (cmolc kg⁻¹) por extracción con NH₄Ac 1 mol L⁻¹ a pH 7 y determinación por complejometría (Ca²⁺ y Mg²⁺) y fotometría de llama (K⁺) ⁽¹²⁾

Se seleccionaron semillas de una planta hermafrodita de *Carica papaya* L. de la variedad Maradol Roja y se sometieron al proceso de pregerminación. Una vez pregerminadas, se sembraron en los tubetes descritos y se realizaron las atenciones culturales recomendadas por el Instructivo Técnico para el cultivo del papayo ⁽⁴⁾.

Se utilizó el bioproducto QuitoMax[®], el cual se obtiene del exoesqueleto de langosta, posee un grado de desacetilación del 88 %, masa molecular de 1,35x10⁻⁵, obtenido por el Grupo Nacional de Productos Bioactivos del Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas ⁽⁷⁾. Se utilizaron tres dosis del bioproducto 0; 0,1 y 0,2 g L⁻¹; tanto en la imbibición de la semilla como en la aplicación foliar, realizándose esta última a los 20 días después de la germinación (ddg).

La aplicación del bioproducto a las semillas se realizó mediante la imbibición por media hora, utilizándose un litro de agua más 25 o 50 mL del producto, en función del tratamiento. Posteriormente se procedió a colocar las semillas en una cámara de pregerminación. La aspersión foliar se realizó empleando las mismas dosis, mediante una asperjadora manual, a primeras horas de la mañana.

Se evaluaron las variables de crecimiento y desarrollo, altura, número de hojas, masa seca de la parte aérea y de las raíces, a los 60 ddg, lo que coincidió con el momento de culminar la etapa de vivero.

La masa seca, se determinó al secar en estufa con circulación forzada de aire diez plantas extraídas por cada tratamiento, a 70 °C, hasta alcanzar valores de masa constante.

La concentración foliar de N, P, K se determinó como porcentaje de la masa seca de la parte aérea de las diez plantas evaluadas por tratamiento, mediante digestión húmeda con H₂SO₄+Se y determinación colorimétrica con el reactivo de Nessler para el N, determinación colorimétrica por el método del color azul con sulfomolibdico para el P y fotometría de llama para el K.

La extracción de N, P y K se calculó a partir de los datos de la masa seca de la parte aérea y de la concentración de cada elemento (% N, P, K), por la siguiente fórmula:

$$\text{Extracción de N, P, K (mg planta}^{-1}\text{)} = [\text{Masa seca (g) x concentración del elemento en cada órgano (\%)}] * 10$$

El experimento se desarrolló con un diseño completamente aleatorizado y 10 repeticiones. Se consideraron dos factores en estudio, Factor A: dosis de QuitoMax[®] aplicado por imbibición de las semillas, con tres niveles (0; 0,1 y 0,2 g L⁻¹ del producto) y Factor B: dosis de QuitoMax[®] aplicado por asperjador foliar, con tres niveles (0; 0,1 y 0,2 g L⁻¹ del producto), para un total de nueve tratamientos. Los datos obtenidos fueron procesados mediante el paquete estadístico STATGRAPICS[®] Centurión XV⁽¹³⁾.

Se comprobó la normalidad de los datos y la homogeneidad de la varianza. Con posterioridad se realizó un análisis de varianza en correspondencia con el diseño experimental empleado.

En los casos en que se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos, las medias fueron comparadas por la prueba de Rango Múltiple de Duncan (p<0,05). En el caso del porcentaje de germinación de las semillas, se les calculó el intervalo de confianza de las medias.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 2 se observa el efecto de los tratamientos en estudio sobre la altura y el número de hojas de las plantas de papayo, evaluadas a los 60 días después de la germinación. En el análisis de varianza realizado se encontró interacción entre los factores en estudio, las dosis y el momento de aplicación del QuitoMax[®] en las dos variables evaluadas.

Tabla 2. Efecto de tres dosis de QuitoMax[®] y dos momentos de aplicación en la altura y número de hojas de las plantas de papayo en condiciones de vivero

Tratamientos	Altura (cm)	Número de hojas (u)
0 g L ⁻¹ semilla-0 g L ⁻¹ foliar	6,85 b	7,80 c
0 g L ⁻¹ semilla-0,2 g L ⁻¹ foliar	7,43 ab	9,60 a
0 g L ⁻¹ semilla-0,1 g L ⁻¹ foliar	7,48 a	9,10 ab
0,2 g L ⁻¹ semilla- 0 g L ⁻¹ foliar	7,77 a	8,90 abc
0,2 g L ⁻¹ semilla-0,2 g L ⁻¹ foliar	7,23 ab	8,90 abc
0,2 g L ⁻¹ semilla-0,1 g L ⁻¹ foliar	7,38 ab	8,30 bc
0,1 g L ⁻¹ semilla-0 g L ⁻¹ foliar	7,45 ab	8,90 abc
0,1 g L ⁻¹ semilla-0,2 g L ⁻¹ foliar	7,31 ab	9,70 a
0,1 g L ⁻¹ semilla-0,1 g L ⁻¹ foliar	7,67 a	8,30 bc
Es \bar{x}	0,31*	0,37

*Medias con letras distintas en la misma columna difieren entre sí, según prueba de Duncan (P<0,05)

En la evaluación de la altura de las plantas, a los 60 días después de la germinación, que es el final de la estancia de las plantas en vivero, se encontró que los tratamientos con aplicación del bioproducto a las dosis 0,1 g L⁻¹ foliar; 0,2 g L⁻¹ en la semilla y 0,1 g L⁻¹ en semilla y foliar, sobrepasaron al comportamiento del control absoluto, lo cual demuestra que las quitosanas pueden estimular la altura de las plantas también en el cultivo del papayo. Respecto al número de hojas, los tratamientos que resultaron ser superiores al control absoluto fueron 0,1 y 0,2 g L⁻¹ foliar y 0,1 g L⁻¹ en semilla y 0,2 g L⁻¹ foliar.

En relación al efecto del QuitoMax[®] sobre la altura de las plantas, a los 15 días después de la germinación de *Solanum lycopersicum* L. crecido en semillero tradicional sobre canteros, se detectó una estimulación de la altura de las plantas, con las dosis de imbibición de las semillas de 0,1; 0,5 y 1,0 g L⁻¹, siendo la mayor dosis la de mejor comportamiento ⁽¹⁴⁾. La altura de las plantas es el primer indicador visible que indica el momento del trasplante y aunque en este trabajo no se detectó una disminución del tiempo de estancia en el vivero de las plantas de papayo, no quedan dudas de que esa disminución implicaría ahorros económicos en la producción de posturas ⁽¹⁴⁾.

Además, también se ha encontrado un efecto positivo al embeber las semillas de tomate variedad “Carcaman”, en dos concentraciones, resultado este que concuerda con los obtenidos en este trabajo ⁽¹⁵⁾.

La respuesta mostrada por las plantas tratadas con QuitoMax[®], en relación a las variables de crecimiento, concuerdan con los resultados reportados con el uso del quitosano en plántulas de tomate híbrido HA 3819, producidas en casas de cultivos en la Unidad de Base Empresarial del Niquel en Moa ⁽¹⁶⁾.

Respecto a la evaluación del número de hojas, en semilleros de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) se ha encontrado influencia de diferentes dosis de QuitoMax[®] sobre el número de hojas de las posturas, encontrándose el mayor efecto con la dosis de 1,0 g L⁻¹, incluso desde los 10 días después de la germinación ⁽¹⁴⁾.

Además, en el cultivo de la soya se ha reportado incrementos en la longitud del tallo, número de hojas y desarrollo general de las plantas cuando se aplicó quitosanas por aspersión foliar a dosis de 200 mg ha⁻¹ al inicio de la floración ⁽¹⁷⁾. Estos resultados están en relación con los incrementos de ácido jasmónico y ácido abscísico encontrados en los tejidos de plantas tratadas con quitosanas ⁽¹⁸⁾.

En la Tabla 3 se puede apreciar el efecto de las diferentes dosis y momentos de aplicación del QuitoMax[®] sobre la masa seca de las plantas de papayo, a los 60 días después de la germinación. En ambas variables se encontró interacción entre los factores en estudio.

Tabla 3. Efecto de los tratamientos en estudio sobre la masa seca del papayo a los 60 días después de la germinación

Tratamientos	Masa seca parte aérea (g)	Masa seca raíz (g)
0 g L ⁻¹ semilla-0 g L ⁻¹ foliar	0,5 c	0,31 bc
0 g L ⁻¹ semilla-0,2 g L ⁻¹ foliar	0,66 ab	0,37 b
0 g L ⁻¹ semilla-0,1 g L ⁻¹ foliar	0,77 a	0,45 a
0,2 g L ⁻¹ semilla-0 g L ⁻¹ foliar	0,47 c	0,25 c
0,2 g L ⁻¹ semilla-0,2 g L ⁻¹ foliar	0,58 bc	0,32 bc
0,2 g L ⁻¹ semilla-0,1 g L ⁻¹ foliar	0,54 bc	0,36 b
0,1 g L ⁻¹ semilla-0 g L ⁻¹ foliar	0,54 bc	0,31 bc
0,1 g L ⁻¹ semilla-0,2 g L ⁻¹ foliar	0,58 bc	0,3 bc
0,1 g L ⁻¹ semilla-0,1 g L ⁻¹ foliar	0,48 c	0,26 c
Es \bar{x}	0,05*	0,03*

*Medias con letras distintas en la misma columna difieren entre sí, según prueba de Duncan (P<0,05)

Se puede observar que, tanto en el peso seco de la parte aérea, como de la raíz, los mayores valores se encontraron en ambos casos en el tratamiento donde solo se aplicó el producto a una dosis de 0,1 g L⁻¹ foliar. En el caso de la parte aérea este tratamiento no presentó diferencias con el tratamiento de solo 0,2 g L⁻¹ de aspersión foliar.

Resultados similares se encontraron en semilleros de tomate y pimiento, con incrementos significativos de la masa seca de la parte aérea y radical de las posturas, lo cual es un resultado deseable en el contexto agrícola, debido a que eleva la calidad de las plantas aptas para trasplante ⁽¹⁴⁾.

Se plantea que una de las propiedades más interesantes que poseen las quitosanas es la de bioestimulante del crecimiento; como por ejemplo, durante el desarrollo de la respuesta inductiva

en el crecimiento del sistema radicular de las plantas, en la tasa de crecimiento radicular, en el adelanto de la floración, en el incremento de los rendimientos de las cosechas; entre otros, aunque hasta la fecha no se han planteado mecanismos claros que expliquen tal efecto ⁽¹⁹⁾.

En la Tabla 4 se puede observar la extracción total de N, P y K realizada por las plantas de papayo a los 60 días después de la germinación. Para las tres variables evaluadas se obtuvo interacción entre los factores en estudio: dosis y momento de aplicación del bioproducto QuitoMax[®].

Tabla 4. Efecto de los tratamientos en estudio sobre la extracción total de nutrimentos (N, P y K) del papayo a los 60 días después de la germinación

Tratamientos	Extracción N	Extracción P	Extracción K
	(mg por planta)		
0 g L ⁻¹ semilla–0 g L ⁻¹ foliar	14,70 bc	4,00 b	21,00 bc
0 g L ⁻¹ semilla–0,2 g L ⁻¹ foliar	21,70 ab	4,30 ab	24,70 ab
0 g L ⁻¹ semilla–0,1 g L ⁻¹ foliar	29,30 a	6,30 a	32,00 a
0,2 g L ⁻¹ semilla–0 g L ⁻¹ foliar	15,00 bc	4,00 b	21,30 bc
0,2 g L ⁻¹ semilla–0,2 g L ⁻¹ foliar	18,30 bc	5,00 ab	25,00 ab
0,2 g L ⁻¹ semilla–0,1 g L ⁻¹ foliar	9,70 c	5,00 ab	25,00 ab
0,1 g L ⁻¹ semilla–0 g L ⁻¹ foliar	17,00 bc	3,00 b	13,70 c
0,1 g L ⁻¹ semilla–0,2 g L ⁻¹ foliar	16,30 bc	5,00 ab	20,00 bc
0,1 g L ⁻¹ semilla–0,1 g L ⁻¹ foliar	17,00 bc	4,30 ab	21,30 bc
Es \bar{x}	3,20*	0,70*	2,90*

*Medias con letras distintas en la misma columna difieren entre sí, según prueba de Duncan (P<0,05)

Para los tres elementos evaluados, el mayor valor de las variables se encontró en el tratamiento que solo aplicó 0,1 g L⁻¹ del producto por aspersión foliar. En el caso de la extracción de N, sin diferencias con el tratamiento de 0,2 g L⁻¹ de aspersión foliar; para la extracción de P, no se presentaron diferencias entre el tratamiento con 0,1 g L⁻¹ foliar y 0,2 g L⁻¹ foliar; 0,2 g L⁻¹ en semilla y foliar; 0,2 g L⁻¹ semilla–0,1 g L⁻¹ foliar y 0,1 g L⁻¹ en semilla con 0,1 y 0,2 g L⁻¹ foliar. Para el caso de la extracción de K, el tratamiento 0,1 g L⁻¹ foliar no presentó diferencias con los tratamientos 0,2 g L⁻¹ foliar; 0,2 g L⁻¹ semilla, 0,2 g L⁻¹ foliar y 0,2 g L⁻¹ semilla–0,1 g L⁻¹ foliar.

Este resultado está en correspondencia con el obtenido con la masa seca, pues la absorción de nutrimentos es una variable directamente proporcional al peso seco de las plantas. Un resultado similar fue encontrado en el pimiento, reportando valores de concentración foliar en hojas de plantas tratadas con el bioproducto en el rango óptimo para el cultivo, planteados por la literatura ⁽¹⁵⁾.

En el cultivo de la soya y en la planta ornamental *Eustoma grandiflorum*, se ha encontrado efecto de la aplicación de quitosanas, por imbibición de la semilla y por aspersión foliar en las concentraciones de nutrientes en hojas ^(17,20–22).

El efecto bioestimulante mostrado en esta investigación podría atribuirse 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⁽²³⁾.

Por otra parte, resultados similares a los encontrados en este trabajo han sido publicados al aplicar quitosano en una plantación de pepino (*Cucumis sativus*) al incrementar su crecimiento y desarrollo⁽²⁴⁾. En este mismo sentido otros autores reportan incrementos en el rendimiento del tomate⁽¹⁴⁾, así como resultados similares en la altura de cultivos como tomate y arroz (*Oryza sativa*)^(25,26).

Tomando en consideración los resultados hasta ahora expuestos, se demuestra que es factible, desde el punto de vista agronómico, la aplicación del bioproducto QuitoMax[®] para la producción de posturas de papayo por el método de los tubetes, la cual resulta ventajosa para el productor, al obtener plantas con mayor calidad y vigorosas, lo que es un aspecto positivo a la hora de realizar el trasplante definitivo de las plantas a campo.

CONCLUSIONES

- Bajo las condiciones en que se desarrolló la investigación, el bioproducto QuitoMax[®] no presentó una marcada influencia sobre la germinación de las semillas de papayo.
- El bioproducto QuitoMax[®] tuvo una incidencia positiva en la altura de las plantas, el número de hojas y la masa seca de la parte aérea y las raíces, a los 60 días después de la germinación, debiéndose aplicar la dosis de 0,1 g L⁻¹ por imbibición de la semilla antes de la siembra y 0,1 g L⁻¹ por aspersión foliar a los 20 días después de la germinación.

BIBLIOGRAFÍA

1. Rodríguez Cabello J, Díaz Hernández Y, Pérez González A, Fundora LR, Rodríguez Hernández P. Análisis del crecimiento de un genotipo silvestre de *Carica papaya* L. cultivado *ex situ* y cv. Maradol Roja'. Cultivos Tropicales. 2015;36(3):96–105.
2. FAO Statistical Pocketbook. World food and agriculture. FAO Rome Italy. 2015;
3. López Carriel EY. Biofertilización de plantas de papaya (*Carica papaya* L.) en vivero, en la zona de Vinces-Ecuador". [Ecuador]: Universidad de Guayaquil; Facultad de Ciencias para el Desarrollo.; 2018.
4. MINAGRI. Instructivo técnico del cultivo de la fruta bomba [Internet]. Cuba: Instituto de Investigaciones de Viandas Tropicales; 2004 [cited 12/04/2021]. Available from: <https://docplayer.es/8499137-Ministerio-de-la-agricultura-instituto-de-investigaciones-en-viandas-tropicales-inivit.html>
5. Brown P, Saa S. Biostimulants in agriculture. Frontiers in plant science. 2015;6:671.

6. Pichyangkura R, Chadchawan S. Biostimulant activity of chitosan in horticulture. *Scientia Horticulturae*. 2015;196:49–65.
7. Falcón Rodríguez AB, Costales Mené D, González-Peña Fundora D, Nápoles García MC. Nuevos productos naturales para la agricultura: las oligosacarinas. *Cultivos Tropicales*. 2015;36:111–29.
8. Hernández-Jiménez A, Pérez-Jiménez JM, Bosch-Infante D, Castro Speck N. Nueva versión de clasificación de los suelos de Cuba 2015. Mayabeque, Cuba: Ediciones INCA; 2015. 93 p.
9. Oficina Nacional de Normalización. ISO - ISO 10390:2005 - Soil quality — Determination of pH [Internet]. Geneva; 10390:2005 [cited 12/04/2021]. Available from: <https://www.iso.org/standard/40879.html>
10. Oficina Nacional de Normalización. NC-ISO Guía 51. Determinación del porcentaje de materia orgánica. La Habana; 1999.
11. Oficina Nacional de Normalización. NC 52. Determinación de formas móviles de fósforo y potasio. La Habana; 1999.
12. Oficina Nacional de Normalización. NC 65. Determinación de la capacidad de intercambio catiónico y de los cationes intercambiables del suelo. La Habana; 2000.
13. Inc ST. Inc ST. Download Statgraphics Centurion XVII [Internet]. [cited 12/04/2021]. Available from: https://www.google.es/search?q=Inc+ST.+Download+Statgraphics+Centurion+XVII+%5BInternet%5D.+%5Bcitado+15+de+noviembre+de+2018%5D.+Disponible+en%3A+http%3A%2F%2Fwww.statgraphics.com%2Fdownload-statgraphics-centurion-xvii&source=hp&ei=O5R0YMKoJluyggf5mpnoBg&iflsig=AINFCbYAAAAAYHSiS8TY80EFEh0aDt4hS7TC1LknLsb0&oq=Inc+ST.+Download+Statgraphics+Centurion+XVI I+%5BInternet%5D.+%5Bcitado+15+de+noviembre+de+2018%5D.+Disponible+en%3A+http%3A%2F%2Fwww.statgraphics.com%2Fdownload-statgraphics-centurion-xvii&gs_lcp=Cgdnd3Mtd2l6EANQkxJYkxJglRpoAHAAeACAAQCIAQCSAQCYAQCgAQKgAQGqAQdnd3Mtd2l6&sclient=gws-wiz&ved=0ahUKEwiCsunWrfnvAhULmeAKHXINBm0Q4dUDCAY&uact=5
14. Terry Alfonso E, Falcón Rodríguez A, Ruiz Padrón J, Carrillo Sosa Y, Morales Morales H. Respuesta agronómica del cultivo de tomate al bioproducto QuitoMax®. *Cultivos Tropicales*. 2017;38(1):147–54.

15. Jiménez Arteaga MC, González Gómez LG, Suárez Benítez M, Paz Martínez I, Oliva Lahera A, Falcón Rodríguez A. Respuesta agronómica del pimiento California Wonder a la aplicación de Quitomax. *Centro Agrícola*. 2018;45(2):40–6.
16. Paz-Martínez I, González-Gómez LG, Martínez-Arévalo B. Respuesta agronómica del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum*, L) var. Ha 3019 (ESEN) a la aplicación de Quitomax. *Redel. Revista Granmense de Desarrollo Local*. 2017;1(3).
17. Morales Guevara D, Dell Amico Rodríguez J, Jerez Mompié E, Hernández YD, Martín Martín R. Efecto del QuitoMax[®] en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*. 2016;37(1):142–7.
18. Costales-Menéndez D, Falcón-Rodríguez AB. Combinación de formas de aplicación de quitosano en el desarrollo de soya biofertilizada. *Cultivos Tropicales*. 2018;39(3):71–9.
19. Malerba M, Cerana R. Chitosan effects on plant systems. *International journal of molecular sciences*. 2016;17(7):996.
20. Bruns HA. Soybean micronutrient content in irrigated plants grown in the Midsouth. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*. 2017;48(7):808–17.
21. Costales D, Nápoles MC, Falcón AB, González Anta G, Ferreira A, Rossi A. Influencia de quitosanas en la nodulación y el crecimiento vegetativo de soya (*Glycine max* L. Merrill). *Cultivos Tropicales*. 2017;38(1):138–46.
22. Sharif R, Mujtaba M, Ur Rahman M, Shalmani A, Ahmad H, Anwar T, et al. The multifunctional role of chitosan in horticultural crops; a review. *Molecules*. 2018;23(4):872.
23. Antony R, Arun T, Manickam STD. A review on applications of chitosan-based Schiff bases. *International journal of biological macromolecules*. 2019;129:615–33.
24. Rendina N, Nuzzaci M, Scopa A, Cuypers A, Sofo A. Chitosan-elicited defense responses in Cucumber mosaic virus (CMV)-infected tomato plants. *Journal of plant physiology*. 2019;234:9–17.
25. Rodríguez-Pedroso AT, Ramírez-Arrebato MÁ, Falcón-Rodríguez A, Bautista-Baños S, Ventura-Zapata E, Valle-Fernández Y. Efecto del Quitomax[®] en el rendimiento y sus componentes del cultivar de arroz (*Oryza Sativa* L.) var. INCA LP 5. *Cultivos Tropicales*. 2017;38(4):156–9.
26. Reyes-Pérez J, Enríquez-Acosta EA, Ramírez-Arrebato MÁ, Valenzuela EZ, Lara-Capistrán L, Hernández-Montiel LG. Efecto del quitosano sobre variables del crecimiento, rendimiento y contenido nutricional del tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*. 2020;11(3):457–65.