



**Respuesta agronómica de plantas de tomate *solanum lycopersicum* L.
a la aplicación de *bradyrhizobium japonicum* y quitosano**

Ana Ruth Álvarez Sánchez¹

dra.arasanchez@gmail.com

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

Leonardo Manuel Cedeño Gómez¹

lcedeno@uteq.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-5790-7610>

Juan José Reyes-Pérez¹

jreyes@uteq.edu.ec

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

Aimé Rosario Batista Casacó¹

aimebatista@gmail.com

<https://orcid.org/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)

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

RESUMEN

La presente investigación se desarrolló para determinar la respuesta agronómica de plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) a la aplicación de *Bradyrhizobium japonicum* y quitosano de alto y bajo peso molecular. Para el análisis, se establecieron 6 tratamientos 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 experimental con 3 repeticiones distribuidos aleatoriamente en un diseño completamente al azar (DCA). Para la comparación entre medias se empleó el test de Tukey ($p \leq 0,05$). Las semillas se embebieron por dos horas en los distintos tratamientos, posterior al trasplante se realizaron aplicaciones durante su desarrollo a los 30, 60 y 90 días. Los resultados determinaron que, la mayor tasa de emergencia de las semillas de tomate las obtuvo aquellas embebidas con el tratamiento T1 (QAPM) y T4 (BFN+QAPM) obtuvieron los mejores resultados con 91,50 y 90,54%. En lo que respecta a parámetros productivos 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 bajo peso molecular y el inoculante de *Bradyrhizobium japonicum*, obteniendo en la mayoría de los casos un mejor registro por encima de los demás tratamientos.

Palabras claves: bioproductos; bioestimulantes; fitosanidad

Agronomic response of tomato *solanum lycopersicum* l. plants to the application of *bradyrhizobium japonicum* and chitosane

ABSTRACT

The present investigation was carried out to determine the agronomic response of tomato plants (*Solanum lycopersicum* L.) to the application of *Bradyrhizobium japonicum* and chitosan of high and low molecular weight. For the analysis, 6 treatments were established 1) high molecular weight chitosan, 2) low molecular weight chitosan; 3) *B. japonicum*; 4) *B. japonicum* + high molecular weight chitosan; 5) *B. japonicum* + low molecular weight chitosan and 6) experimental trial with 3 replicates randomly distributed in a completely randomized design (DCA). For the comparison between means, the Tukey test ($p \leq 0.05$) was used. The seeds were soaked for two hours in the different treatments, after transplanting, the applications will be made during their development at 30, 60 and 90 days. The results determined that the highest rate of emergence of obtuse tomato seeds those soaked with the treatment T1 (QAPM) and T4 (BFN + QAPM) obtained the best results with 91.50 and 90.54%. Regarding productive parameters such as: leaf length, plant height, root length and yield per hectare, the treatments that include the use of low molecular weight chitosan and the *Bradyrhizobium japonicum* inoculant will be highlighted, obtaining in most of the cases a better record on the other treatments.

Keywords: bioproducts; phytosanitary status; chitosan; yield; tomato

Artículo recibido: 05 octubre. 2021

Aceptado para publicación: 02 noviembre 2021

Correspondencia: dra.arasanchez@gmail.com

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

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).

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum* L.) es considerado uno de los principales cultivos a nivel mundial, según Dávila (2017), debido a su elevado potencial alimenticio; altos contenidos de licopeno, antioxidantes, vitaminas A y C, además de ser ampliamente utilizado en la industria cosmética, farmacéutica y ornamental (Valdez-Arellanes *et al.*, 2020; Sánchez & Díaz-Barrera, 2019). Debido a su alta demanda tanto para consumo fresco como procesado, autores como (Du *et al.* 2020) hacen alusión a que la producción se ha incrementado cerca del 300 % en las últimas cuatro décadas ha llegado a clasificarse como el segundo vegetal de mayor importancia con 5,02 millones de hectáreas plantadas en el mundo y una producción total reportada de 170,7 millones de toneladas, con China en el primer puesto como productor e siguen Estados Unidos, Turquía, Italia, Egipto e India, países que conjuntamente han producido durante los últimos 10 años el 70 % de la producción global.

En Ecuador, el tomate cuenta con una superficie sembrada de 2.609 ha, se cultiva en campo abierto, como bajo cubierta plástica, principalmente en las provincias de Pichincha, Tungurahua, Cotopaxi, Azuay y en la región amazónica, con una producción de 62, 675 toneladas y un promedio de rendimiento de 32.07 t ha⁻¹ en campo abierto y 250 t ha⁻¹ en invernadero lo que constituye un renglón importante en el comercio local y en la exportación (Alemán *et al.* 2016). A pesar de su gran importancia, los productores con el fin de maximizar los rendimientos del cultivo de tomate y mejorar su fitosanidad, han requerido de una elevada aplicación de fertilizantes minerales y pesticidas de acuerdo a lo planteado por Aguiñaga-Bravo *et al.* (2020), no obstante, se ha comprobado científicamente que el uso irracional de estos insumos propician un impacto negativo en el medio ambiente, ya que contaminan el suelo, se reduce la biodiversidad, aumentan los riesgos de salinización, disminuyen considerablemente las reservas energéticas del suelo y se contaminan las aguas superficiales y subterráneas según Socarrás *et al.* (2020).

De la creciente demanda de tomate, así como los altos costos de los insumos agrícolas y con el propósito de conservar los agroecosistemas, surge la necesidad de buscar nuevas tecnologías para incrementar la producción y ofrecer un producto libre de residuos tóxicos a los consumidores la cual ha motivado la búsqueda de alternativas que permitan una nutrición orgánica, ecológicamente sostenible que posea como condición

principal, además de satisfacer las necesidades humanas, mejorar y conservar el ambiente. Una de las alternativas más generalizadas es el uso de los bioproductos (Calero *et al.*, 2019).

Entro los bioproductos que se vienen usando ampliamente en la producción de hortalizas se encuentra el Quitosano, el cual se utiliza como bioestimulante para promover el crecimiento, así como para inducir tolerancia al estrés abiótico y resistencia a patógenos, aumentando las respuestas defensivas de las plantas (Reyes *et al.*, 2020).

De acuerdo a su grado de polimerización, el Quitosano puede ser de bajo peso molecular (QBPM) y de alto peso molecular (QAPM) siendo el QBPM más activo frente a hongos; sin embargo, un estudio reciente demostró que el QAPM tendría mayor actividad anti-fúngica debido probablemente al mayor grado de protonación de la molécula (Peña-Dalton *et al.*, 2016).

Así Santiago *et al.* (2020) hacen alusión a las bacterias del género “*Rhizobium*”, o también denominadas bacterias fijadoras de nitrógeno (BFN) las cuales, se encargan de extraer directamente el nitrógeno del aire originando compuestos susceptibles de incorporarse a la composición del suelo, aumentando la disponibilidad de minerales para la planta tal como agrega (Cubillo-Honajosa, 2021). Entre las BFN más importantes se encuentran las *Bradyrhizobium japonicum*, las cuales permiten desarrollar los nódulos esenciales en el sistema radicular de las plantas, permitiéndoles extraer nitrógeno de la atmósfera (Meena *et al.*, 2018).

Tomando en cuenta las múltiples ventajas que ofrecen estos bioproductos y los diversos requerimientos de esta solanácea, se propone en la presente investigación evaluar el efecto de estos bioproductos (QAPM, QBPM) y BFN, como *Bradyrhizobium japonicum*; en el cultivo de tomate, para determinar la efectividad agrobiológica de crecimiento, desarrollo, fitosanidad y productividad de este importante cultivo.

MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó en el Campus “La María” predio de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, localizada en el kilómetro 7.5 de la vía Quevedo, El Empalme, cantón Mocache, provincia de Los Ríos, cuya ubicación geográfica es de 10 6’ 28’’ de latitud sur y 700 27’ 13’’ de longitud oeste.

El ensayo correspondió a un diseño completamente al azar (DCA), conformado por 5 tratamientos y un testigo experimental con tres repeticiones con 20 plantas por unidad

experimental 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. Las semillas de tomate se embebieron por 2 horas en cada uno de los tratamientos. La siembra se realizó en bandejas germinadoras de polietileno expandido de 220 celdas, utilizando sustrato a base de: humus (20%), tamo de arroz (10%), aserrín (10%), arena (10 %) y suelo tamizado (50%).

La aplicación de bioproductos se llevó a cabo a los 30, 60 y 90 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 . La cosecha se realizó pasado los 150 días de edad del cultivo, verificando que este haya alcanzado su madurez fisiológica.

Las variables cuantificadas en este experimento fue el 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 n1, n2, n20 son el número de semillas germinadas en los tiempos t1, t2, ... t10 (en días) este proceso se realizó durante la etapa de vivero; y otras 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 y Reyes *et al.*, 2018):

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

Obtención del inoculo con *Bradyrhizobium japonicum*

La cepa de *Bradyrhizobium japonicum*, fue donada por el Dr. Fabricio Canchignia a cargo del Laboratorio de Biotecnología Vegetal de la UTEQ. Para la realización de este proceso se utilizó el medio de cultivo YEM BROTH, el cual es específico para bacterias fijadoras de nitrógeno (BFN).

Manejo

El manejo se efectuó en dos etapas, la etapa de vivero y la etapa de invernadero. Durante la etapa de vivero se realizó el riego dos veces por día, con la ayuda del atomizador, en las primeras horas de la mañana y las últimas horas de la tarde, en lo que respecta al control de malezas, este se hizo de forma manual, de igual manera se realizó un raleo para evitar la sobrepoblación de plántulas de tomate por hoyo, conservando únicamente una planta por cada hoyo.

Por otro lado, en el manejo efectuado a partir del trasplante en la etapa de invernadero, se hizo el riego cada 3 días, se aporcaron manualmente las plantas, se efectuaron las respectivas podas en la plantación, y se hizo el respectivo control de malezas tanto dentro de las parcelas como en los pasillos de forma manual.

Para el tutoreo se colocaron alambres a lo largo de la hilera, y a partir de estos se sostuvieron las plantas de tomate con la ayuda de una piola.

Para la cosecha se realizó de forma manual, la cual consistió en desprender la fruta madura de la planta, por medio de una fractura del pedúnculo o mediante torsión o giro.

Análisis estadísticos

Los resultados expresados en porcentaje se transformaron para su procesamiento estadístico por la fórmula $\sqrt{-1}$ 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.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Porcentaje de germinación

Los resultados obtenidos demostraron que los tratamientos T1 (QAPM) y T4 (BFN+QAPM) fueron mejores, con 91,50 y 90,54% respectivamente al porcentaje de germinación, mientras que, el tratamiento 3 obtuvo el registro más bajo con 82,79%. Lo

cual, indica diferencias significativas ($p \leq 0.05$) (tabla 1). Estos resultados son similares a los reportados por Fernández-Bravo (2016), quien al utilizar la mezcla de compost de cachaza de caña de azúcar y aserrín de coco molida en relación 2:1. en la siembra de una variedad de tomate local, y no tuvo diferencias significativas con el resto de los 6 sustratos empleados en su investigación, atribuibles a que los efectos positivos en la germinación pueden estar relacionados con la menor densidad manifestada en los diferentes tratamientos y al lavado de sales a consecuencia del riego, lo cual no tuvo tampoco un efecto negativo.

La actividad biológica del quitosano en los cultivos se ha explicado por varios mecanismos uno de ellos plantea el reconocimiento de moléculas de quitina/quitosano por receptores específicos presente en las células vegetales. En el caso de la semilla, influyen en la activación de los procesos germinativos de acuerdo con (Henríquez & Reyes, 2018). No obstante, según Andrade (2017), en este caso, factores asociados a la salinidad del suelo podrían incidir de forma negativa a esta situación, disminuyendo el porcentaje de germinación de las semillas por las altas concentraciones de sales que se encuentran en el medio donde son sembradas, prologando también el tiempo en que realizan este proceso.

Longitud de la raíz

En la longitud de la raíz (cm), se encontró diferencias significativas entre los tratamientos, sobresaliendo T5 (BFN+QBPM) y T2 (QBPM) con longitudes de 22,07 y 21,47 cm. Caso contrario, ocurrió con el tratamiento control (testigo), T1 (QAPM) y el T4 (BFN+QAPM), quienes mostraron los registros más bajos con 16,47, 15,67 y 14,60 cm respectivamente. Estos resultados son similares a los reportados por Chiquito-Contreras *et al.*, (2018) quienes aseguran que cuando se emplean bioestimulantes como el humato de vermicompost, estimulan el crecimiento, la biomasa en la raíz y el tallo, gracias al efecto de la biodisponibilidad de nutrientes en el sustrato, referido también al contenido de carbohidratos de la plántula, importante para la producción y desarrollo de raíces, por lo que un mayor peso seco de hojas es posiblemente que esté relacionado con una mayor área foliar para realizar la fotosíntesis, a favor de estas estructuras. Lo que concuerda con Cartaya *et al.*, (2017), quienes aseguran que el crecimiento del sistema radicular está estrechamente ligado a la provisión de glúcidos de la parte aérea, por lo que, todo factor que actúe sobre ésta también incidirá sobre el crecimiento y el

funcionamiento de la parte subterránea, estos sistemas radiculares se caracterizan por una adaptabilidad muy alta en su crecimiento y desarrollo lo que implican, complejas interacciones entre el ambiente del suelo y la parte aérea, dado que el ambiente en el que se desarrollan estas estructuras es muy heterogéneo en espacio y en tiempo, por lo que precisan tener la habilidad de plasticidad fenotípica para superar estas situaciones.

Altura de planta

En cuanto a la altura de planta (cm), esta se evaluó en tres distintas fechas: 30, 60 y 90 días obteniendo resultados muy variantes entre tratamientos. Con respecto a los 30 días, destacó el T1 (QAPM) con 46 cm, mientras se registró a T3 (BFN) como el tratamiento con la menor altura con 28,47 cm. La tendencia continuó de igual forma a los 60 días, donde T1 (QAPM) registró la mayor altura con 99,80 cm, seguido de T4 (T4BFN+QAPM) con 98,27 cm, mientras los tratamientos T0 (Testigo) y T3 (BFN) obtuvieron los valores más bajos con 78,67 y 76,87 cm. Por último, a los 90 días también se mostraron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre tratamientos, arrojando en esta ocasión a T5 (TBFN+QBPM) como el mejor tratamiento con 120,67 cm, seguido de T3, T1, T2 y T4 con 119,93, 118,13, 114,53 y 113,93 cm respectivamente, mientras que, el de menor valor fue el T0 (Testigo) con 98,20 cm (Tabla 1). Estos resultados entran en correspondencia con Morales-Nicolau *et al.*, (2021), al emplear productos biorgánicos para determinar diferentes parámetros productivos del tomate, argumentando que los mismos favorecieron la altura de las plantas, en todos los niveles de inclusión empleados, de igual manera López *et al.* (2021), en el cultivo de la zanahoria, variedad *New Kuroda*, lo que demuestra el carácter efectivo, de este tipo de productos para estimular el crecimiento y el desarrollo de la planta de manera general. También influye que el proceso de crecimiento en los vegetales tiene una estrecha relación con el completamiento de su ciclo vegetativo y/o reproductivo, generalmente estos se detienen o disminuyen su ritmo al aparecer la iniciación floral, no obstante, los factores que inciden en mayor proporción sobre el crecimiento en altura de una planta se encuentran relacionados con el aporte de agua, nutrientes, energía, y aire que un sustrato pueda aportar, ya que las condiciones físico-químicas de cada sustrato pueden definir el comportamiento tanto de la altura como de las demás variables agronómicas (Hernández, 2016).

Diámetro del tallo

Los resultados sobre el diámetro del tallo (mm) obtenidos a los 30 días fue que el T0 (Testigo) presentó un diámetro de 5,67 mm, mientras que los tratamientos T2 (QBPM) y T3 (BFN) registraron el diámetro más bajo con 4,33 y 4,20 mm resultados estadísticamente significativos ($p \leq 0.05$). A los 60 días se obtuvieron mayor diámetro el T1 (QAPM) con 7,47 mm, mientras que, los tratamientos T0 (Testigo) y T1 (BFN) registraron los menores valores con 6,53 y 6,33 cm resultados estadísticamente significativos ($p \leq 0.05$). Para el diámetro del tallo a los 90 días, los mejores tratamientos fueron T4, T5 y T1 con 8,88, 8,47 y 8,87 mm respectivamente, mientras que, el de menor valor fue el T2 (QBPM) con 7,53 mm resultados estadísticamente significativos ($p \leq 0.05$), los mismos que son similares a los obtenido por León & Mesa (2016), quienes afirman que este comportamiento ocurre gracias a la concentración de compuestos orgánicos y químicos, que en pequeñas dosis son capaces de influir positivamente en la capacidad fotosintética, favoreciendo el desarrollo de los tejidos y su multiplicación celular, lo que permite aumentar de manera significativa el grosor del tallo.

El grosor de tallo es un indicador del estado de vigor de una plántula ya que refleja directamente la acumulación de fotosintetizados, los cuales posteriormente pueden trasladarse a los vertederos, además un tallo grueso permite soportar la parte aérea sin doblarse por los vientos en el campo, lo que concuerda con Terry *et al.*, (2018) en su trabajo con plantas de tomate, donde argumentan que a mayor diámetro del tallo incrementa el número de frutos y en consecuencia el rendimiento. Por su parte Hijuelos y Aguilar (2015), sostienen que variables como la altura de la planta y diámetro del tallo se pueden ver mejorados cuando las plantas son tratadas con bioestimulantes al favorecer la absorción eficientemente de nutrientes como el agua y otros contenidos en el suelo.

Rendimiento por hectárea

El mejor rendimiento por hectárea (kg/ha^{-1}) lo obtuvo el T1 (QAPM) con 20322,17 kg/ha^{-1} , mientras que, los menores rendimientos fueron el T0 (Testigo) y T3 (BFN) con 15856,24 y 16358,59 kg/ha^{-1} respectivamente, valores que fueron estadísticamente significativos (≤ 0.05) (Tabla 1). Estos resultados son menores a los reportados por Córdova *et al.* (2018), en híbridos de tomate importados en Uruguay, lo que indica que

las condiciones de manejo del cultivo, más el potencial genético de las variedades de tomate, resultan en rendimientos cada vez mayores acotando que este último es una característica que presenta mucha variabilidad y que es altamente dependiente del material genético, las condiciones ambientales, la presencia de plagas y enfermedades y las prácticas de manejo como densidad de siembra y podas realizadas. Estudios recientes desarrollados con biofertilizantes, abonos orgánicos, bioestimulantes y biorreguladores del crecimiento vegetal, han demostrado que estos bioproductos pueden mejorar la calidad tanto externa como interna de los frutos, respaldado por Caniguante *et al.* (2019), quienes determinaron que la fertilización orgánica incrementa la longitud del fruto, el número de frutos, diámetro de los frutos y la biomasa fresca de estos.

Tabla 1

Medición de Variables Agronómicas del Cultivo de Tomate con la Adición de Quitosano y Bradyrhizobium japonicum.

Tratamiento	Código	Tasa de emergencia (%)	Longitud de la raíz (cm)	Altura (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Rendimiento por hectárea kg/ha-1
T0	Testigo	88,47 ^{ab}	16,47 ^b	98,20 ^b	8,13 ^{ab}	15856,24 ^c
T1	QAPM	91,50 ^a	15,67 ^b	118,3 ^a	8,47 ^a	20322,17 ^a
T2	QBPM	87,99 ^{ab}	21,47 ^a	114,3 ^a	7,53 ^b	17957,56 ^{abc}
T3	BFN	82,79 ^b	18,20 ^{ab}	119,3 ^a	8,13 ^{ab}	16358,59 ^c
T4	BFN + QAPM	90,54 ^a	14,60 ^b	113,3 ^a	8,80 ^a	19253,28 ^{ab}
T5	BFN + QBPM	87,41 ^{ab}	22,07 ^a	120,7 ^a	8,47 ^a	16931,84 ^{bc}
CV (%)		2,64	23,88	7,24	10,16	5,66

Nota: Letras distintas en la misma columna indican diferencias significativas, de acuerdo a la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$)

CONCLUSIONES

El porcentaje de germinación de semillas de tomate certificado se vio positivamente influenciado por el uso de quitosano de alto peso molecular y *Bradyrhizobium japonicum*, y indicadores de producción como: altura de la planta, diámetro del tallo y longitud de raíz mostraron la sinergia que existe entre el quitosano de bajo peso molecular y el inoculante de *Bradyrhizobium japonicum*, obteniendo en la mayoría de

los casos un mejor registro por encima de los demás tratamientos. Sin embargo, es importante destacar que respecto a la variable de rendimiento por hectárea se constató una supremacía por parte del tratamiento de quitosano de alto peso molecular, demostrando que el uso de este bioproducto con mayor concentración, supera el uso simultáneo de ambos bioproductos (quitosano de bajo peso + BFN), impulsando la producción de tomate.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Alemán, R., Domínguez, J., Rodríguez, Y., Soria, S. (2016). Indicadores morfológicos y productivos del cultivo del tomate en Invernadero con manejo agroecológico en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana. *Centro Agrícola*, 43, 71–6.
- : Calero Hurtado, A.; Quintero Rodríguez, E.; Pérez Díaz, Y.; González-Pardo Hurtado, Y.; González Lorenzo, T.N. (2019). Microorganismos eficientes y vermicompost lixiviado aumentan la producción de pepino *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. 22(2):e1167 <http://doi.org/10.31910/rudca.v22.n2.2019.1167>
- Caniguante, S., Pizarro, L., Pacheco, P., Bastías, E. (2009). Respuesta de los cvs. de tomate (*Solanum Lycopersicum L.*) ‘Poncho Negro’ y Naomi en diferentes condiciones de crecimiento y la aplicación de un bioestimulante natural fartum® en condiciones de salinidad. *Idesia (Arica)*, 27, 19–28. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34292009000300004>
- Córdoba, H., Gómez, S., Núñez, C. (2018). Evaluación del rendimiento y fenología de tres genotipos de tomate cherry (*Solanum lycopersicum L.*) bajo condiciones de invernadero. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 12, 113–25.
- Cartaya, O., Guridi, F., Cabrera, A., Moreno, A. M., Hernández, Y. (2017). Efecto de la aplicación foliar de oligogalacturónidos a plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en la fitoextracción de cobre de suelo contaminado. *Cultivos Tropicales*, 38(3), 142–7. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.20663.52642>
- Cubillos-Hinojosa, J. G., Silva-Araujo. (2021). Native rhizobia efficient in nitrogen fixation in *Leucaena leucocephala* in Rio Grande do Sul, Brazil. *Bioteconología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 19(1), 128-138.
- Hernández, E. (2016). Respuesta de las plántulas de tomate rojo (*Solanum lycopersicum*) a bioestimulantes de crecimiento. *Tlamati Sabiduría.*, 7(2), 11.

- Hijuelos, I. y Aguilar, C. (2015). Evaluación del fitomas sobre el rendimiento agrícola del tomate (*Lycopersicon esculentum*) en un suelo vertisol. *Multiciencias*, 15(4), 371-5.
- López-Dávila, E., Calero Hurtado, A., Gómez León, Y., Gil, Z. (2017). Efecto agronómico del biosólido en cultivo de tomate (*Solanum lycopersicum*): control biológico de *Rhizoctonia solani*. *Cultivos Tropicales*. 38(1), 13-23.
- Meena, R. S., Vijayakumar, V., Yadav, G. S., Mitran, T. (2018). Response and interaction of *Bradyrhizobium japonicum* and arbuscular mycorrhizal fungi in the soybean rhizosphere. *Plant Growth Regulation*, 84(2), 207-223.H. <https://doi.org/10.1007/s10725-017-0334-8>
- Peña-Datoli, M., Hidalgo-Moreno, C. M., González-Hernández, V. A., Alcántar-González, E. G., 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.
- Reyes, P. J., Enríquez, A. E., Ramírez, A. M., Zúñiga. (2020). Efecto del quitosano sobre variables del crecimiento, rendimiento y contenido nutricional del tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 11(3), 457-465. <https://doi.org/10.29312/remexca.v11i3.2392>
- Sánchez-Cardozo, J., y Díaz-Barrera, L. E. (2019). Evaluación de sustratos elaborados a partir de residuos celulósicos para la propagación de flores ornamentales y hortalizas. *Bioagro*, 31(1), 45-54.
- Socarrás, Y., Alfonso, E. T., Iznaga, Á. L. S., Díaz, M. (2018). Mejoras tecnológica para las producciones más limpias de tomate (*Solanum lycopersicum l.*) en tecnología de cultivo protegido. *Revista Científica Agroecológica*, 6(1), 54-61.
- Chiquito-Contreras, R., Reyes-Pérez, J., Troyo-Diéguéz, E., Rueda-Puente, E. O., Torres-Rodríguez, J. A. y Murillo-Amador, B. (2018). Crecimiento de plántulas de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) tratadas con humato de vermicompost. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas. Versión impresa*, ISSN 2007-0934, 9: 20
- Morales Nicolau, Y., López Labarta, P. J., Montejo Viamontes, J. L., Chaveli Chávez, P., Triana González, D. (2021). Empleo de productos bioorgánicos para

- incrementar el rendimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon sculentum* Mill). *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(1), 218-224.
- León, M. Mesa, C. Producción de soya en Cuba: su impacto en el desarrollo local. En, J.L. Ramos-Ruiz, et al. 2016. (Eds), *El Gran Caribe en contexto*, p 134-163.
- López, P.J., Daniel, Y., Viamontes, Y., Montejo Viamontes, J. L., González Gort, D. (2021). Efecto de alternativas bioorgánicas en la respuesta agronómica del cultivo de la cebolla en la finca Los Ángeles. *Agrisost*, 27(1).
- Valdez-Arellanes, A. L., Torres-Esquivel, M., Guerrero-Muñoz, M. J., Ferrer, A. Altabella, T., Ramírez-Estrada, K. (2020). UDP-glucosa esteroil glucosiltransferasas como blanco para aumentar la producción de esteroides bioactivos en planta. *Revista Mexicana de Ciencias Farmacéuticas*, (ISSN: 2448-8380), 50.
- Santiago, R. R., Gómez, H. S., Sánchez, E. R., Cristobal Alejo, J. (2020). Effect of the association of *Rhizobium etli*-*Phaseolus vulgaris* L. on the plant growth and the preference of *Bemisia tabaci*. *Tropical and Subtropical Agroecosystems*, 23(1).
- Aguiñaga-Bravo, A., Medina-Dzul, K., Garruña-Hernández, R., Latournerie-Moreno, L., Ruíz-Sánchez, E. (2020). Efecto de abonos orgánicos sobre el rendimiento, valor nutritivo y capacidad antioxidante de tomate verde (*Physalis ixocarpa*). *Acta universitaria*, 30. <http://dx.doi.org/10.15174/au.2020.2475>