



## Utilización de bioestimulador del crecimiento QuitoMax® en la aclimatización de plántulas de pimiento

### Use of QuitoMax® growth biostimulator in the acclimatization of pepper plantlets

<sup>1</sup>Humberto Izquierdo-Oviedo<sup>1</sup>, <sup>2</sup>Victor M. Calaña-Janeiro<sup>2</sup>, <sup>3</sup>Lluvia de Abril A. Soriano-Melgar<sup>3</sup>,  
<sup>4</sup>Marian Rodríguez-Hernández<sup>4</sup>, <sup>4\*</sup>Yaritza Rodríguez-Llanes<sup>4\*</sup>, <sup>5</sup>Rodolfo Guillama-Alonso<sup>5</sup>,  
<sup>5</sup>Idalmis de la C. Hernández-Escobar<sup>5</sup>, <sup>5</sup>Irelío Urra-Zayas<sup>5</sup>

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

<sup>2</sup>Agencia Internacional de Inspección, Ajuste de Averías y Otros Servicios Conexos (Intermar S. A.), calle F N0. 560 e/n 23 y 26 Vedado. Plaza de la Revolución, La Habana, Cuba, CP 10400.

<sup>3</sup>Centro de Investigación en Química Aplicada (CIQA), Blvd. Enrique Reyna Hermosillo No. 140 Col. San José de los Cerritos. Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México, CP 25294.

<sup>4</sup>Centro de Investigaciones Científicas de Yucatán. Mérida (CICY), México.

<sup>5</sup>Facultad de Agronomía. Universidad Agraria de La Habana (UNAH), Autopista Nacional km 2½, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, CP 32700.

**RESUMEN:** El QuitoMax® es un bioestimulador del crecimiento cubano que se pudiera emplear para disminuir los problemas de enraizamiento y supervivencia en el pimiento. El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del QuitoMax® en la aclimatización de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivar 'YAMIL'. Se emplearon plántulas provenientes de la fase de multiplicación *in vitro*, sin raíces. Las mismas se embebieron en QuitoMax® (1-10 mg L<sup>-1</sup>) o AIA (2 mg L<sup>-1</sup>) y 15 días después se asperjaron con las mismas concentraciones; se empleó un tratamiento control en el que no se embebieron ni asperjaron las plántulas. La plantación se realizó en bandejas de polieturano, que contenían un sustrato compuesto por materia orgánica (cachaza) y suelo Ferralítico Rojo compactado eútrico. Se empleó un diseño completamente aleatorizado y el experimento se repitió tres veces en el tiempo. Los datos se procesaron mediante un Análisis de Varianza de Clasificación Simple (ANOVA) y la comparación entre las medias se realizó según la prueba de Tukey (p≤0,05). Los tratamientos 2 [AIA (2 mg L<sup>-1</sup>)], 3 [QuitoMax® (1 mg L<sup>-1</sup>)], 4 [QuitoMax® (5 mg L<sup>-1</sup>)] y 5 [QuitoMax® (10 mg L<sup>-1</sup>)] alcanzaron una supervivencia que osciló entre 90-100%. Todos los tratamientos con el QuitoMax® presentaron las plantas más vigorosas y las de mayor altura fueron las de menor concentración del producto. El número y longitud de las raíces fueron similares en los tratamientos con AIA (2 mg L<sup>-1</sup>) y QuitoMax (1 mg L<sup>-1</sup>).

**Palabras clave:** *Capsicum annuum*, cultivo de tejidos, quitosano, supervivencia.

**ABSTRACT:** QuitoMax® is a Cuban biostimulator of growth that could be used to reduce rooting and survival problems in pepper. The aim of this work was to determine the effect of QuitoMax® on the acclimatization of pepper plantlets (*Capsicum annuum* L.) cultivar 'YAMIL'. Plantlets from the *in vitro* multiplication stage, without roots, were used. Plantlets were soaked in QuitoMax® (1-10 mg L<sup>-1</sup>) or AIA (2 mg L<sup>-1</sup>) and sprayed 15 days later with the same concentrations; a control treatment was used in which plantlets were neither soaked nor sprayed. Planting was carried out in polyethurane trays containing a substrate composed of organic matter (cachaça) and eutrophic compacted Red Ferralitic soil. A completely randomized design was used and the experiment was repeated three times over time. Data were processed using a Simple Ranked Analysis of Variance (ANOVA) and the comparison between means was performed according to Tukey's test (p>0.05). Treatments 2 [IAA (2 mg L<sup>-1</sup>)], 3 [QuitoMax® (1 mg L<sup>-1</sup>)], 4 [QuitoMax® (5 mg L<sup>-1</sup>)] and 5 [QuitoMax® (10 mg L<sup>-1</sup>)] achieved survival ranging from 90-100 %. All treatments with QuitoMax® showed the most vigorous plants and those with the greatest height were those with the lowest concentration of the product. The number and length of roots were similar in the treatments with AIA (2 mg L<sup>-1</sup>) and QuitoMax (1 mg L<sup>-1</sup>).

**Key words:** *Capsicum annuum*, tissue culture, chitosan, survival.

\*Autor para correspondencia: [dayabo124244@gmail.com](mailto:dayabo124244@gmail.com)

Recibido: 19/10/2020

Aceptado: 20/06/2021

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/>



## INTRODUCCIÓN

El pimiento pertenece al género *Capsicum* de la familia *Solanaceae*, incluye un promedio de 29 especies. Tiene su centro de origen en las regiones tropicales y subtropicales de América. Su principal limitante es la altitud pues es raro encontrarlo por encima de los 1 000 metros sobre el nivel del mar (m s.n.m.) (1).

Es el segundo producto hortícola que más se consume en todo el mundo después del tomate (2). Se cultiva con éxito en muchos países (2,3), donde el continente que tiene mayor extensión de terreno dedicada a este cultivo es Asia, y son China, Turquía e Indonesia los principales productores (4).

También es la segunda hortaliza de mayor importancia para Cuba, debido a su gran demanda tanto para el consumo fresco como para el uso industrial. Además, se puede emplear como planta medicinal y como condimento. La superficie cosechada y en producción en el 2019 fue de 190 954 ha con una producción agrícola de 2 673 245 t de alimento para un rendimiento agrícola de 13,15 t ha<sup>-1</sup>, de ellos 6 438 ha corresponden al cultivo del pimiento con una producción agrícola de 71 528 t, para un rendimiento agrícola de 12,09 t ha<sup>-1</sup> (4).

'YAMIL' es un cultivar de pimiento de polinización abierta, con un ciclo de 130 días de productividad; se recomienda para la época de invierno (15 de septiembre hasta 15 de febrero) y alcanza una altura entre 45-65 cm. Florece a los 29 días después del trasplante (ddt), logra su floración masiva a los 34 ddt, alcanzan la madurez fisiológica y se tornan de color rojo intenso en su madurez para consumo; la masa oscila entre 200-230 g y el rendimiento es de 30 t ha<sup>-1</sup>. Posee una acidez (0,16 %), °Brix (4,5-4,6), pH de 5,5-5,6 y 170-175 mg 100 g<sup>-1</sup> de contenido de vitamina C (5).

Como resultado del ambiente *in vitro*, las plantas presentan una anatomía y fisiología diferente a las que son cultivadas en condiciones de campo o casas de cultivo (6-8). Los desórdenes observados afectan todos los órganos de la planta, aunque no todos tienen el mismo peso sobre el comportamiento *ex vitro*. Dentro de estos desórdenes se encuentran el pobre desarrollo del aparato fotosintético, de la cutícula de las hojas, la emisión de raíces no funcionales sin conexión con los haces conductores y otros más que pueden afectar la supervivencia de las plantas en la fase de aclimatización (9).

El término aclimatización es definido como la adaptación ambiental de las plantas obtenidas por cultivo de tejidos o propagación *in vitro* que han sido movidas a un nuevo ambiente, invernaderos o campo. Durante la aclimatización, el ambiente a las plantas le es cambiado gradualmente en el tiempo, comenzando con el cercano ambiente *in vitro* y terminando con el cercano ambiente en el invernadero o campo. La aclimatización realizada en el invernadero o campo bajo condiciones de sombra es llamada "aclimatización *ex vitro*" (10). Sin embargo, todos los estudios realizados con anterioridad para la propagación *in vitro* del pimiento revelan que los principales inconvenientes para propagar esta especie son el enraizamiento y la aclimatización de las plantas en invernadero (11).

La supervivencia puede alcanzar valores del 70 % a las 16 semanas en plantas de chile previamente propagadas mediante cultivo de cotiledones e hipocótilos. Lo fundamental es que las plantas formen un buen sistema radical, debido a que su nutrición en gran parte dependerá de la funcionalidad de sus raíces. Es por esto que se deben establecer nuevas estrategias biotecnológicas para aumentar la eficiencia de los protocolos de propagación *in vitro* de plántulas de pimiento.

La introducción de sustancias activas de producción nacional en la metodología de regeneración *in vitro* de plantas de pimiento, pudiera constituir una alternativa para mejorar el enraizamiento y la supervivencia *ex vitro*. Dentro de estas sustancias activas de producción nacional se puede mencionar el QuitoMax® (12). El QuitoMax® es un bioestimulador del crecimiento obtenido a partir de quitina de origen marino (12). La aplicación de quitosanos en medios de cultivos constituye una alternativa favorable para la propagación *in vitro* de plantas, ya que mejoran significativamente el desarrollo caulinar y radicular en las plántulas en general y de orquídea *Catleya* spp., en un corto plazo (13). También desarrollan una actividad antifúngica en diferentes cultivos (14,15).

Teniendo en cuenta lo antes expuesto el objetivo de este trabajo fue determinar el efecto del QuitoMax® en la aclimatización de plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivar 'YAMIL'.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

Se emplearon plántulas de pimiento (*Capsicum annuum* L.), cultivar 'YAMIL' provenientes de la fase de multiplicación *in vitro* (tercer subcultivo), obtenidas en un medio de cultivo MS + 6-BAP (2 mg L<sup>-1</sup>) y sin raíces, todas provenientes del mismo lote de multiplicación.

Las plántulas provenientes del cultivo *in vitro* se plantaron en bandejas de polietileno de 70 alvéolos, que tenían una capacidad de 115 cm<sup>3</sup> y contenían un sustrato compuesto por materia orgánica (cachaza) y suelo Ferralítico Rojo compactado eútrico (16), en una proporción en volumen de 75 y 25 %, respectivamente. Este suelo no se esterilizó. A las plántulas se le garantizó el riego por nebulización en los primeros 10 días, para lograr una elevada humedad relativa (90-95 %): los mismos se realizaron cuatro veces al día (8:30 am, 10:30 am, 1:30 pm y 3:30 pm), entre 2-3 minutos en cada ocasión. Para el sombreo se utilizó una malla negra (70 % de reducción de luz solar).

Las características químicas del sustrato se muestran en la **Tabla 1**.

Se realizó la inmersión de las raíces de las plántulas durante 15 minutos (I) y 15 días después de la plantación se realizó la aspersión foliar (A) de las mismas en QuitoMax®, a razón de 2 mL por plántula.

Los tratamientos fueron los siguientes:

- 1.- Control (sin I ni A)
- 2.- I+A con AIA (2 mg L<sup>-1</sup>)
- 3.- I+A con QuitoMax® (1 mg L<sup>-1</sup>)

4.- I+A con QuitoMax® (5 mg L<sup>-1</sup>)

5.- I+A con QuitoMax® (10 mg L<sup>-1</sup>)

donde:

I: inmersión de las raíces de las plántulas durante 15 minutos en QuitoMax®.

A: aspersión foliar de las plántulas con QuitoMax® 15 días después de la plantación.

Las evaluaciones se realizaron a los 7, 14, 21 y 28 días. Las variables que se evaluaron fueron las siguientes:

- Porcentaje de supervivencia: total de plantas vivas con respecto al total de plántulas transferidas a la fase de aclimatación para cada tratamiento.
- Altura de la planta (cm): se midió con una regla graduada desde la base del tallo hasta la última hoja extendida.
- Número de raíces por planta: se contó el número de raíces y posteriormente se calculó la media para cada tratamiento.
- Longitud de las raíces por planta (cm): se midió con una regla graduada desde la base del tallo donde se insertan las raíces hasta la raíz que presentara mayor longitud.
- Vigor de la planta: se realizó por apreciación visual y se determinó según la escala propuesta (17), donde: 1.- Poco vigoroso, 2.- Vigoroso y 3.- Muy vigoroso.

Se empleó un diseño completamente aleatorizado con 20 plántulas por tratamiento y el experimento se repitió tres veces en el tiempo. Los datos se procesaron mediante un Análisis de Varianza de Clasificación Simple (ANOVA) con el programa SPSS 11,5 para Windows (SPSS, Inc., Chicago, IL) y la comparación entre las medias se realizó de acuerdo a la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ ). En todos los casos, previamente

se chequeó la distribución normal (Kolmogorov-Smirnov) y la homogeneidad de varianza (Bartlett) (18).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados relacionados con el porcentaje de supervivencia de las plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivar 'YAMIL' se reflejan en la [Tabla 2](#). Como se puede observar en general, hubo diferencias significativas entre los tratamientos a los 7; 14; 21 y 28 días. La supervivencia de las plantas fue elevada en el tratamiento 3 (I+A con QuitoMax® [1 mg L<sup>-1</sup>]), con el 100 % de supervivencia y, en ese mismo período de tiempo, las plantas que se obtuvieron con el tratamiento 1 (Control) fueron las del peor resultado.

Se obtuvo una supervivencia similar entre 85-95 %, en cuatro genotipos de *Capsicum* (19). Resultados similares a los anteriores fueron expuestos por otros autores en diferentes especies del género *Capsicum* (20,21). Otros autores obtuvieron 70 % de supervivencia a las 16 semanas en plantas de Chile (*Capsicum annuum* L.) previamente propagadas mediante cultivo de cotiledones e hipocótilos (22).

Al evaluar la influencia de un oligogalacturónido en la aclimatación de vitroplantas de banano (*Musa* spp.) clon 'FHIA-18' (AAAB), varios autores observaron un 90 % de supervivencia de las plantas con las concentraciones de 1 y 5 mg L<sup>-1</sup> (23).

Como se puede observar hubo diferencias significativas entre los tratamientos para la altura y vigor de las plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivar 'YAMIL'. El mejor tratamiento fue el 3 (I+A con QuitoMax® [1 mg L<sup>-1</sup>]), con 3,99 cm de altura y las mismas fueron muy vigorosas (alcanzaron un valor de 3); los resultados más bajos de manera general lo obtuvieron las plantas del tratamiento uno (Control [sin I+A]), como se muestra en la [Figura 1](#).

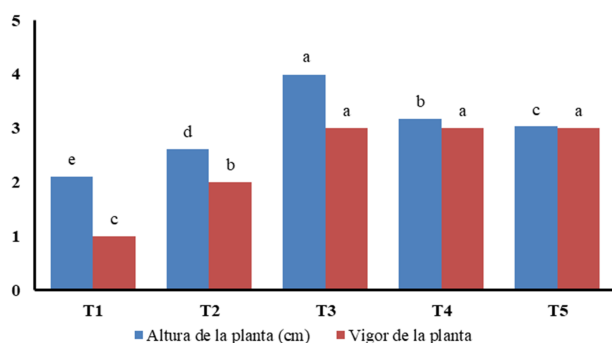
**Tabla 1.** Características químicas del sustrato empleado para la aclimatación de las plántulas *in vitro* de pimiento. (*Capsicum annuum* L.) cultivar 'YAMIL'

Sustrato	pH H <sub>2</sub> O	M.O (%)	P (ppm)	K	Ca	Mg	Na
				(cmol.kg <sup>-1</sup> )			
Cachaza: suelo (75 %:25 %)	7,1	13,01	2700	4,92	28,9	8,39	0,46

**Tabla 2.** Porcentaje de supervivencia de las plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivar 'YAMIL', a los 7; 14; 21 y 28 días durante la fase de aclimatación (n =60).

No.	Tratamientos	Supervivencia de las plántulas a los 7 días (%)	Supervivencia de las plántulas a los 14 días (%)	Supervivencia de las plántulas a los 21 días (%)	Supervivencia de las plántulas a los 28 días (%)
1	Control (sin I + A)	60,0 c	60,0 c	65,0 c	70,0 c
2	I + A con AIA (2 mg L <sup>-1</sup> )	85,0 b	90,0 ab	90,0 ab	90,0 ab
3	I + A con QuitoMax® (1 mg L <sup>-1</sup> )	100 a	100 a	100 a	100 a
4	I + A con QuitoMax® (5 mg L <sup>-1</sup> )	90,0 ab	90,0 ab	90,0 ab	90,0 ab
5	I + A con QuitoMax® (10 mg L <sup>-1</sup> )	80,0 b	80,0 b	85,0 b	85,0 b
E.Ex (±)		2,23***	2,24***	2,24**	3,16*
D.E		14,18	12,69	10,59	9,18

I: inmersión de las raíces de las raíces 15 minutos; A: aspersión foliar de las plántulas 15 días después de la plantación; n: total de plántulas del experimento en las tres repeticiones  
Medias con letras distintas difieren estadísticamente según la prueba de Tukey ( $p \leq 0,05$ )



T1.- Control (sin I+A), T2.- I+A con AIA (2 mg L<sup>-1</sup>), T3.- I+A con QuitoMax® (1 mg L<sup>-1</sup>) T4.- I+A con QuitoMax® (5 mg L<sup>-1</sup>), T5.- I+A con QuitoMax® (10 mg L<sup>-1</sup>)

I: inmersión de las raíces durante 15 minutos; A: aspersion foliar de las plántulas 15 días después de la plantación; n: total de plantas del experimento en las tres repeticiones

Medias con letras distintas difieren estadísticamente según la prueba de Tukey (p≤0,05) (\*\*\*) significativo para p<0,001)

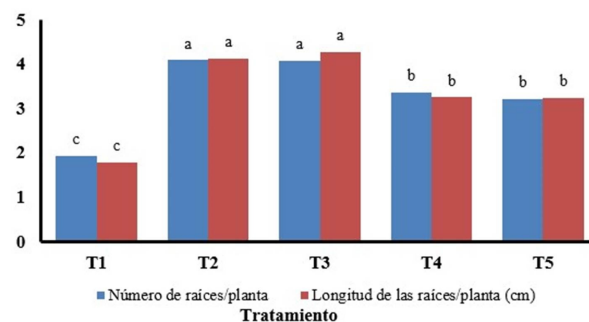
**Figura 1.** Altura (EEx=0,03\*\*\*; D.E=0,64) y vigor de plantas (EEx=0,00\*\*\*; D.E=0,80) de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivar 'YAMIL' durante la fase de aclimatización, a los 28 días (n=60).

Resultados similares en *Capsicum annuum* L. fueron observados por varios autores, que informaron que las plantas con apariencia vigorosa durante la fase de aclimatización cuando las mismas se mantuvieron en una cámara de crecimiento y 16 semanas después se transfirieron a suelo, llegaron a alcanzar 6 cm de longitud (22). Otros autores observaron resultados diferentes en la altura de las plántulas de chiltepín en la fase de aclimatización con el empleo de un oligogalacturónico a las concentraciones de 1, 5 y 10 mg L<sup>-1</sup>, donde la altura con el empleo de este bioestimulador fueron menores que los tratamientos control y en el suplementado con 6-BAP (17).

Además en condiciones de campo y en casas de cultivo, se ha evaluado el efecto del bioproducto QuitoMax® y de la quitosana a diferentes concentraciones, en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de varios cultivos de interés agrícola y se obtuvieron resultados positivos, lo que demuestra la característica estimuladora de estos productos en el crecimiento y establecimiento de las plantas (24).

Los resultados relacionados con el número y longitud de las raíces por planta de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivar 'YAMIL' se muestran en la Figura 2. Como se puede observar hubo diferencias significativas entre los tratamientos para las dos variables evaluadas. Las plantas alcanzaron los mejores resultados con los tratamientos 2 (I+A con AIA [2 mg L<sup>-1</sup>]) y 3 (I+A con QuitoMax® [1 mg L<sup>-1</sup>]), con 4,09 y 4,08 raíces por planta y 4,12 y 4,28 cm de longitud de la raíces, respectivamente. Los resultados más bajos de manera general lo obtuvieron las plantas del tratamiento 1 (Control [sin I+A]).

Resultados similares a los de este trabajo se obtuvieron en el cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.)



T1.- Control (sin I+A), T2.- I+A con AIA (2 mg L<sup>-1</sup>), T3.- I+A con QuitoMax® (1 mg L<sup>-1</sup>) T4.- I+A con QuitoMax® (5 mg L<sup>-1</sup>), T5.- I+A con QuitoMax® (10 mg L<sup>-1</sup>)

I: inmersión de las raíces durante 15 minutos; A: aspersion foliar de las plántulas 15 días después de la plantación; n: total de plantas del experimento en las tres repeticiones

Medias con letras distintas difieren estadísticamente según la prueba de Tukey (p≤0,05) (\*\*\*) significativo para p<0,001)

**Figura 2.** Número (EEx= 0,05\*\*\*; D.E= 0,81) y longitud de las raíces (EEx= 0,06\*\*\*; D.E= 0,92) por planta de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivar 'YAMIL' durante a la fase de aclimatización a los 28 días (n=60).

variedad 'Mara' en condiciones de campo, donde el efecto combinado de la aplicación por imbibición de las semillas y aspersion foliar del bioproducto QuitoMax® a diferentes concentraciones (0,1; 0,5 y 1,0 g L<sup>-1</sup>) mostraron resultados favorables en la longitud radical en todas las concentraciones evaluadas, por lo que las diferentes dosis de QuitoMax® ejercieron un efecto positivo en esta variable de crecimiento (24).

Además, al evaluar el efecto del Pectimorf® en plántulas de chiltepín en la fase de aclimatización observaron que el mayor número y longitud de las raíces se obtuvo con el tratamiento con 10 mg L<sup>-1</sup> de esta oligosacarina (17).

La respuesta mostrada por las distintas variables de crecimiento pudieran ser explicadas a partir de la capacidad de QuitoMax® para estimular el crecimiento de las plántulas, lo que también mantiene una estrecha relación con las concentraciones empleadas, el tamaño molecular y la forma de aplicación del producto al cultivo, que incluye el tiempo de contacto con el órgano que percibe la aplicación, en este caso en la semilla, se estimuló la velocidad de germinación y aceleró el crecimiento. Se ha demostrado que las quitosanas estimulan los niveles de proteínas en las hojas así como los niveles enzimáticos, y la resistencia basal de las plantas (12,25-30).

A partir de los resultados anteriores, para la aclimatización de las plántulas *in vitro* de pimiento (*Capsicum annuum* L.) cultivar 'YAMIL', se debe realizar la inmersión de las raíces de las plántulas durante 15 minutos y la aspersion foliar de las mismas 15 días después de la plantación con QuitoMax (5 mg L<sup>-1</sup>).

## CONCLUSIONES

El empleo del QuitoMax® favoreció la supervivencia, altura y vigor de las plantas de pimiento (*Capsicum annuum* L.) del cultivar 'YAMIL', durante la fase de aclimatación.

## BIBLIOGRAFÍA

- Eshbaugh WH. Peppers: History and exploitation of a serendipitous new crop discovery. New crops [Internet]. 1993; Available from: <https://hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1993/v2-132.html>
- de Morales Dávila Á, de la Paz M. Procesos biológicos implicados en el control de la maduración de los frutos de pimiento (*Capsicum annuum* L.): proteómica funcional y antioxidantes [Internet]. Universidad de Granada; 2015. 130 p. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/dctes?codigo=57343>
- López-Muñoz NR, Romero-Bastidas M, Arce-Amézquita PM, Hernández-Rubio JS. Antifungal activity of antioxidants derived from four cultivars of *Capsicum* spp. against phytopathogenic fungi. Ecosistemas y recursos agropecuarios [Internet]. 2019;6(18):487-98. Available from: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-90282019000300487&script=sci\\_abstract&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S2007-90282019000300487&script=sci_abstract&tlng=en)
- Anuario de Producción. FAOSTAT [Internet]. 2019. Available from: <https://www.fao.org/faostat/es/#home>
- Rodríguez Y, Depestre T, Rodríguez S, Camejo C. 'YAMIL', nueva variedad de pimiento para campo abierto [Internet]. Cuba. El Productor; 2015. Available from: [https://www.grupoagricoladecuba.gag.cu/media/Agrotecnia/pdf/38\\_2014/2/11.pdf](https://www.grupoagricoladecuba.gag.cu/media/Agrotecnia/pdf/38_2014/2/11.pdf)
- Rashmi P, Ramesh J, Jat BL. *In vitro* propagation of wax oil plant Jojoba (*Simmondsia chinensis* L.). World Journal of Pharmaceutical Research [Internet]. 2016;5(4):1524-58. Available from: <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20163186311>
- Nahla AA, Eliraqy M, El-Khasab AA, Ismail RM, Esmail AS, Elsayh SAA, et al. Comparative Studies on Vegetative and *in vitro* Propagation of Elite Selected Jojoba Strains. Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research [Internet]. 2018;1-7. Available from: <https://www.journalajahr.com/index.php/AJAGR/article/view/220>
- Hernández AF, Plana RR, Bonato RR, Borcioni E. Adaptación de vitroplantas de *Acrocomia aculeata*, con la aplicación de HMA y Biobras-16. Cultivos Tropicales [Internet]. 2018;39(2):34-40. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362018000200005&script=sci\\_art-text&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362018000200005&script=sci_art-text&tlng=pt)
- Posada-Pérez L, Padrón-Montesinos Y, González-Olmedo J, Rodríguez-Sánchez R, Barbón-Rodríguez R, Norman-Montenegro O, et al. Efecto del Pectimorf® en el enraizamiento y la aclimatación *in vitro* de brotes de papaya (*Carica papaya* L.) cultivar Maradol Roja. Cultivos Tropicales [Internet]. 2016;37(3):50-9. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362016000300005&script=sci\\_art-text&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362016000300005&script=sci_art-text&tlng=pt)
- Simó-González JE, Ruiz-Martínez LA, Rivera-Espinosa R. Inoculación de hongos micorrizógenos arbusculares (HMA) y relaciones suelo pardo-abonos orgánicos en la aclimatación de vitroplantas de banano. Cultivos Tropicales [Internet]. 2017;38(3):102-11. Available from: <http://scielo.sld.cu/pdf/ctr/v38n3/ctr15317.pdf>
- Grozeva S, Todorova V. *In vitro* regeneration in pepper (*Capsicum annuum* L.) and characterization of plant regenerants. Electronic Journal of Biology [Internet]. 2015;11(1):17-22. Available from: [https://www.researchgate.net/profile/StaniSlava-Grozeva-2/publication/303975592\\_In\\_vitro\\_regeneration\\_in\\_pepper\\_Capsicum\\_annuum\\_L\\_and\\_characterization\\_of\\_plant-regenerants/links/577165b408ae842225ac2518/In-vitro-regeneration-in-pepper-Capsicum-annuumL-and-characterization-of-plant-regenerants.pdf](https://www.researchgate.net/profile/StaniSlava-Grozeva-2/publication/303975592_In_vitro_regeneration_in_pepper_Capsicum_annuum_L_and_characterization_of_plant-regenerants/links/577165b408ae842225ac2518/In-vitro-regeneration-in-pepper-Capsicum-annuumL-and-characterization-of-plant-regenerants.pdf)
- Acosta DL, Menéndez DC, Rodríguez AF. Los oligogalacturónidos en el crecimiento y desarrollo de las plantas. Cultivos Tropicales [Internet]. 2018;39(2):127-34. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362018000200020&script=sci\\_art-text&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362018000200020&script=sci_art-text&tlng=pt)
- Vera Alvarado KE. Uso de quitosano en medios de cultivo para el desarrollo en la propagación *in vitro* de la Orquídea *Cattleya* spp [Internet]. Facultad de Ciencias Agrarias Universidad de Guayaquil; 2017. Available from: <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/17754>
- Rodríguez Pedroso AT, Plascencia Jatomea M, Bautista Baños S, Cortez Rocha MO, Ramírez Arrebato MÁ. Actividad antifúngica *in vitro* de quitosanos sobre *Bipolaris oryzae* patógeno del arroz. Acta Agronómica [Internet]. 2016;65(1):98-103. Available from: [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_art-text&pid=S0120-28122016000100014](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_art-text&pid=S0120-28122016000100014)
- Rodríguez-Rico D. Determinación preliminar del efecto *in vitro* de nanopartículas de quitosano-Prosopis glandulosa para inhibir *Candida albicans*. Revista de Ciencias Farmacéuticas y Biomedicina (ISSN: 2448-8380) [Internet]. 2018;30-30. Available from: <https://rcfb.uanl.mx/index.php/rcfb/article/view/146>
- Hernández-Jiménez A, Pérez-Jiménez JM, Bosch-Infante D, Speck NC. La clasificación de suelos de Cuba: énfasis en la versión de 2015. Cultivos Tropicales [Internet]. 2019;40(1). Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362019000100015&script=sci\\_art-text&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362019000100015&script=sci_art-text&tlng=pt)
- Izquierdo Oviedo H, Alcaraz Meléndez L, Rodríguez-Álvarez M. Micropropagación de chiltepín (*Capsicum annuum* L. cv.'glabriusculum') mediante el empleo de una oligosacarina de origen péctico. Acta universitaria [Internet]. 2017;27(5):34-43. Available from: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_art-text&pid=S0188-62662017000500034](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_art-text&pid=S0188-62662017000500034)
- Cochran WG, Cox GM. Diseños experimentales [Internet]. Trillas; 1965. 132-135 p. Available from: <https://www.urbe.edu/UDWLibrary/InfoBook.do?id=5068>

19. Orlinska M, Nowaczyk P. *In vitro* plant regeneration of 4 *Capsicum* spp. genotypes using different explant types. Turkish Journal of Biology [Internet]. 2015;39(1):60-8. Available from: <https://journals.tubitak.gov.tr/biology/abstract.htm?id=15557>
20. Sanatombi K, Sharma GJ. Micropropagation of *Capsicum annuum* L. Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca [Internet]. 2007;35(1):57. Available from: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.962.9872&rep=rep1&type=pdf>
21. Aniel Kumar O, Rupavathi T, Subba Tata S. Adventitious shoot bud induction in chili pepper *Capsicum annuum* L. cv. X-235. International Journal of Science and Nature [Internet]. 2012;3(1):192-6. Available from: <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.1059.7673&rep=rep1&type=pdf>
22. Paz AR, Castañeda GC. Regeneración *in vitro* de plantas de Chile (*Capsicum annuum* L.) mediante cultivo de cotiledones e hipocótilos. Revista Fitotecnia Mexicana [Internet]. 2004;27(2):121-6. Available from: <https://www.re-dalyc.org/pdf/610/61027201.pdf>
23. Izquierdo H, Núñez M, González MC, Proenza R, Cabrera JC. Influencia de un oligogalacturónido en la aclimatización de vitroplantas de banano (*Musa* spp.) del clon FHIA-18 (AAAB). Cultivos Tropicales [Internet]. 2009;30(1):00-00. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025859362009000100005](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362009000100005)
24. 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 [Internet]. 2017;38(1):147-54. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362017000100019&script=sci\\_arttext&lng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0258-59362017000100019&script=sci_arttext&lng=pt)
25. Malekpoor F, Pirbalouti AG, Salimi A. Effect of foliar application of chitosan on morphological and physiological characteristics of basil under reduced irrigation. Research on Crops [Internet]. 2016;17(2):354-9. Available from: <https://www.indianjournals.com/ijor.aspx?target=ijor:rcr&volume=17&issue=2&article=030>
26. Morales Guevara D, Dell Amico Rodríguez J, Jerez Mompí E, Hernández YD, Martín Martín R. Efecto del QuitoMax® en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). Cultivos Tropicales [Internet]. 2016;37(1):142-7. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025859362016000100020](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362016000100020)
27. Muñoz LL, Ramírez JG. Efecto de los bioestimulantes Biobras 16 y Quitomax sobre el cultivo del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) Variedad Delicias-364 en la agricultura suburbana de Aguada de Pasajeros. Revista Científica Agroecosistemas [Internet]. 2018;6(2):151-60. Available from: <https://ceema.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/208>
28. 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 [Internet]. 2017;38(1):138-46. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S025859362017000100018](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S025859362017000100018)
29. Costales-Menéndez D, Falcón-Rodríguez AB. Combinación de formas de aplicación de quitosano en el desarrollo de soya biofertilizada. Cultivos Tropicales [Internet]. 2018;39(3):71-9. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362018000300010](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362018000300010)
30. 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 [Internet]. 2018;45(2):40-6. Available from: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0253-57852018000200006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0253-57852018000200006)