

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

**Efecto del quitosano sobre variables del crecimiento,
absorción de nutrientes y rendimiento de *Cucumis sativus***

**Effect of chitosan on variables of growth, nutrient absorption and
yield of *Cucumis sativus***

Juan José Reyes-Pérez^{1*}, Rommel Arturo Ramos-Remache¹, Alejandro Falcón-Rodríguez², Miguel Ángel Ramírez-Arrebato³, Aida Tania Rodríguez-Pedroso³, Marisol Rivero-Herrada¹, Luis Tarquino Llerena-Ramos¹

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Av. Quito. Km 11/2 vía a Santo Domingo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador

² Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Mayabeque, Cuba

³ UCTB Los Palacios, Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Carretera La Francia km 1 s/n, Los Palacios, Pinar del Río, Cuba

*Autor para Correspondencia: jreyes@uteq.edu.ec

RESUMEN

Con el objetivo de determinar el efecto de la aplicación de Quitosano sobre el pepino (*Cucumis sativus* L.), se realizó un experimento en condiciones de casa de cristal. Los tratamientos consistieron en la aplicación foliar a las variedades INIVIT y RACER de tres dosis de Quitosano 100, 200 y 300 mg ha⁻¹ y un tratamiento control con agua destilada. Los tratamientos se distribuyeron en un diseño completamente aleatorizado con tres repeticiones. En el momento de cosecha se tomaron muestras de plantas para determinar altura del tallo, largo de la raíz, el contenido de nitrógeno, fósforo y potasio, en el tejido foliar, así como los frutos por planta, biomasa, largo y ancho de los frutos. Los resultados indicaron que las variables del crecimiento, así como la acumulación de nutrientes se influenciaron de manera positiva con la aplicación de Quitosano, especialmente a 300 mg ha⁻¹ mientras la longitud, diámetro y número de frutos se incrementaron a partir de 200 mg ha⁻¹. Existió una relación lineal positiva y altamente significativa, entre las variables del crecimiento, la absorción de nutrientes y la cantidad de frutos por plantas y sus características.

Palabras clave: biopolímero, bioestimulante, hortaliza, pepino

ABSTRACT

To determine the effect of the application of Chitosan on cucumber (*Cucumis sativus* L.), an experiment was carried out in glasshouse conditions. The treatments consisted of the application of three doses of Chitosan 100, 200 and 300 mg ha⁻¹ and a control, on the varieties INIVIT and RACER, for a total of 8 treatments that were distributed in a completely

randomized design with three repetitions. At the time of harvest, plant samples were taken to determine stem height, root length, nitrogen, phosphorus and potassium content in the leaf tissue, as well as the number of fruits per plant, biomass, length and width of the fruits. The results indicated that the variables of the growth and accumulation of nutrients were positively influenced with the application of Chitosan, especially with the maximum dose of 300 mg ha⁻¹, although also the number of fruits as well as the length and its diameter were increased from 200 mg ha⁻¹. There was a positive and highly significant linear relationship between the variables of nutrient growth and absorption and the amount of fruits per plants and their characteristics.

Keywords: biopolymer, biostimulant, vegetable, cucumber

INTRODUCCIÓN

El pepino (*Cucumis sativus* L.) se encuentra entre las hortalizas de mayor demanda a nivel internacional, se puede consumir de diversas formas, sin embargo, se prefiere de forma fresca (Berg *et al.*, 2017; Morales y Manuel, 2018). Desde el punto de vista nutricional, presenta moderado contenido en ácido ascórbico y pequeñas cantidades del complejo vitamínico B, así como minerales, entre los que se encuentra el calcio, cloro, potasio y hierro (Morales y Manuel, 2018; Salcedo *et al.*, 2018). Por las propiedades que tiene el fruto y las semillas, son utilizados en la industria farmacéutica y la cosmetología (Bernardini *et al.*, 2018; Nafeesa *et al.*, 2017).

Por estas razones, el cultivo de la hortaliza ha experimentado incrementos de producción en Ecuador durante los últimos años, lo que ha ido aparejado al desarrollo de investigaciones con el objetivo de incrementar el rendimiento y la calidad del producto que se oferta al mercado (Morales y Manuel, 2018; Salcedo *et al.*, 2018).

Una de las líneas de investigación que se ha ido extendiendo por su influencia en el crecimiento, desarrollo y rendimiento de los cultivos, así como por su inocuidad con el medioambiente, es la aplicación de bioproductos entre los que se encuentran el Quitosano (Malerba y Cerana, 2016, 2018).

El quitosano es un biopolímero y por lo tanto un producto bioseguro cuando es comparado con productos tradicionales, ya que no produce contaminantes, es biocompatible con tejidos de plantas y animales y posee actividad antimicrobiana. Su aplicación potencial en la agricultura, es muy importante por la promoción del crecimiento de las plantas e

inhibición del desarrollo de fitopatógenos (González *et al.*, 2017; Rodríguez-Pedroso *et al.*, 2015, Berumen-Varela *et al.*, 2015).

Se ha demostrado que el quitosano ejerce una influencia positiva como bioestimulante sobre cultivos de granos como frijoles y arroz, tubérculos como la papa, frutas y hortalizas como tomate y pimiento entre otros (Van Toan y Thi Hanh, 2013; Morales *et al.*, 2015; Morales *et al.*, 2016).

Entre los cultivos hortícolas que tiene respuesta al Quitosano se encuentra el pepino, en el que se han reportado efectos marcados sobre variables del crecimiento, desarrollo y rendimiento del cultivo, así como la conservación y mejora de las propiedades poscosechas (Rendina, *et al.*, 2019).

No obstante, la respuesta de los cultivos a las sustancias bioestimulantes puede estar condicionadas por características intraespecíficas y a la vez, por condiciones agroecológicas características de cada localidad, por lo cual, los resultados pudieran ser diferentes.

Teniendo en cuenta lo anterior, el objetivo de este trabajo fue determinar la influencia de la aplicación de Quitosano sobre variables relacionadas con el crecimiento y características del fruto de dos variedades pepino en condiciones agroecológicas de la provincia de Quevedo, Ecuador.

MATERIALES Y MÉTODOS

Condiciones generales para el desarrollo del experimento

La investigación fue desarrollada en un invernadero la Facultad de Ciencias Pecuarias, de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo,

ubicada entre las coordenadas 01° 06' de latitud Sur y 79° 29' de longitud Oeste, a 73 msnm.

La zona ecológica donde se estableció el experimento se clasifica como Bosque Húmedo Tropical con clima tropical húmedo, con temperatura máximas de 29,3 °C, la humedad relativa de 86 %, con precipitaciones de 1587,50 mm/año y heliofanía de 994,40 horas/luz/año (INAMHI; Anuario meteorológico de la Estación Experimental Pichilingue del 2018).

Se utilizó semilla certificada de pepino (*Cucumis sativus* L.) de las variedades INIVIT y RACER. Las semillas fueron sembradas en bolsas 1 kg, utilizando como sustrato, materia orgánica preparada de estiércol vacuno descompuesto. Se colocaron dos semillas en cada bolsa para garantizar el éxito de la germinación y a los 10 días después de la germinación se raleó una de las plantas emergidas. El riego se aplicó diariamente a razón de 150 mL de agua destilada estéril por bolsa.

Tratamientos utilizados y diseño experimental

Se emplearon ocho tratamientos resultantes de variedades de pepino (dos) con dosis de Quitosano 100, 200 y 300 mg ha⁻¹ y un control positivo por cada variedad con agua destilada estéril. Los tratamientos fueron distribuidos en un diseño experimental completamente aleatorizado con cuatro repeticiones, utilizando cuatro bolsas por tratamiento, y un total de 320 bolsas en la investigación.

Variables de crecimiento evaluadas

Las aplicaciones fueron realizadas a los 12 días después de la germinación. En el momento de la cosecha, se tomaron 10 plantas por tratamiento a las que se les determinó el largo del tallo y largo de la raíz con una cinta milimetrada.

Variables de rendimiento evaluadas

Se tomaron 10 plantas por tratamiento a las cuales se les determinó el número de frutos por planta, así como, las dimensiones de largo y ancho de los frutos con una cinta milimetrada.

También se determinó la biomasa de los frutos con una balanza semianalítica. Para ellos las muestras se secaron en una estufa marca FED 115, Binder Alemania, a 65 °C hasta masa constante.

Determinación del contenido de nutriente en las plantas

Se determinaron los contenidos de nutrientes nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), en el tejido foliar de las plantas, en el Laboratorio de Suelos, Foliar y Aguas, de la Estación Experimental Tropical "Pichilingue".

Procesamiento estadístico

Los datos fueron procesados con el paquete Statistica para Windows, versión 10. Para determinar si los mismos cumplían con la homogeneidad de varianza, se realizó la prueba de Cochran, Hartley-Bartlett y para comprobar si se distribuyeron de forma normal, se les realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov.

Los datos se procesaron mediante análisis de varianza de clasificación simple y para la comparación de medias, fue usada la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$). El grado de relación entre las variables del crecimiento y acumulación de nutrientes y las relacionadas con el rendimiento y las características del fruto, se realizaron a través de un análisis de correlación utilizando los coeficientes de correlación de Pearson (Conover, 1999).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados demostraron que el Quitosano ejerció una influencia positiva sobre las variables altura de las plantas y largo de la raíz, pero la magnitud del efecto también dependió de la interacción variedad-dosis aplicada (Tabla 1).

Para ambas variedades la concentración 300 mg ha⁻¹ provocó mayores alturas de las plantas que el resto de las concentraciones aplicadas y el tratamiento control; sin embargo, la mayor altura de todos los tratamientos con diferencias significativas se encontró en las plantas de la variedad RACER a la concentración de 300 mg ha⁻¹ con una media de 285 cm mientras que la menor altura se registró en el tratamiento

Tabla 1. Influencia del Quitosano sobre variables relacionadas con la altura de la planta y el largo de la raíz de dos variedades de pepino

Nº	Tratamientos	Descripción*
1	100% NPK (dosis de la región)	135 – 335 - 225
2	100% NPK + Fosfotic	135 – 335 - 225
3	100% NPK + Safer micorrizas	135 – 335 - 225
4	100% NPK + Fosfotic + Safer micorrizas	135 – 335 - 225
5	100% NK + 75 % P + Fosfotic	135 - 251,25 - 225
6	100% NK + 75 % P + Safer micorrizas	135 - 251,25 - 225
7	100% NK + 75 % P + Fosfotic + Safer micorrizas	135 - 251,25 - 225
8	100% NK + 50 % P + Fosfotic	135 - 167,5 - 225
9	100% NK + 50 % P + Fosfotic + Safer micorrizas	135 - 167,5 - 225
10	100% NK + 25 % P + Safer micorrizas	135 - 83,75 - 225

* Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ($P \leq 0,05$), **ESx** - Error estándar de la media, **AP** - Altura de la planta, **LR** - Largo de la raíz

control de la variedad INIVIT con una media de 207,67 cm.

Una respuesta similar se encontró para la variable largo de las raíces, el mayor valor resultó para la variedad RACER a una dosis de 300 mg ha⁻¹ con 8,66 cm mientras el menor lo registró el control de la variedad INIVIT con 4,66 cm prácticamente la mitad de la longitud. Diversos autores han descrito entre los efectos positivos del Quitosano sobre los cultivos, la estimulación del crecimiento de las plantas, el adelanto en la floración, la regulación del uso del agua por las plantas reduciendo la transpiración, así como su actividad en la protección frente a patógenos de origen fúngico y bacteriano, así como su actividad elicitora de los mecanismos de defensa ante condiciones de estrés (Malerba y Cerana, 2016, 2018; Rendina *et al.*, 2019). Estos efectos posteriormente inciden en el mejoramiento del rendimiento y la calidad de los frutos (Salcedo *et al.*, 2018).

Las manifestaciones relacionadas con la acumulación de elementos nutritivos en el follaje de las plantas, fue un tanto diferente (Tabla 2). La concentración de N y P, fue estimulada de manera significativa en las dos variedades utilizadas al aplicarse 300 mg ha⁻¹, sin embargo, la concentración de K fue mayor en la variedad INIVIT, seguida de la variedad RACER, con diferencias entre ambas y a su vez

con relación al resto de los tratamientos. En este caso, los resultados en el control fueron depresivos, debido a que en las dos variedades se manifestaron los menores valores de los tres elementos.

Este resultado demuestra, que el quitosano tiene una influencia marcada en la absorción y acumulación de elementos nutritivos en el follaje de las plantas de pepino y a su vez, guarda relación con la estimulación del crecimiento y de desarrollo de la especie, lo cual pudiera estar relacionado con la influencia del polisacárido en procesos fisiológicos y de funcionamiento estructural a escala de célula como el crecimiento y multiplicación celular, respiración entre otros, lo cual posteriormente se ve manifestado en la planta.

Por su parte otras variables evaluadas como el número de frutos, así como el largo y diámetro de los mismos, presentaron las mismas manifestaciones al incrementar sus valores de manera significativa con relación al control a partir de los 200 mg ha⁻¹, mientras que la variable biomasa de los frutos, mostró los mejores resultados en la variedad RACER solo con la dosis máxima utilizada, con diferencias significativas cuando se compara con el resto de los tratamientos (Tabla 3). Aunque la dosis de 100 mg ha⁻¹ fue la que menor efecto beneficioso ejerció sobre las

Tabla 2. Influencia del Quitosano sobre la concentración de los elementos Nitrógeno, Fósforo y Potasio en la biomasa foliar de las plantas

Variedades	Quitosano (mg ha)	N	P	K
		(g pl ⁻¹)		
INIVIT	300	0,86 a	0,18 a	1,95 a
INIVIT	200	0,66 b	0,15 b	1,82 b
INIVIT	100	0,57 c	0,12 d	1,47 d
INIVIT	0	0,46 d	0,09 e	1,09 f
RACER	300	0,77 a	0,18 a	1,84b
RACER	200	0,66 b	0,14 bc	1,70 c
RACER	100	0,61 bc	0,13 cd	1,51 d
RACER	0	0,55 cd	0,09 e	1,28 e
ESx		0,03	0,01	0,06

* Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$), ESx - Error estándar de la media, N - Nitrógeno, P - Fósforo, K - Potasio

características del fruto, sus resultados fueron siempre superiores al control en las dos variables utilizadas.

Los resultados obtenidos indican que el Quitosano ejerce un efecto positivo tanto en las variables relacionadas con el crecimiento y acumulación de nutrientes, como en las que caracterizan al fruto. Si bien la variedad RACER, mostró tendencia a mejorar la respuesta en la mayoría de las variables, sobre

todo en la relacionada con la altura del tallo, largo de la raíz y acumulación de nutrientes foliares, este efecto se logró fundamentalmente cuando fueron utilizadas las dosis más altas, sin embargo, aunque la variedad INIVIT por lo general presentó resultados más discretos en estas variables, logró obtener resultados similares a RACER en las características de los frutos, incluso con las dosis de 200 mg ha⁻¹, lo cual sugiere que esta dosis podría ser utilizada

Tabla 3. Influencia del Quitosano sobre algunas características del fruto de dos variedades de pepino

Variedades	Quitosano (mg ha ⁻¹)	NF	BFF (g pl ⁻¹)	LF	DF
				(cm)	
INIVIT	300	7,00 a	316,67 b	18,00 a	5,80 a
INIVIT	200	5,66 ab	280,33 c	16,33 ab	5,40 a
INIVIT	100	4,33 bc	207,00 e	14,00 bc	4,50 bc
INIVIT	0	3,33 c	183,00 f	10,00 df	3,50 d
RACER	300	5,67 ab	351,67 a	17,00 a	5,47 a
RACER	200	5,33 ab	283,34 c	17,00 a	5,15 ab
RACER	100	4,33 bc	239,67 d	12,33 cd	4,35 c
RACER	0	3,33 c	217,66 e	8,83 f	3,82 cd
ESx	0,27		11,33	0,69	0,17

*Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, según la prueba de Tukey ($p \leq 0,05$), ESx - Error estándar de la media, NF - número de frutos, BFF - Biomasa de los frutos, LF - Largo de los frutos, DF - Diámetro del fruto

con preferencia sobre la dosis de 300 mg ha⁻¹, ya que con ella, aunque se obtienen resultados discretos en las variables del crecimiento, tanto el rendimiento del cultivo, como las características del fruto se benefician de manera significativa.

Esta acción del Quitosano puede explicarse porque activa mecanismos bioquímicos y moleculares en las plantas tratadas, entre los que se encuentran, el incremento del Ca²⁺ citosólico, la activación las MAP-quinasas, la inhibición de H⁺-ATPasa en la membrana plasmática, alteraciones en la cromatina, la síntesis de alcaloides y fitoreguladores como el ácido jasmónico y el ácido abscísico (Liang *et al.*, 2014). Estos mecanismos aceleran el metabolismo celular, incrementando los indicadores del crecimiento de las plantas las protegen de estreses bióticos y abióticos. Por su parte, el análisis de correlación realizado (Tabla 4), demostró una relación lineal significativa fuerte y positiva en la mayoría de las variables evaluadas, exceptuando la variable AP, la que manifestó las relaciones más débiles, aunque positivas con variables como el NF, LF y DF y negativa con BFF. De igual forma, ni el LR, ni la acumulación de nutrientes en el follaje, tuvieron influencia sobre la altura que alcanzaron las plantas, por lo cual, lo cual sugiere pensar que el crecimiento del tallo en este caso está condicionado por otras variables

que no fueron abordadas en este estudio.

Siendo de esta forma, podría decirse que la altura de la planta no es una variable con influencia marcada sobre las características del fruto y el rendimiento del cultivo en las condiciones en las que se desarrolló el ensayo, y que, además, la misma no guarda una estrecha relación con la acumulación de los macronutrientes N, P y K determinados en la investigación.

Sin embargo, la mejoría de las características del fruto estuvo influenciada por el largo del sistema radicular, así como por la acumulación de nutrientes foliares, pues el grado de relación fue positivo por lo general muy alto.

Luego del reconocimiento de la molécula de Quitosano por el receptor celular específico, se activa un segundo mensajero que traduce la señal que induce las respuestas fisiológicas que se desencadenan en las plantas (Malerba y Cerana, 2016). Ha sido observado tanto en plantas como en cultivos de células, un incremento de las respuestas defensivas a estrés abiótico y biótico, inicialmente relacionado con una acumulación de peróxido de hidrógeno (H₂O₂), lo cual se piensa que esté asociado a la inducción de la defensa enzimática de muchas especies de plantas y a la síntesis en ellas de metabolitos secundarios tales como polifenoles, flavonoides y fitoalexinas (Malerba, *et al.*, 2011; Iriti y Varoni, 2015).

Tabla 4. Coeficientes de correlación entre variables relacionadas con el crecimiento y acumulación de nutrientes foliares y las características del fruto y en el cultivo del pepino

Variables	NF	BFF	LF	DF	AP	LR	N (g pl ⁻¹)	P (g pl ⁻¹)
BFF	0,79***	-	-	-	-	-	-	-
LF	0,84***	0,82***	-	-	-	-	-	-
DF	0,84***	0,86***	0,92***	-	-	-	-	-
AP	0,26 ^{NS}	-0,15 ^{NS}	0,20 ^{NS}	0,16 ^{NS}	-	-	-	-
LR	0,75***	0,88***	0,83***	0,79***	0,04 ^{NS}	-	-	-
N (g pl ⁻¹)	0,85***	0,90***	0,80***	0,90***	0,07 ^{NS}	0,80***	-	-
P (g pl ⁻¹)	0,82***	0,92***	0,87***	0,88***	0,04 ^{NS}	0,90***	0,89***	-
K (g pl ⁻¹)	0,87***	0,90***	0,92***	0,95***	0,10 ^{NS}	0,82***	0,90***	0,93***

*** p ≤ 0,0001, según análisis de correlación de Pearson (Conover, 1999), AP - Altura de la planta, LR - Largo de la raíz, NF - número de frutos, BFF - Biomasa de los frutos, LF - Largo de los frutos, DF - Diámetro del fruto, N - Nitrógeno, P - Fósforo, K - Potasio

Por otra parte, se ha demostrado que la aplicación foliar no solo mejora el peso de los frutos, el rendimiento en cultivos hortícolas, sino que, de igual forma la aplicación superficial a frutos y hortalizas como pepino, fresa, manzana, zanahoria, alarga su vida útil retardando su deterioro y reduciendo las enfermedades poscosechas de los mismos (Saavedra *et al.*, 2016).

CONCLUSIONES

Las dosis de Quitosano de 200 y 300 mg ha⁻¹ produjeron efectos positivos significativos sobre las dos variables relacionadas con el crecimiento y absorción de nutrientes foliares. Con dosis de 200 mg ha⁻¹, se logra mejorar la cantidad de frutos por plantas y sus características. Existe una relación lineal positiva y altamente significativa, entre las variables del crecimiento y absorción de nutrientes y la cantidad de frutos por plantas y sus características.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, por el apoyo otorgado a través del Fondo Competitivo de Investigación Científica y Tecnológica (FOCICYT) 6ta Convocatoria, a través del proyecto “Evaluación de derivados de Quitosano en la producción sostenible de hortalizas en sistema de cultivo orgánico”.

BIBLIOGRAFÍA

- BERG, J. A., APPIANO, M., BIJSTERBOSCH, G., *et al.* 2017. Functional characterization of cucumber (*Cucumis sativus* L.) Clade V MLO genes. *BMC Plant Biology*, 17. <http://doi.org/10.1186/s12870-017-1029-z>.
- BERNARDINI, C., ZANNONI, A., BERTOCCHI, M., *et al.* 2018. Water/ethanol extract of *Cucumis sativus* L. fruit attenuates lipopolysaccharide-induced inflammatory response in endothelial cells. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 18. <http://doi.org/10.1186/s12906-018-2254-1>.
- BERUMEN-VARELA, G., CORONADO-PARTIDA, L. D., OCHOA-JIMÉNEZ, V. A., *et al.* 2015. Efecto del quitosano en la

inducción de resistencia contra *Colletotrichum* sp. en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. *Investigación y Ciencia*, 23 (6): 16-21. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=67446014003>.

CONOVER, W.J. 1999. *Practical Nonparametric Statistics*. John Wiley y Sons, Inc., New York.

GONZÁLEZ, L. G., JIMÉNEZ, M. C., VAQUERO, L., *et al.* 2017. Evaluación de la aplicación de quitosana sobre plántulas de tabaco (*Nicotiana tabacum* L.). *Centro Agrícola*, 44 (1): 34-40.

IRITI, M. y VARONI, E.M. 2015. Chitosan-induced antiviral activity and innate immunity in plants. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 22, 2935-2944.

LIANG, C., YUAN, F., LIU, F., *et al.* 2014. Structure and antimicrobial mechanism of ε-polylysine-chitosan conjugates through Maillard reaction. *Int. J. Biol. Macromol.*, 70, 427-434.

MALERBA, M., y CERANA, R. 2016. Chitosan Effects on Plant Systems. *International Journal of Molecular Sciences*, 17 (7). <http://doi.org/10.3390/ijms17070996>.

MALERBA, M., y CERANA, R. 2018. Recent Advances of Chitosan Applications in Plants. *Polymers*, 10 (2). <http://doi.org/10.3390/polym10020118>.

MALERBA, M., CERANA, R. y CROSTI, P. 2011. Defense/stress responses activated by chitosan in sycamore cultured cells. *Protoplasma*, 249, 89-98.

MORALES, Á., y MANUEL, Y. 2018. El cultivo de pepino (*Cucumis sativus*, L.), y su comportamiento agronómico por la aplicación de bioestimulantes orgánicos en la zona de Vinces-Ecuador (Thesis). Universidad de Guayaquil, Facultad de Ciencias para el Desarrollo, <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/29147>.

- MORALES-GUEVARA, D., TORRES-HERNÁNDEZ, LL., JEREZ-MOMPIÉ, E., *et al.* 2015. Efecto del Quitosano® en el crecimiento y rendimiento del cultivo de la papa (*Solanum tuberosum* L.). *Cultivos Tropicales*, 36 (3).
- MORALES-GUEVARA, D., AMICO-RODRÍGUEZ, D., JEREZ-MOMPIÉ, E., *et al.* 2016. Efecto del Quitosano® en el crecimiento y rendimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.). *Cultivos Tropicales*, 37 (1).
- NAFEESA, Z., SHIVALINGU, B. R., NEEMA, K. N., *et al.* 2017. Procoagulant serine glycoprotease from *Cucumis sativus* L.: action on human fibrinogen and fibrin clot. 3 *Biotech*, 7 (2). <http://doi.org/10.1007/s13205-017-0686-9>.
- RENDINA, N., NUZZACI, M., SCOPA, A., *et al.* 2019. Chitosan-elicited defense responses in Cucumber mosaic virus (CMV)-infected tomato plants. *Journal of Plant Physiology*, 234-235, 9-17. <http://doi.org/10.1016/j.jplph.2019.01.003>.
- RODRÍGUEZ-PEDROSO, A. T., PLASCENCIA-JATOMEA, M., BAUTISTA-BAÑOS, S., *et al.* 2015. Evaluación de los daños morfológicos causados por el hongo *Bipolaris oryzae* por la aplicación de una quitosana de bajo peso molecular. *Biología Aplicada*, 32 (4), octubre-diciembre, ISSN 1027-2852.
- SAAVEDRA, G.M., FIGUEROA, N.E., POBLETE, L.A., *et al.* 2016. Effects of preharvest applications of methyl jasmonate and chitosan on postharvest decay, quality and chemical attributes of *Fragaria chiloensis* fruit. *Food Chem*, 190, 448-453.
- SALCEDO, G. A., GARCÍA-CAPARRÓS, P., RECA, J., *et al.* 2018. Yield and Nutritional Status of *Cucumis sativus* under different growing conditions in the pacific coast of Ecuador. *Communications in Soil Science and Plant Analysis*, 49 (17), 2209-2218. <http://doi.org/10.1080/00103624.2018.1499756>.
- VAN-TOAN, N. y THI HANH, T. 2013. Application of chitosan solutions for rice production in Vietnam. *African Journal of Biotechnology*, 12 (4): 382-384. DOI: 10.5897/AJB12.2884.

Recibido el 9 de julio de 2019 y Aceptado el 16 de septiembre de 2019