

**Crecimiento, producción y estado fitosanitario de plantas de nabo
(*brassica napus l.*) a la aplicación de quitosano y bacterias promotoras
del crecimiento vegetal**

Ana Ruth Álvarez Sánchez¹

ra.arasanchez@gmail.com

[0000-0003-2780-8600](tel:0000-0003-2780-8600)

Eudoro Miguel Castillo Álvarez¹

ecastillo@uteq.edu.ec

[0000-0003-3599-487X](tel:0000-0003-3599-487X)

Juan José Reyes Pérez¹

jreyes@uteq.edu.ec

[0000-0001-5372-2523](tel:0000-0001-5372-2523)

Aimé Rosario Batista Casacó¹

aimebatista@gmail.com

[0000-0002-1039-7414](tel:0000-0002-1039-7414)

Marlon Fernando Monge Freile¹

mmongef@uteq.edu.ec

[0000-0001-5397-910X](tel:0000-0001-5397-910X)

Mariasol Belén Culcay Véliz¹

mculcay@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-9330-8826>

Wilver Humberto Santana Alvarado¹

wsantanaa@uteq.edu.ec

[0000-0002-6735-1257](tel:0000-0002-6735-1257)

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
Facultad de Ciencias Agropecuarias.
Av. Quito. Km 1 ½ vía a Santo Domingo.
Quevedo, Los Ríos, Ecuador, CP 120504.

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de bioproductos en el crecimiento, producción y estado fitosanitario en plantas de nabo, teniendo en cuenta la viabilidad en el uso de quitosano e inoculantes elaborados a partir de cepas de *Bradyrhizobium japonicum*, para contribuir con prácticas más sostenibles en este cultivo. La presente investigación fue realizada en el campus “La María” de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, provincia de los Ríos, Ecuador. La metodología: un diseño completamente al azar (DCA), conformado por 6 tratamientos triplicados: 1) Quitosano de alto peso molecular, 2) Quitosano de bajo peso molecular; 3) *B. japonicum*; 4) *B. japonicum* + Quitosano de alto peso molecular; 5) *B. japonicum* + Quitosano de bajo peso molecular y 6) testigo. Las semillas de nabo fueron embebidas por 2 horas en cada tratamiento antes de su plantación, los tratamientos se aplicaron a los 10, 20 y 30 días. Para la comparación entre medias se empleó el test de Tukey ($p \leq 0,05$). Los resultados determinaron, que la mayor tasa de emergencia de las semillas de nabo las obtuvo aquellas embebidas con el tratamiento T5 (Quitosano bajo peso + bacteria) con un registro del 49,45%. Los parámetros productivos estudiados fueron: longitud de la hoja, altura de la planta, longitud radicular y rendimiento por hectárea, destacaron los tratamientos con el uso de quitosano de alto peso molecular, así mismo, ocurrió durante la valoración del estado fitosanitario manifestando una gran eficiencia productiva de nabo en las condiciones agroclimáticas de la zona.

Palabras clave: *B. japonicum*; inoculantes; quitosano

Esta investigación ha sido desarrollada gracias al financiamiento del Fondo Competitivo de Investigación Científica y Tecnológica (FOCICYT) del Proyecto Emblemático PEMBL006-2018 perteneciente a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ). La correspondencia relacionada con este proyecto debe ser dirigida a Ana Ruth Álvarez-Sánchez, en la dirección previamente citada.

Growth, production and phytosanitary status of nabo plants (*brassica napus l.*) to the app application of chitosan and bacteria that promote plant growth

ABSTRACT

The objective of this work was to determine the effect of bioproducts on the growth and phytosanitary status of turnip plants, this with the main purpose of determining the viability in the use of ecological alternatives such as chitosan and inoculants made with strains of *Bradyrhizobium japonicum*, with a view to contribute to the implementation of more sustainable practices in turnip production. The present study took place at the “La María” campus of the Quevedo State Technical University, Los Ríos province, Ecuador. The methodology that was used was a completely randomized design (dca), consisting of 6 treatments in triplicate; the treatments consisted of the application of: 1) Chitosan of high molecular weight, 2) Chitosan of low molecular weight; 3) *B. japonicum*; 4) *B. japonicum* + high molecular weight chitosan; 5) *B. japonicum* + Chitosan of low molecular weight and 6) control. The turnip seeds were soaked for 2 hours in each of the treatments before planting later, the treatments were applied at 10, 20 and 30 days. To see the differences between the treatments, the Tukey test was implemented ($p \leq 0, 05$). The results determined that the highest emergence rate of turnip seeds was those obtained embedded with the T5 treatment (Chitosan underweight + bacteria) with a record of 49, 45%. Regarding productive parameters such as: leaf length, plant height, root length and yield per hectare, the treatments that included the use of high molecular weight chitosan stood out, in the same way, it occurred during the evaluation of the state phytosanitary, demonstrating great efficiency in turnip production under the agroclimatic conditions present in the area.

Key words: *B. japonicum*; inoculants; chitosan

Artículo recibido: 05 octubre. 2021

Aceptado para publicación: 02 noviembre 2021

Correspondencia: dra.arasanchez@gmail.com

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

INTRODUCCIÓN

Las Brásicas son conocidas por su consumo en gran parte del mundo (Europa del norte, norte de Asia, América y sur de Oceanía), por ser cultivos de alta calidad y digestibilidad, alto rendimiento y rápido crecimiento (Melo *et al.*, 2019; Ramírez *et al.*, 2017), el nabo es una de las especies más importantes dentro de este género (*Brassica napus L.*) (Joensu- Sinkko, 2015). En Ecuador, esta hortaliza se cultiva en Saquisilí, Ambato, Píllaro, Quero, Cevallos y demás zonas de la región interandina (Abasolo-Pacheco *et al.*, 2020). En la región costa, son escasos los registros que indiquen el establecimiento de este cultivo con fines comerciales (Cunuhay y Vivas, 2017); debido a las condiciones presentes en el litoral que predisponen a las hortalizas a diversos tipos de enfermedades fúngicas, bacterianas y víricas que afectan el rendimiento y la calidad de la producción (Acurio-Vásquez *et al.*, 2020). La alta demanda de productos químicos con frecuencia es recurrente para combatir plagas y enfermedades incrementado los costos de producción, dañando el medio ambiente y generando un incremento en la resistencia a los patógenos por el uso indiscriminado de estos insumos (Blanco y Arragán, 2020). Para hacer frente a esta problemática es necesario adoptar nuevas alternativas que, además de aumentar la brecha beneficio/costo, permitan producir alimentos más saludables de forma ecológica y responsable con el medio ambiente (Raza *et al.*, 2019). Una alternativa a esta problemática es el empleo de bioproductos que puedan mejorar la asimilación de los nutrientes, ayuden en el desarrollo, producción y además, sea una alternativa para reducir la incidencia de fitopatógenos logrando producciones sostenibles y partidarios con el medio ambiente (Brown y Saa, 2015). Dentro de los bioproductos que cumplen con lo descrito anteriormente se encuentra el quitosano (Velásquez *et al.*, 2019; Pérez, 2020) y microorganismos capaces de fijar nitrógeno (León y Fuentes, 2017; González y Fuentes 2017).

El quitosano es un polímero natural biocompatible y biodegradable que constituye un recurso renovable de gran potencial en la agricultura (Peniche- Agüero *et al.*, 2015). Posee características esenciales en su actividad biológica, el cual beneficia el desarrollo y los rendimientos de muchos cultivos (Zerpa *et al.*, 2017; Domini, 2018); además del incremento y la actividad de los microorganismos, así como de organismos benéficos, lo que ayuda a la disposición de nutrimentos y sus propiedades en los suelos de cultivo

umentando de esta manera la producción (Domini, 2018; Holguín-Peña *et al.*, 2020) así como la estimulación inmunológica, la defensa y la resistencia contra patógenos de origen bacteriano, fúngico y viral (Berumen-Varela *et al.*, 2015). Su importante actividad antimicrobiana está determinada por inhibición del crecimiento de patógenos y por la inducción de resistencia sistémica a infección de patógenos (Moreno *et al.*, 2012; Castañeda Ramírez *et al.*, 2016) y por un novedoso método de control de las enfermedades (González y Falcón 2014; Rendina *et al.*, 2019). Por otro lado, las bacterias fijadoras de nitrógeno (BFN), se encargan de fijar nitrógeno atmosférico al suelo (Pérez-Cordero *et al.*, 2014), a través de la inducción en las raíces o en el tallo de la planta de estructuras especializadas denominadas nódulos, dentro de los cuales, el nitrógeno gaseoso se reduce a amonio (Llerena y Castaño, 2014) entre la que sobresale *Bradyrhizobium japonicum*, cuya función es la de capturar nitrógeno del aire, mineralizarlo y cederlo a la planta en una relación de 1 kg. de nitrógeno fijado por cada mg de carbohidrato consumido (Meena *et al.*, 2018). A pesar de que, el quitosano y *B. japonicum* se presentan como una excelente propuesta como abono orgánico en el enfoque de la agricultura sostenible, no se conocen con exactitud la eficiencia que estos insumos ejercen sobre las plantas de nabo.

Es por ello, que la presente investigación tiene como objetivo: Evaluar el efecto de bioproductos como quitosano de alto peso molecular (QAPM), quitosano de bajo peso molecular (QBPM) y bacterias fijadoras de nitrógeno (BFN) específicamente *B. japonicum*, sobre el crecimiento, producción y estado sanitario en plantas de nabo, para obtener información acerca de la eficiencia de cada uno de ellos bajo las condiciones agroclimáticas del campus “La María” en Quevedo, Los Ríos, Ecuador. Esta alternativa brindará un camino viable, sustentable y sostenible para los productores de nabo.

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo correspondió a un diseño completamente al azar (DCA), conformado por 5 tratamientos y un testigo experimental con 20 unidades experimentales por triplicado con un total de 360 plantas. Los tratamientos aplicados fueron T0: Testigo experimental (Sin bioproductos), T1: Aplicación de QAPM, T2: QBPM, T3: *B. japonicum*, T4: *B. japonicum* + QAPM, T5: *B. japonicum* + QBPM.

La siembra se efectuó en bandejas germinadoras de poliestireno expandido de 220 celdas, utilizando sustrato a base de: humus, tamo de arroz, aserrín, arena y suelo tamizado. Las semillas se embebieron por 2 horas en cada uno de los tratamientos posteriormente, se plantaron a una profundidad de 2 mm dentro de las bandejas germinadoras bajo una cubierta con fácil acceso del sol para facilitar la germinación. El trasplante se llevó a cabo a los 6 días después de la siembra, en las primeras horas de la mañana para evitar el estrés. Previo al trasplante, se dotó de riego a las camas, las plántulas se colocaron a una distancia de 0,20 m entre plantas y 0,40 m entre hileras.

La aplicación de bioproductos se realizó a los 10, 20 y 30 días después del trasplante respectivamente. En caso del QAPM y QBPM se empleó en dosis de 300 mg/ha. La BFN (*B. japonicum*) fue aplicada en una dosis de 1×10^5 . Se realizaron controles manuales de malezas en el cultivo a fin de causar el mínimo impacto posible sobre el mismo. Referente al control de plagas y enfermedades, no se adicionó ningún producto químico para su control o prevención con el fin de no alterar los resultados de los bioproductos añadidos. La cosecha se realizó pasado los 60 días de edad del cultivo, verificando que este haya alcanzado su madurez fisiológica.

Las variables cuantificadas en este experimento fueron porcentaje de emergencia, esta se registró diariamente y el porcentaje final se determinó a los 10 días, se calculó mediante la ecuación descrita por Reyes *et al.*, 2020. donde n_1, n_2, \dots, n_{20} son el número de semillas germinadas en los tiempos t_1, t_2, \dots, t_{10} (en días) este proceso se realizó durante la etapa de vivero. Se tomaron variables de crecimiento, como Longitud de la hoja (cm), Altura de planta (cm) y Longitud radicular (cm). Los indicadores de producción se obtuvieron por medio del peso total de la parcela útil transformándolo a kg/ha-1, para ello se empleó la siguiente ecuación:

$$kg. ha^{-1} = \frac{\text{Rendimiento por parcela útil (kg)} * 10000 m^2}{\text{Área de parcela útil (m}^2\text{)}}$$

Se evaluó la incidencia de Mildiu causado por *Peronospora brassicae Gaumann* en los distintos tratamientos durante todo el ciclo productivo este parámetro se evaluó a los 10, 20, 30 y 45 DDT de acuerdo con la siguiente fórmula (Henríquez-Díaz *et al.*, 2020):

$$\text{Incidencia(\%)} = \frac{\text{Número de plantas infectadas}}{\text{Número de plantas evaluada}} * 100$$

Los resultados expresados en porcentaje se transformaron para su procesamiento estadístico por la fórmula sin -1 $\sqrt{\%}$ que garantizó que cumplieran una distribución normal. Todos los resultados se analizaron por análisis de varianza y las medias de los tratamientos se compararon por Pruebas de Rangos Múltiples de Tukey; estos análisis se realizaron con una confianza del 95% (0.05). El software estadístico utilizado fue el Minitab 17 (Minitab Inc., Filadelfia, Pensilvania, EE. UU., 2010).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tasa de emergencia indicó que el tratamiento T5 (QBPM + *B. japonicum*) fue el que obtuvo mejores resultados con el 49,45%, mientras que, el tratamiento con los más bajos resultados fue el T4 (QAPM + *B. japonicum*) con 45,34%. “Tabla1” resultados estadísticamente significativos ($P \leq 0,05$). Nuestros resultados son diferentes a los reportados por Lárez *et al.* (2012) quienes mostraron que el potencial de emergencia en semillas de calabacín (*Cucurbita pepo*) es estimulado con mayor potencial por el quitosano con alto peso molecular. Resultados que podemos observar en algodón americano (*Gossypium Irsutum*), trigo (*Triticum Aestivum*) (Bhaskara *et al.*, 1999), pepino (*Cucumis Sativus*), pimiento (*Capsicum Annuum*), calabaza (*Cucúrbita Sp.*) (Chandrkrachang, 2002) y alcachofa (*Cynara Scolymus L.*) (Ziani *et al.*, 2010).

Pérez *et al.* (2020) reporta en el tomate (*Solanum lycopersicum L.*) con embebecimiento con quitosano, valores superiores al 12,5%. Peña-Datoli *et al.* (2016) en semillas de maíz con

quitosano reporta valores de 13 a 67 % menores al testigo. Es importante destacar que el tiempo de emergencia puede ser influenciado por factores como la temperatura, la humedad y la luminosidad (Ojeda-Silvera *et al.*, 2015). Otros aspectos que influyen en la tasa de germinación son las condiciones físicas del suelo, así como los factores ambientales durante el desarrollo de las plántulas (Bedoya *et al.*, 2018).

Tabla 1

Efecto de Bioproductos Sobre los Componentes de Crecimiento y Rendimiento en Plantas de Nabo

Tratamientos	Descripción	Tasa de emergencia (%)	Longitud de la hoja (cm)	Altura de la planta (cm)	Longitud radicular (cm)	Rendimiento por hectárea kg/ha ⁻¹
Testigo	Sin bioproductos	46,30 ^{bc}	40,61 ^{cd}	48,16 ^d	10,95 ^b	27.423,61 ^c
T1	QAPM	47,39 ^b	45,13 ^a	55,81 ^a	15,98 ^a	38.680,56 ^a
T2	QBPM	45,37 ^c	40,82 ^{cd}	49,48 ^{cd}	12,41 ^b	32.326,39 ^b
T3	<i>B. japonicum</i>	45,84 ^c	39,67 ^d	50,23 ^c	12,51 ^b	28.444,44 ^c
T4	<i>B. japonicum</i> + QAPM	45,34 ^c	44,07 ^{ab}	53,81 ^b	15,86 ^a	35.187,50 ^{ab}

Para las variables de crecimiento, en la longitud de la hoja, se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos, destacándose como mejor tratamiento el T1 (QAPM) obteniendo una longitud de 45,13 cm caso contrario, ocurrió con T3 (*B. japonicum*) el cual, obtuvo el registro más bajo con 39,67 cm “Tabla 1”. Referente a la altura de la planta, al finalizar el experimento (45 días) se observó que el tratamiento T1 (QAPM) obtuvo la mayor altura en los tratamientos con 55,81 cm, mientras que, la menor altura corresponde al testigo con 48,16 cm resultados estadísticamente significativos ($P \leq 0,05$) “Tabla 1”. Los resultados del presente estudio son superiores a los reportados por Abasolo-Pacheco *et al.* (2020) quien obtuvo valores de crecimiento de 31,17 – 42,38 cm a los 45 días de cultivo con la aplicación de medicamentos homeopáticos. Las variaciones en la altura de la planta pueden llegar a tener lugar debido a los factores genéticos, así como los factores climáticos que influye de distintas maneras en la expresión de esta variable lo cual, concuerda con lo mencionado por Argente-Martínez *et al.* (2017), quien manifiesta que la temperatura es uno de los factores ambientales que más afecta a la fisiología de las plantas.

En relación con la longitud radicular el tratamiento con los mayores valores corresponde al T1 (QAPM) y T4 (QAPM + *B. japonicum*) con 15,98 y 15,86 cm respectivamente resultando estadísticamente significativos ($P \leq 0,05$) “Tabla 1”. Los resultados del presente trabajo se encuentran dentro del rango reportado por Zia *et al.* (2016) de 13,44 a 16,85 cm quien utilizó agua tratada magnéticamente para la germinación y

crecimiento del nabo, aunque son mayores a los obtenidos por Chong-Qui. (2019) quien encontró valores radiculares de 10,5 a 13,7 cm utilizando tres tipos de compost. Aisha *et al.* (2014) evaluó el efecto de varios niveles de fertilizante orgánico y ácido húmico en el crecimiento y las raíces de las plantas de nabo (*Brassica rapa*). Y encontró valores de 8,77 a 11,27 cm., similar a Alonso y Díaz, 2019 describen que la longitud radicular depende de la variedad y varía entre 5 a 15 centímetros, el cambio de temperatura bajo cero y la humedad relativa inciden sobre esta variable. Por otro lado, Batista *et al.* (2011) indica que el nabo genera una raíz promedio de 25 cm de longitud; no obstante, este crecimiento no se da en condiciones de clima tropical húmedo y suelo franco-arenoso donde llegó a obtener un promedio máximo de 17.6 cm de longitud lo cual, se asemeja al presente caso en estudio.

El rendimiento por hectárea kg/ha indico que, el tratamiento T1 (QAPM) fue el más sobresaliente con 38. 680,56 kg/ha⁻¹, seguido del T4 (QAPM + *B. japonicum*) con 35.187,50 kg/ha⁻¹, mientras que por otra parte, el tratamiento T3 (*B. japonicum*) obtuvo el menor rendimiento registrado con un promedio de 28.444,44 kg/ha⁻¹. Los rendimientos de la presente investigación son semejantes a los obtenidos por Abasolo *et al.* (2020) quien reporta un valor de 34. 250,00 kg ha⁻¹ con una rentabilidad del 71%, y superiores a los reportados por Chong Qui. (2019) que estuvieron entre 22. 916,7, 21. 666,7 y 19. 983,3 kg ha⁻¹. Estas diferencias se deben posiblemente a elementos como el cultivar, época de siembra, la vegetación del cultivo (el suelo, humedad, pH y en especial la calidad de la semilla (Rojas y Aristizábal, 2011).

Finalmente, la evaluación del estado fitosanitario demostró una evidente superioridad en el control de Mildiu por parte de los tratamientos que involucraron el uso del QAPM (T1 y T4); no se encontró diferencias significativas ($p \geq 0,05$) entre ambos tratamientos a los 10, 20 y 30 DDT. La diferencia estadística se observó a los 45 DDT donde el tratamiento T1 demostró tener menor incidencia de Mildiu (18,33%) en comparación con los otros tratamientos y el control experimenta T0 (63,33%). El tratamiento con *B. japonicum* no presentó diferencias significativas ($p \geq 0,05$) respecto al tratamiento control T0 en ninguno de los muestreos realizados “Tabla 2”. La incidencia de Mildiu en el presente trabajo fue mayor a la encontrada por Henríquez-Díaz *et al.* (2020) a los 40 DDT donde utilizando Quitomax encontró valores de Mildiu vellosa en plantas de pepino de 28,2% a 56,5% y menor a la reportada a los 50 DDT 31,5% a 84,5%. Los

resultados obtenidos podrían guardar relación con lo concluido por Lárez (2012) en su investigación, quien determina que además de estimular el crecimiento de la planta, el quitosano induce los mecanismos de defensa en raíces, hojas y frutos contra fitopatógenos como: bacterias, hongos y nemátodos.

Tabla 2

Incidencia de Mildius Causado por Peronospora brassicae Gaumann en Plantas de Nabo

Tratamientos	Descripción	Incidencia (%)			
		10 DDT	20 DDT	30 DDT	45 DDT
T0	Sin bioproductos	16,67 ^c	41,67 ^c	53,33 ^d	63,33 ^d
T1	QAPM	1,67 ^a	8,33 ^a	13,67 ^a	18,33 ^a
T2	QBPM	12,33 ^b	14,67 ^b	30,00 ^c	35,00 ^c
T3	B. japonicum	15,67 ^c	39,33 ^c	48,00 ^d	56,67 ^d
T4	B. japonicum + QAPM	3,33 ^a	9,00 ^a	16,67 ^a	21,33 ^{bc}
T5	B. japonicum + QBPM	10,33 ^b	16,33 ^b	20,00 ^b	25,00 ^{bc}
ES		4,3	3,9	4,0	3,8

CONCLUSIONES

El quitosano de bajo peso molecular en combinación con *B. japonicum* presentó los más altos promedios de tasa de emergencia con un registro del 49,45%. Los parámetros de crecimiento y producción como: longitud de la hoja, altura de la planta, longitud radicular y rendimiento por hectárea, destacaron los tratamientos que incluyeron el uso de quitosano de alto peso molecular.

La aplicación de quitosano de alto peso molecular como aditivo agrícola demostró poseer una marcada influencia en la incidencia de Mildiu causado por *Peronospora brassicae Gaumann* en el cultivo de nabo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Abasolo, F., Ojeda-Silvera, C., Cervantes, J., Villacreses, E., Aviles, D., Mendoza, E. y Mazón-Suástegui, J.M. (2020). Respuesta agronómica del Nabo (*Brassica napus L.*) a la aplicación de medicamentos homeopáticos. *Terra Latinoamericana*, 38(1), 183-198. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.667>

- Acurio-Vásconez, R. D., Mossot, J. E., Shagñay, A. G., Tenorio, E. M., Utreras, V. P. C. y Suquillo, I. D. (2020). Evaluación de *Bacillus spp.* como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (RPCV) en brócoli (*Brassica oleracea var. italica*) y lechuga (*Lactuca sativa*). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1-16. <https://doi.org/10.21930>
- Aisha, H. A., Shafeek, M. R., Mahmoud, R. A., y El Desuki., M. (2014). Effect of various levels of organic fertilizer and humic acid on the growth and roots quality of turnip plants (*Brassica rapa*). *Current Science International*, 3(1), 7-14. <https://doi.org/10.24925/turjaf.v8i8.1763-1772.3504>
- Alonso, R. U. y Díaz, E. R. (2019). Evaluación del efecto de tres tratamientos de fertilización (más un testigo DAP) en el desarrollo aéreo y radicular de colinos de café variedad castillo. *Revista Matices Tecnológicas*, 10 (1), 6-37. <http://ojs.unisangil.edu.co/index.php/revistamaticestecnologicos/article/view/20>
- Argentel-Martínez, L., Garatuza-Payán, J., Armendáriz-Ontiveros, M. M., Yépez-González, E. A., Arredondo-Moreno, J. T. y González Aguilera, J. (2017). Estrés térmico en cultivo del trigo. Implicaciones fisiológicas, bioquímicas y agronómicas. *Cultivos. Tropicales*, 38 (1), 57-67. <https://n9.cl/aqya>
- Batista, C., Barros, L., Carvalho, A. M. y Ferreira, I. C. (2011). Nutritional and nutraceutical potential of rape (*Brassica napus L. var. napus*) and “tronchuda” cabbage (*Brassica oleraceae L. var. costata*) inflorescences. *Food and Chemical Toxicology*, 49(6), 1208-1214. <https://doi.org/10.1016/j.fct.2011.02.023>
- Bedoya-Corrales, L. I., García-Arango, D. A., Sepúlveda-Aguirre, J., Echeverri-Gutiérrez, C. A. y Acosta-Agudelo, L. C. (2018). Comparative study of germination percentage for *Lactuca sativa* varieties: sustainable orchards in urban environments. *Producción+ Limpia*, 13(1), 83-91. <https://doi.org/10.22507/pml.v13n1a10>
- Berumen Varela, G., Coronado Partida, L. D., Ochoa Jiménez, V. A., Chacón López, M. A., Bhaskara, M., Arul, J., Angers, P. y Couture, L. (1999). Chitosan treatment of seeds induces resistance to *Fusarium graminearum* and improves seed quality. *Journal of Agricultural Food Chemistry*, 47, 1208-1216. <https://doi.org/10.1021/jf981225k/>

- Blanco Chura, A., y Arragán Tancara, F. (2020). Concentraciones de Abono Orgánico Líquido Aeróbico (AOLA) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea*) mediante riego por goteo. *Revista de Investigación e Innovación Agropecuaria y de Recursos Naturales*, 7 (2), 66-72. <https://n9.cl/q862n>
- Brown, P. y Saa, S. (2015). Biostimulants in agriculture. Mini Review. *Frontiers Plant Science*. 6(671), 1-3. <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00671>
- Castañeda-Ramírez, J.C., Laurel-Ángeles, V., Espinoza-Zamora, J., Salcedo-Hernández, R. , López Ramírez, M.E. y De la Fuente-Salcido, N.M. (2016). Efecto del quitosano para el biocontrol de hongos fitopatógenos identificados molecularmente de frutas y hortalizas en Guanajuato. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 207-213. <https://n9.cl/yw6xr>
- Chandrkrachang, S. (2002). The applications of chitin in agriculture in Thailand. *Advances in Chitin Science*, 5, 458-462. <http://dx.doi.org/10.1016/j.plantsci.2006.02.006>
- Chong-Qui, J. P. (2019). Evaluación de tres tipos de compost en el rendimiento del cultivo de nabo (*Brassica rapa L.*) [Bachelor's thesis, Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador]. <http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3686/>
- Cunuhay, K. E. y Vivas, M. M. (2017). Evaluación agronómica de hortalizas de hoja, col china (*Brassica campestris*) y perejil (*Petroselinum crispum*) con fertilizantes orgánicos. *Ciencia y Tecnología al Servicio del Pueblo*, 2(1), 29-34. <https://n9.cl/hmy07>
- Domini, A. K. (2018). Potencialidades del quitosano para la fresa. Usos en la mejora y conservación de los frutos. *Cultivos Tropicales*, 39(1), 134-142. <https://n9.cl/1a70v>
- Doncel, A., Chamorro, L. y Pérez, A. (2016). Actividad in vitro de bacterias endófitas promotoras de crecimiento asociadas con pasto colosoana en el municipio de Corozal, Sucre. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*, 351-360. <https://doi.org/10.24188/recia.v8.n0.2016.391>
- González, D., Costales, D. y Falcón, A. (2014). Influencia de un polímero de quitosana en el crecimiento y la actividad de enzimas defensivas en tomate (*Solanum lycopersicum L.*). *Cultivos Tropicales*, 35(1), 35-42. <https://n9.cl/v4hc7>

- González, H. y Fuentes, N. (2017). Mecanismo de acción de cinco microorganismos promotores de crecimiento vegetal. *Revista de Ciencias Agrícolas*, 34(1),17. <https://doi.org/10.22267/rcia>
- Gutiérrez Martínez, P. (2015). Efecto del quitosano en la inducción de resistencia contra *Colletotrichum* sp. en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Tommy Atkins. *Investigación y Ciencia*, 66, 16-21. <https://n9.cl/t9hy1>
- Henríquez Díaz, L. G., Salgado-Valle, Y., Ramírez-Arrebato, M., Reyes-Pérez, J., Rodríguez Pedroso, A. T., Ruiz Sánchez, M., y Hernández-Montiel, L. G. (2020). Efecto de Quitomax en el control del mildiú vellosa en pepino (*Cucumis sativus* L.). *Ecosistemas Recursos Agropecuarios*, 7(2), e2479. <https://doi.org/10.19136/era.a7n2.2479>
- Holguín-Peña, R. J., Vargas-López, J. M., López-Ahumada, G. A., Rodríguez-Félix, F., Borbón -Morales, C. G. y Rueda-Puente, E. O. (2020). Efecto de quitosano y consorcio simbiótico benéfico en el rendimiento de sorgo en la zona indígena “Mayos” en Sonora. *Terra Latinoamericana*, 38, 267-276. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i2.669>
- Joensuu, K. y Sinkko, T. (2015). Environmental sustainability and improvement options for agribiomass chains: Straw and turnip rape. *Biomass and Bioenergy*, 83, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2015.08.014>
- Lárez V., C., Chirinos, A., Tacoronte, M. y Mora, A. (2012). Chitosan oligomers as bio-stimulants to Zucchini (*Cucurbita pepo*) seed germination. *Agriculture (Pol'nohospodárstvo)*, 58(3), 113-119. <https://n9.cl/xxaxb>
- León, L. H. (2014). Determinación del potencial promotor del crecimiento vegetal de las enterobacterias aisladas de la rizósfera del cultivo de maíz (*Zea mays* L.). *Scientia Agropecuaria*, 5, 177 - 185. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2014.04.02>
- Llerena Hidalgo, Á., y Castaño Oliva, R. (2014). Importancia de la coinoculación de la bacteria *Bradyrhizobium japonicum* con Hongos Micorrizas Arbusculares en el cultivo de soya. *Alternativas*, 15(1), 3–9. <https://n9.cl/5wjk0>
- Meena, R. S., Vijayakumar, V., Yadav, G. S. y Mitran, T. (2018). Response and interaction of *Bradyrhizobium japonicum* and arbuscular mycorrhizal fungi in

- the soybean rhizosphere. *Plant Growth Regulation*, 84(2), 207-223. <https://doi.org/10.1007/s10725-017-0334-8>
- Melo, R. A., Vendrame, L. P. Madeira, N. R., Blind, A. D. y Vilela, N. J. (2019). Caracterización da cadeia produtiva de brássicas no Brasil. *Horticultura Brasileira*, 37(4), 366-372. <https://n9.cl/4805x>
- Moreno, A., Cartaya, O., González, D., Reynaldo, I., y Ramírez, M. (2012). Metodología factible para la obtención de quitosano con fines agrícolas. *Revista iberoamericana de polímeros*, 13(2), 69–76. <https://n9.cl/pch52>
- Ojeda-Silvera, C. M., Murillo Amador, B., Nieto Garibay, A., Troyo Diéguez, E. , Ruíz Espinoza, F. H., y García Hernández, J. L. (2015). Emergencia y crecimiento de plántulas de variedades de albahaca (*Ocimum basilicum L.*) sometidas a estrés hídrico. *Ecosistemas Recursos Agropecuarios*, 2(5), 151-161. <https://doi.org/10.19136/era.a2n5.766>
- Peniche-Agüero, H., Ramírez-Arrebato, M. A. y Peniche-Covas, C. (2015). El quitosano y su impacto en la agricultura. *Revista de plásticos modernos: Ciencia y Tecnología de Polímeros*, 109(701), 6. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5114420>
- Peña-Datoli, M., Hidalgo-Moreno, C. M., González-Hernández, I., Alcántar-González, V. A. y Etchevers-Barra, J. D. (2016). Recubrimiento de semillas de maíz (*Zea mays L.*) con quitosano y alginato de sodio y su efecto en el desarrollo radical. *Agrociencia*, 50(8), 1091-1106. <https://n9.cl/s4mvy>
- Pérez Cordero, A., Tuberquia Sierra, A. y Amell Jiménez, D. (2014). Actividad *in vitro* de bacterias endófitas fijadoras de nitrógeno y solubilizadoras de fosfatos. *Agronomía Mesoamericana*, 25(2), 214-223. <https://doi.org/doi.10.15517/am.v25i2.15425>
- Pérez, J. J. (2020). Aplicación de quitosano incrementa la emergencia, crecimiento y rendimiento del cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en condiciones de invernadero. *Biotecnia*, 22(3), 156-163. <https://doi.org/10.18633/biotecnia.v22i3.1338>.
- Ramírez, A. C., M. E. Robles, M. D. Juárez, García y C. Ozuna. (2017). Estudio De La Actividad Antimicrobiana De Extractos Vegetales Obtenidos A Partir De Hojas De Brássicas. *Jóvenes en la ciencia*. 3(2), 1933-1937. <https://n9.cl/50sf8>

- Raza, A., Razzaq, A., Mehmood, S. S., Zo, X., Zhang, X., Lv, Y. y Xu, J. 2019. Impact of climate change on crops adaptation and strategies to tackle its outcome: A Review. *Plants*, 8, 1-29. <https://doi.org/10.3390/plants8020034>.
- Rendina, N., Nuzzaci, M., Scopa, A., Cuypers, A. y Sofo, A. (2019). Chitosan-elicited defense responses in Cucumber mosaic virus (CMV)-infected tomato plants. *Journal of Plant Physiology*, 234 (235), 9-17. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2019.01.003>.
- Rojas, Á. F. y Aristizábal, I. D. (2011). Efecto del contenido de humedad sobre propiedades físicas de la semilla de vitabosa (*Mucuna deeringiana*). *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*. 64(1), 5961-5971. <https://n9.cl/wuy8g>
- Velásquez, C. L., Pirela, M. L., Chirinos, A. y Avelizapa, L. I. (2019). Nuevos retos en agricultura para los biopolímeros de quitina y quitosano. Parte 1: Efectos beneficiosos para los cultivos. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 20 (3), 118-136. <https://n9.cl/k2fa>
- Zerpa, J. A., Rincón, M. C., Rincón, D., y Colina, J. A. (2017). Efecto del uso de quitosano en el mejoramiento del cultivo del arroz (*Oryza sativa L.* variedad sd20a). *Recording Industry Association of America*, 8(2), 151-165. <http://dx.doi.org/10.22490/21456453.2041>
- Zia H., Munawar, I., Jamil, Y., Anwar, H., Younis, A., Arif, M., Zeshan, M. y Berumen Abasolo F. Hussain. (2016). Magnetically treated water irrigation effect on turnip seed germination, seedling growth and enzymatic activities. *Information Processing in Agriculture*, 3(2), 99-106. <https://doi.org/10.1016/j.inpa.2016.03.004>
- Ziani, K., Ursúa, B. y Maté, J. (2010). Application of bioactive coatings based on chitosan for artichoke seed protection. *International Journal of Carbohydrate Chemistry*, 29, 853-859. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.03.002>