

Efecto de diferentes bioabonos en el crecimiento de plantas de tomate de riñón var. Alambra (*Solanum lycopersicum* Mill.)

Elizabeth Ramírez-Iglesias* , Romel Michael Riofrío-Vega , Carlos Augusto Gonzáles-Quirola , Paola Gabriela Ortiz-Saquinaula .

Universidad Estatal Amazónica (UEA), Sede El Pangui, Zamora Chinchipe. Ecuador. *Correo electrónico: ec.ramirez@itme.org

RESUMEN

El tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) es utilizado ampliamente en el área gastronómica; sin embargo, cuando su cultivo se realiza bajo uso irracional de fertilizantes inorgánicos y pesticidas, causa daños a humanos y al ambiente. Es vital el desarrollo de alternativas agroecológicas, como el uso de bioabonos. La presente investigación se realizó en la provincia de Zamora Chinchipe, cantón Centinela del Cóndor, parroquia Panguintza, República del Ecuador, con el objetivo de evaluar la efectividad de diferentes bioabonos en el desarrollo del tomate de riñón, var. Alambra en condiciones de campo. Se aplicaron los siguientes tratamientos de fertilización: Ec= ecuabonaza; Te= té de frutas; Bo= bocashi y Co= control sin ningún tipo de fertilizante. Se realizó el monitoreo del desarrollo del cultivo, tomando en cuenta las siguientes variables morfológicas: altura de la planta, medida desde la base del suelo hasta la yema terminal; número de hojas verdaderas; altura de inserción de la primera hoja; diámetro del tallo y tamaño de la hoja. El estudio estadístico de las variables cuantificadas, se realizó por análisis de varianza (ANOVA) y sus valores promedios comparados por Duncan al 5 % de probabilidad, usando el programa Infostat. Los resultados indican que en el tratamiento ecuabonaza, se obtuvieron los mayores valores en todas las variables evaluadas en el desarrollo del cultivo, seguido de bocashi. El té de frutas fue el menor, presentando valores inferiores al tratamiento control.

Palabras clave: abonos orgánicos, agroecología, fertilización.

Effect of different bio-fertilizers on the growth of kidney tomato plants var. Alambra (*Solanum lycopersicum* Mill.)

ABSTRACT

Tomato (*Solanum lycopersicum* Mill.) is widely used in the gastronomic area; however, when its cultivation is carried out under the irrational use of inorganic fertilizers and pesticides, it causes damage to humans and the environment. It is vital to develop agroecological alternatives, such as the use of bio-fertilizers. This research was carried out in the province of Zamora Chinchipe, Centinela del Cóndor canton, Panguintza parish, Republic of Ecuador. To evaluate the effectiveness of different bio-fertilizers in the development of kidney tomato, var. Alambra under field conditions. There were applied the following fertilization treatments: Ec = ecuabonaza; Tea = fruit tea; Bo = bocashi and Co = control without any type of fertilizer. Crop development monitoring was carried out, taking into account the following morphological variables: plant height, measured from the base of the soil to the terminal bud; the number of true leaves; insertion height of the first sheet; stem diameter and leaf size. The statistical study of the quantified variables was carried out by analysis of variance (ANOVA) and their average values compared by Duncan at 5 % probability, using the Infostat program. The results indicate that the highest values were obtained in the ecuabonaza treatment, in all the variables evaluated in the development of the crop, followed by bocashi. The fruit tea was the lowest, presenting values lower than the control treatment.

Keywords: agroecology, fertilization, organic fertilizers.

Recibido: 19/10/2020 - Aprobado: 01/09/2021

INTRODUCCIÓN

El tomate riñón, es una hortaliza de enorme valor comercial y de gran importancia dentro del sistema alimenticio del mundo (Villacís-Chiriboga *et al.* 2021). Es ampliamente utilizado en gastronomía por su color, aroma y sabor, ocupa un lugar privilegiado en la dieta diaria (Vásquez *et al.* 2020). En América Latina, es preferido para su consumo, al aportar gran cantidad de nutrimentos; además, de contar con compuestos antioxidantes, vitaminas y minerales (Gómez *et al.* 2000; FAO 2013; Navarro-González y Periago 2016; Allende 2017; Ochar *et al.* 2019).

El crecimiento de los cultivos está estrechamente vinculado a una adecuada nutrición mineral. De allí, que el conocimiento de la extracción que realiza la planta de los elementos en el suelo, se convierte en información indispensable para la planificación de la fertilización del cultivo (Torres 2017); por otro lado, la actividad productiva de los suelos siempre ha representado una preocupación en términos de calidad, siendo uno de los principales motivos para ampliar la frontera agrícola y el empleo de fertilizantes químicos, a fin de mejorar el rendimiento por hectárea de los cultivos bajo sistemas convencionales (Restrepo *et al.* 2014).

El uso indiscriminado de productos químicos en la agricultura con el fin de satisfacer la demanda mundial de productos agrícolas, constituye un problema global que afecta el ambiente, de manera directa e indirecta, por lo cual, se hace necesaria la búsqueda de nuevas alternativas de fertilización y bioestimulación de origen orgánico. Torrellas *et al.* (2011) señalan que el uso de fertilizantes en el cultivo de tomate, provocó importantes impactos ambientales como resultado de sus procesos de fabricación, así como también, de las emisiones debidas a su uso.

En la agricultura, la fertilización convencional tiene como meta proveer una nutrición directa a las plantas con minerales fácilmente solubles, mientras que en la orgánica o biofertilización, las plantas son nutridas indirectamente, fomentando los organismos del suelo con materia orgánica (Sierra 2009). Para satisfacer las necesidades nutricionales de los suelos, han surgido los abonos orgánicos que, por la forma de obtención y su composición química, resultan ser materiales ideales para mantener las

propiedades químicas, físicas y biológicas de los suelos (Yugsi 2011, Villacís-Chiriboga *et al.* 2021).

La elaboración de abonos orgánicos en la Amazonía Sur del Ecuador, es una actividad cotidiana en las diferentes unidades familiares de producción, es por ello, que el empleo y monitoreo de la influencia de los diferentes abonos orgánicos sobre el desarrollo vegetativo de diferentes cultivos, surge como una necesidad para caracterizar los sustratos propios de la zona así, como la influencia dadas las características edafoclimáticas particulares de la zona.

Por tal motivo, resulta de vital importancia el desarrollo de alternativas agroecológicas, en este caso, el uso de bioabonos, que puedan sustituir o disminuir el uso de productos químicos para el aumento de los rendimientos de este y otros cultivos. Actualmente, se busca optimizar el manejo de los agroecosistemas, considerando los beneficios no solo a corto plazo, sino extendidos en el tiempo, a fin de asumir sistemas más sostenibles de producción, donde se considere la biodiversidad del suelo como eje fundamental para mejorar la salud de este como sistema vivo (Ramírez-Iglesias *et al.* 2020).

La transformación de un sistema convencional a un sistema agroecológico surge por la necesidad de hacer más sostenible el agroecosistema, al reducir el uso de insumos químicos, potenciando la mejora de la estructura del suelo, incremento de la cantidad de materia orgánica, intensificación de los procesos de recambio y ciclaje de nutrimentos, así como el control de malezas, insectos y patógenos por un control natural (Bacon *et al.* 2007). Es importante tener en cuenta que un agroecosistema requiere de tiempo para esa transformación, ya que en él se ven envueltos procesos de cambios paulatinos (Hopkins *et al.* 2003); este tipo de estrategias, se ha aplicado a cultivos de diferente naturaleza, basándose en distintas adaptaciones en función de las necesidades y susceptibilidades de cada agroecosistema (Ochar *et al.* 2019).

Actualmente, se produce gran cantidad de residuos agrícolas, provenientes de las cosechas, la mayor parte de la producción es consumida por las personas y los animales y el resto permanecen como residuos, desechados al ambiente (Gliessman *et al.* 2017); de esta manera, el aprovechamiento de estos residuos para la elaboración de abonos orgánicos, permite reducirlos y en conjunto con los estiércoles

de animales pueden usarse como materia prima para la elaboración de los biofertilizantes (Ramírez-Iglesias *et al.* 2017). Sus contenidos, tanto en macro como los micronutrientes, son indispensables para el cultivo de todas las especies vegetales incluyendo el tomate, lo que permite la producción de biomasa en raíces, tallo, hojas y fruto (Allende 2017).

Es pertinente resaltar la eliminación de riesgos a la salud de los trabajadores agrícolas y consumidores, al disminuir el uso de agroquímicos en los alimentos consumidos y reducir la contaminación ambiental, aunado al incremento de la producción, de la calidad, entre otros factores. Es conveniente comparar en el contexto de mercado y de políticas gubernamentales, los medios y costos de producción entre la agricultura orgánica y convencional e incluyendo en esta última, los costos del deterioro ambiental y social (Restrepo *et al.* 2014, Feriz-García *et al.* 2018).

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar la efectividad de diferentes fertilizantes orgánicos en el desarrollo del tomate de riñón (*S. lycopersicum* Mill.) var. Alambra, bajo condiciones de casa sombra.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

La parcela experimental donde se desarrolló la investigación se encuentra localizada en la provincia de Zamora Chinchipe en el cantón Centinela del Cóndor, con coordenadas geográficas: 3° 90' LS y 78° 82' LO y altitud de 863 m en la parroquia Panguintza, Republica del Ecuador. El promedio de temperatura anual oscila entre los 22 y 28 °C, con precipitaciones medias anuales de 2.000 a 3.000 mm. La mayoría de los suelos son Inceptisoles y Entisoles en menor proporción, con textura desde arenosa hasta arcillosa y pH desde ligeramente ácido a ácido. Como actividad económica se destaca el cultivo de plátano, yuca, cacao, maíz, café, cítricos y la ganadería (GAD 2019).

Germinación de las semillas

La germinación se realizó en bandejas de 50 plantas de capacidad a cielo abierto, con riego cada tres días, utilizando semillas comerciales, tratadas con fungicida. Se empleó como sustrato turba PRO-MIX "PGX", compuesta de *Sphagnum canadiense* (65 - 75 %/vol.),

vermiculita, macro y micronutrientes, cal dolomítica y calcítica; además, agente humectante. A los 16 días, luego de la germinación de las semillas, se realizó el trasplante, cuando las plántulas contaban con un promedio de altura de 8 cm y 2 hojas verdaderas recién extendidas.

Manejo agronómico

Previo al trasplante, se realizó el acondicionamiento de las parcelas, aplicando 27 kg de arena (arena lavada de río) por m², a fin de mejorar la textura del suelo (franco arcilloso) debido a su gran compactación. Posteriormente, se aumentó el pH del suelo de 5 a 6, mediante un proceso de encalado, aplicando 60 g de cal por m².

La primera poda de los brotes del cultivo se realizó a los 18 días después del trasplante (ddt) y se continuó con la poda a medida que aparecían nuevos brotes, con la finalidad de trabajar con dos guías. A los 21 ddt se realizó el tutorado de la planta, con la ayuda de una cinta plástica sujeta desde la base, alrededor del tallo, para guiar su crecimiento, sin comprometer el desarrollo de hojas y flores. Se realizó evaluación visual de las plántulas cada 48 h, para detección de posible ataque de plagas y patógenos.

Evaluación del desarrollo morfológico de la planta

Generalmente, el crecimiento se determina mediante medidas directas e indirectas entre otras variables (Barrasa *et al.* 2004). Por parcela, se realizó el monitoreo del desarrollo del cultivo, considerando las siguientes variables morfológicas: altura de la planta, medida desde la base del suelo hasta la yema terminal con un flexómetro; número de hojas verdaderas; altura de inserción de la primera hoja; diámetro del tallo (con vernier manual marca Mitutoyo) y tamaño de la hoja. La cuantificación de cada variable se realizó a los 8, 16, 24 y 32 ddt, momento en que ocurrió la primera floración.

Diseño del experimento

Se establecieron bloques de cuatro parcelas de 70 cm x 12 m, donde cada tratamiento de fertilización presentó una distancia entre hileras de 30 cm; en ellas se aplicaron diferentes tipos de bioabonos, los cuales fueron denominados de la siguiente manera: eua-bonaza (Ec), té de frutas (Te), bocashi (Bo) (Cuadro

1), y el control (Co) sin fertilización. Por tratamiento, en cada una de las unidades experimentales, las 24 plantas fueron sembradas a una distancia de 50 cm.

Se realizaron cunetas de aproximadamente 5 cm de profundidad, con el objeto de generar mayor aislamiento y minimizar la posible interacción entre tratamientos de fertilización.

La razón de la distancia limitada entre los tratamientos, se debe a que la experiencia se realizó en la parcela de un productor, cuya disponibilidad de terreno era reducida.

Se realizaron reabonos para cada tratamiento a los 8 y 15 días después del trasplante de la planta (ddt). Esta metodología representa la transición de un agroecosistema convencional a uno agroecológico.

Análisis estadísticos

El experimento se colocó en el diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones y la unidad experimental constituida de 24 plantas, considerándose útiles las ocho centrales. Se realizó el análisis de varianza (ANOVA), usando el programa Infostat (Di Rienzo *et al.* 2020). Como prueba para la comparación de las dinámicas

en el desarrollo del cultivo bajo los diferentes tipos de fertilización, se empleó la prueba de Duncan a 5 % de probabilidad (García-Villalpando *et al.* 2001).

RESULTADOS Y DISCUSION

Este tipo de trabajos se presenta como unos de los primeros avances frente a caracterización y elaboración de abonos propios de la zona, donde se considera principalmente los residuos locales y su mejor influencia frente a los primeros estadios de desarrollo de los cultivos, como un elemento importante frente a procesos de conversión agroecológica.

A los 13 después del trasplante (ddt) se observó la presencia de *Ralstonia solanacearum* (marchitamiento bacteriano), debido a la incidencia del patógeno ser muy baja, no se realizó ningún control.

Altura de la planta

En la Figura 1A, se observa el efecto en el tiempo en días después del trasplante sobre la altura de la planta de tomate hasta su primera floración. Al momento de la siembra no hubo diferencia estadísticas entre las alturas de las plantas en los diferentes

Cuadro 1. Composición de los abonos orgánicos empleados.

Bioabono	Composición	Características	Utilización
Té de frutas	Frutas: guayaba (<i>Psidium guajaba</i>) (1 kg), papaya (<i>Carica papaya</i>) (1 kg), cambur maduro (<i>Musa sp.</i>) (1 kg), melón (<i>Cucumis melo</i>) (1 kg), membrillo (<i>Cydonia oblonga</i>) (1 kg). Todas las frutas bien maduras pero no podridas. Miel de panela (4 L) Con estos componentes se obtuvieron 10 L de té de frutas.	Rico en nutrimentos y aminoácidos	Su aplicación al suelo se realizó al 25 %. 250 mL de té de frutas en 750 mL de agua, aplicando 250 mL de la mezcla por cada planta.
Bocashi	Gallinaza (70 kg), cascarilla de café (20 kg), tierra de montaña fértil (40 kg), carbón quebrado o molido (15 kg), salvado de arroz (20 kg), humus o compost comercial (2 kg), miel de caña (1 L), levadura para pan (50 g en 50 L de agua). Con estos componentes se obtuvieron 200 kg de Bocaschi.	Nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, zinc, cobre y boro.	Aplicación al suelo de 500 g del compuesto por cada planta.
Ecuabonaza	Abono orgánico comercial derivado de la pollinaza de las granjas de engorde. Ficha técnica presentación de 23 kg: materia orgánica 61,52 %; nitrógeno 2,73 %; fósforo 1,75 %; potasio 3,63 %; calcio 4,42 %; magnesio 1,06 %; hierro 0,02 %; manganeso 0,07 %; boro 0,02 %; zinc 0,028 %; cobre 0,05 %; azufre 0,24 %.	Materia orgánica, nitrógeno, fosforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, boro, zinc, cobre y manganeso.	Aplicación al suelo de 500 g del compuesto por cada planta.

tratamiento; mientras que, a los 8 ddt, el tratamiento Co presentó el promedio mayor de altura, y difiere estadísticamente de los demás, en orden le siguen, Bo>Te, y por último Ec.

Después de la evaluación realizada a los ocho días, se observa claramente distinción en términos de altura de la planta, comenzando su diferenciación en el tratamiento con Ec, seguido de Bo y luego del tratamiento control. El desarrollo de este cultivo bajo las diferentes alternativas de fertilización orgánica presentó claras diferencias; sin embargo, al observar las plantas a las que se les aplicó el fertilizante del Té de frutas, hay un claro retardo en términos de crecimiento, en comparación con el resto de los tratamientos.

Los resultados obtenidos con el tratamiento Ec presentaron el mayor promedio a los 16 ddt y a los 24 ddt, observándose diferencias significativas con los otros tratamientos.

La estimulación del desarrollo de la altura con el uso de abonos orgánicos en la etapa del crecimiento vegetativo de la planta, se corresponde con la fase de rápido crecimiento, esto probablemente garantizarían mayor productividad tanto biológica como agronómica en las posteriores etapas del crecimiento de este cultivo. Al parecer los incrementos de este indicador pudieran estar relacionados con la composición de los abonos orgánicos. Los componentes de los abonos orgánicos son fundamentalmente sustancias húmicas, de las cuales se conocen sus efectos y participación en los distintos procesos fisiológicos-bioquímicos en las plantas, con intervención positiva en la respiración y velocidad de las reacciones enzimáticas del Ciclo de Krebs, lo cual propicia una mayor producción de ATP, así como también en efectos selectivos sobre la síntesis proteica y aumento de la actividad de diversas enzimas (Nardi *et al.* 2002).

Resultados similares para la altura de las plantas fueron obtenidos por Vázquez *et al.* (2015), cuando aplicaron compost y té de compost en el crecimiento del cultivo del tomate; y de forma similar por Arteaga *et al.* (2006), al trabajar con la variedad de tomate Amalia y diferentes diluciones de humus líquido extraído de vermicompost.

Alemán *et al.* (2016) en trabajo realizado con la variedad de tomate denominada Syta, y fertilización

a base de compost más aplicación foliar de Stimufol a los 15, 30, 45 y 60 ddt, constataron el mayor promedio de altura a los 16 ddt, y a los 24 ddt. Al respecto, es importante señalar, que Alemán *et al.* (2016) realizaron trasplante a los 31 días después de la germinación, las plántulas tenían una altura de 16 cm, mayor a lo realizado en este estudio.

Por otro lado, Boudet *et al.* (2017) evaluaron el efecto de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en el comportamiento del crecimiento y producción del tomate (*Solanum lycopersicum* Mill.) var. Vyta, concluyendo de su experiencia que los tratamientos con abono orgánico tipo bocashi, influyeron significativamente sobre el crecimiento y rendimiento en el cultivo de tomate. En la presente experiencia, los resultados obtenidos al emplear bocashi, indican que fue la segunda mejor opción de los tratamientos empleados, lo cual es similar a los resultados obtenidos en esta experiencia.

Número de hojas

En la Figura 1B, se muestran los valores obtenidos con respecto a la determinación del número de hojas verdaderas. A los 8 ddt no se observaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos; sin embargo, a medida que fue avanzando el desarrollo vegetativo, se pueden observar diferencias estadísticas ($p \leq 0,05$) en el número de hojas a los 16 y 24 ddt, donde el tratamiento con mayor número de hojas fue Ec, seguido de Bo y Co, los cuales no mostraron diferencias entre sí, y de último Te, que obtuvo el menor valor promedio. En la última medición, la tendencia observada fue la siguiente Ec > Bo > Co > Te.

Al comparar los resultados obtenidos a las 16 ddt (8 hojas verdaderas) y a los 24 ddt (12 hojas verdaderas) en el tratamiento Ec (promedio mayor), se encontró mayor número de hojas verdaderas a diferencia de Alemán *et al.* (2016), que observaron entre 6 y 9 hojas verdaderas a los 16 y 24 ddt, respectivamente.

En el caso de las plantas de tomate, en las primeras etapas de crecimiento, los órganos que más materia seca acumulan en la planta son las hojas y el tallo, lo cual se encuentra directamente relacionado con el proceso de aprovechamiento de nutrimentos a partir del suelo (Torres 2017, Vásconez *et al.* 2021).

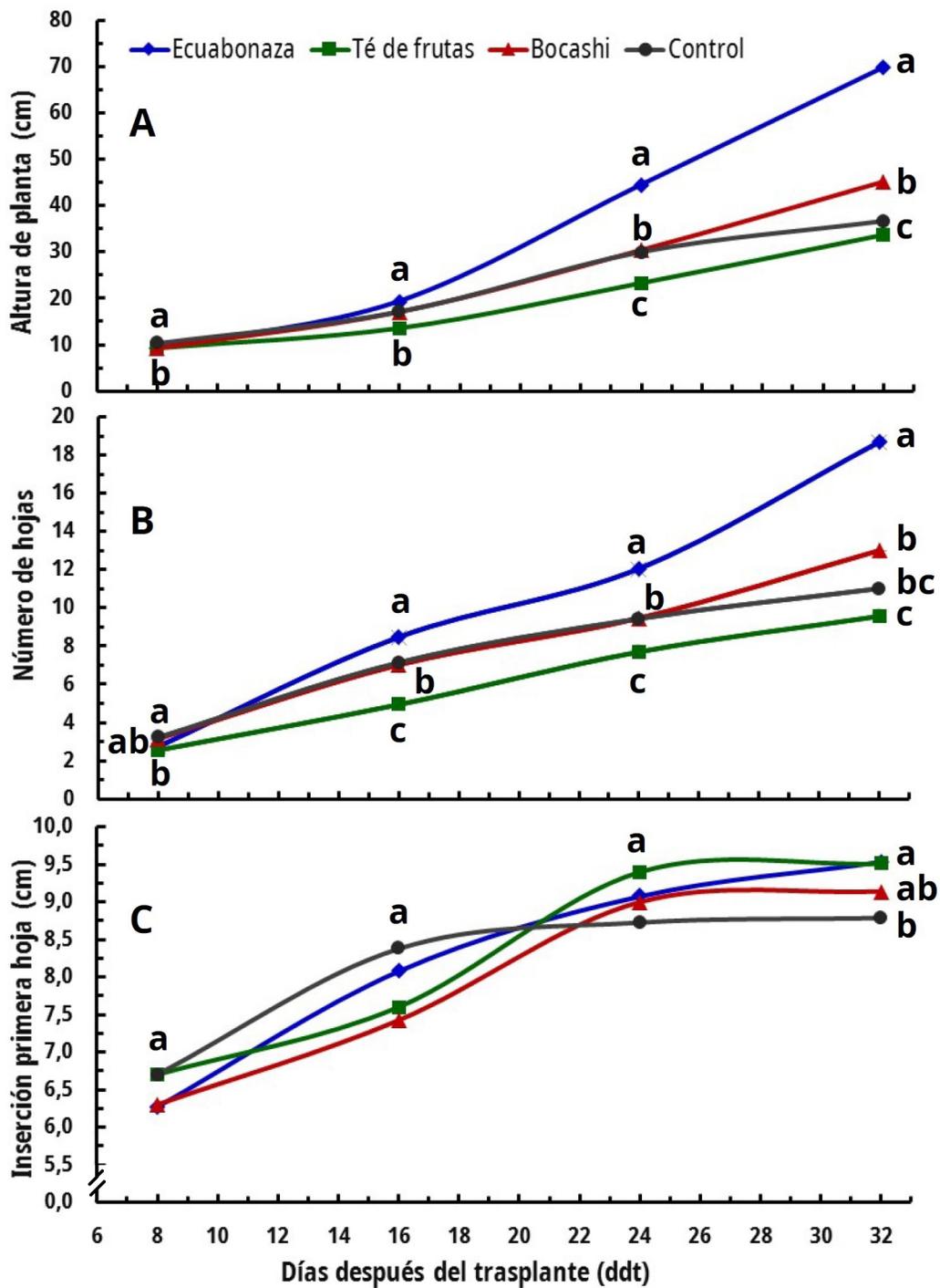


Figura 1. Efecto de bioabonos sobre la altura de la planta (A), número de hojas (B) y altura de inserción de la primera hoja en plantas de tomate riñón. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos.

Altura de inserción de la primera hoja

En la Figura 1C, se observan los resultados obtenidos para la altura de inserción de la primera hoja verdadera desde la base del tallo. Hasta los 24 ddt no se observaron diferencias significativas entre los tratamientos; sin embargo, en la última medición (32 ddt), fue posible observar ligeras diferencias estadísticamente significativas, donde entre los tratamientos Ec y Te no se observaron diferencias, pero si entre los tratamientos Bo y Co con valores promedio menores. Se destacó el tratamiento Ec como el de mayor valor promedio, desde su primera medición (8 ddt), hasta la primera floración (32 ddt).

En cuanto a esta variable, se observa que las diferencias entre tratamientos fueron mínimas, debido a que el desarrollo del tallo en altura, se da de una forma más acelerada a partir de la inserción de la primera hoja, por lo cual el incremento no fue tan marcado a lo largo de las mediciones, y hasta el final del estudio.

Diámetro del tallo

En la Figura 2A, se observan los resultados obtenidos para el diámetro del tallo, donde a los 8 ddt, los valores observados presentan la siguiente tendencia Ec > Co > Bo > Te. En el transcurso del crecimiento (16 ddt), no se observaron diferencias entre los tratamientos Ec y Co, aunque se observaron valores diferentes entre Bo y Te, resultando Bo > Te. A los 24 ddt, pudo observarse mayor desarrollo en Ec, pero no hubo diferencias entre Bo y Co, con valores mayores a Te.

El comportamiento estadístico observado podría ser debido a que en esta etapa temprana del cultivo, las diferencias entre valores de diámetro son pequeñas, ya que es el momento donde empieza la tasa de conversión de nutrimentos a biomasa para el crecimiento de la planta (Velasco-Alvarado *et al.* 2016); sin embargo, en la última medición, al producirse la floración (32 ddt), todos los tratamientos mostraron diferencias estadísticamente significativas, obteniendo el valor promedio mayor para Ec seguido de Bo, Co y por último Te, con un valor promedio mínimo en relación al resto de tratamientos.

Tamaño de la hoja

En la Figura 2A, se observan los resultados obtenidos para la variable tamaño de la hoja. Como criterio de evaluación se tomó en cuenta la primera

hoja verdadera a partir de la base del tallo, en estos casos la primera hoja tiene un desarrollo mínimo en relación al resto de hojas y en algunos casos suele caerse, por esa razón, se evaluó la segunda hoja en las siguientes mediciones.

A los 8 ddt, el tratamiento Ec presentó un promedio mayor de tamaño de la hoja, seguido de Bo y Co, que no mostraron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$), presentando valores mayores a Te. En el transcurso del desarrollo del tamaño de la hoja durante la etapa de desarrollo vegetativo hasta la primera floración (32 ddt), que fue la última medición, se mantuvo la misma tendencia en cuanto a las diferencias estadísticas entre los tratamientos.

Arriaga (2015) señala que los abonos orgánicos ayudan a asimilar mejor los nutrimentos, mediante la retención de humedad y mejorando la estructura del suelo, lo que facilita la actividad osmótica de las raíces para absorberlos; además, de mejorar los parámetros de crecimiento de las plantas, y aumentar su producción.

Floración

A los 32 ddt, se dio un porcentaje mayor al 50 % de floración en las plantas empleadas en la experiencia. En relación a los resultados obtenidos por Alemán *et al.* (2016), la floración ocurrió a los 45 ddt, sugiriendo mayor precocidad en los resultados obtenidos que en la presente investigación, lo que podría favorecer procesos de producción más acelerados, aun cuando las variedades empleadas en ambos estudios fueron diferentes.

Luna *et al.* (2015) avalan el efecto significativo de los abonos orgánicos en el crecimiento de las plantas. Igualmente, dichos autores encontraron incrementos en la floración e indicadores físicos del fruto, los cuales se expresan en mayor peso fresco, relacionados probablemente con la mayor acumulación de materia seca y agua. El beneficio encontrado podría deberse a una serie de procesos fisiológicos y bioquímicos interrelacionados entre sí y activados al ser aplicado los abonos orgánicos, donde las giberelinas, fitohormona que se encuentra en su composición, provocan alta estimulación en la floración y fructificación de las plantas.

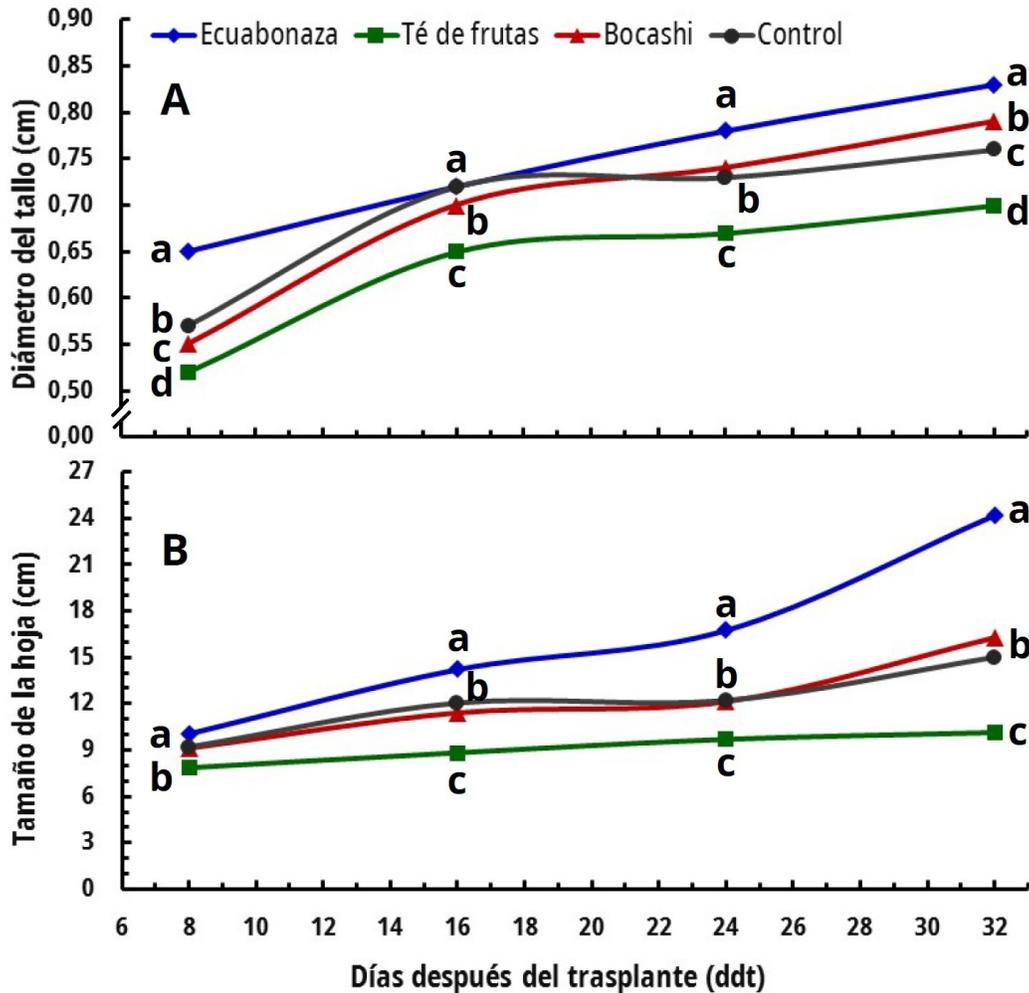


Figura 2. Efecto de bioabonos sobre el diámetro del tallo (A) y el tamaño de la hoja (B) de plantas de tomate riñón. Letras distintas indican diferencias significativas entre tratamientos.

Estos resultados pudieran estar relacionados con la actividad fitohormonal ya confirmada para las sustancias húmicas por una parte, y por la otra con la presencia de estas sustancias equivalentes tanto en los abonos orgánicos como en la fuente originaria, el vermicompost. Al respecto, Mayhew (2004) reportó la presencia de ácido indolacético (AIA), ácido giberélico (GA3) y citoquininas, en concentraciones parciales que establecen cambios en el equilibrio fitohormonal favorable a la producción de mayor número de flores, y por consiguiente, aumento en el número de frutos cuajados, fundamentalmente por la presencia en estos de las giberelinas, esta fitohormona es capaz de ejercer influencia en las fases fisiológicas de floración y fructificación.

Los valores de las variables evaluadas en el tratamiento Te estuvieron por debajo de todos los tratamientos evaluados, incluido el Co. Es importante destacar que no funcionó la aplicación al suelo de este fertilizante, debido a que provocó un retraso en el desarrollo vegetativo en relación a los demás tratamientos de fertilización. El mencionado tratamiento fue elaborado en base a una mezcla de frutas, las cuales poseen cualidades nutricionales únicas, son bajas en calorías, contienen vitaminas hidrosolubles como vitamina C, ácido fólico, vitaminas del complejo B, vitaminas liposolubles como beta carotenos, vitamina A, E y K, y minerales donde se destacan el potasio y el magnesio; además, de otros componentes, como fenoles que pueden intervenir en el crecimiento de las plantas (Castro Ríos 2010).

Vázquez *et al.* (2015) al evaluar el efecto de los abonos orgánicos composta y té de composta, no encontraron diferencias significativas en el rendimiento y tamaño de fruto, a emplear diferentes concentraciones para la producción de tomate variedad Hermosa saladet, lo que indicaría que estos abonos orgánicos no son los más beneficiosos para el cultivo de tomate. Resultados similares se obtuvieron al estudiar la influencia del bioabono denominado Té de frutas (Te) en la presente investigación, para evaluar el crecimiento vegetativo del cultivo, indicando que dicho tratamiento no fue el más adecuado en este caso, llegando a presentar valores por debajo del control.

Estos resultados pueden tener su explicación, en la presencia de inhibidores en ese tratamiento denominado Te, los cuales han sido señalados como sustancias del metabolismo vegetal que inhiben o retrasan el crecimiento de las plantas. En general, los inhibidores naturales son derivados de las lactonas o sustancias orgánicas aromáticas como fenoles (Azcon-Bieto y Talón 2000).

Al respecto, las estrigolactonas son un tipo de biomoléculas con estructura de lactonas terpenoides derivadas de carotenoides que tienen la capacidad de incrementar el desarrollo de raíces primarias y adventicias, pero que puede tener cierto tipo de funciones inhibitorias como la de reprimir la formación de raíces laterales (Hernández y Martínez 2006) cuando se aplican en cantidades mayores a 100 microgramos. Estas sustancias son primordiales en las respuestas adaptativas cuando se presenta deficiencia de fósforo y nitrógeno en el medio en el cual se desarrolla el organismo vegetal, por lo que suelen mejorar en gran medida el desarrollo de raíces (Saini *et al.* 2015). Igualmente, pueden promover la simbiosis con micorrizas arbusculares gracias a la inducción de la ramificación hifal mediante el ajuste a las estructuras de las yemaciones para mejorar el desarrollo del sistema radicular (Kawar *et al.* 2017).

De manera similar, estas sustancias también pueden tener el rol de controlar el transporte de otras fitohormonas que cumplen con el papel de inducir la formación de raíces, como ocurre con el caso de las auxinas. Del mismo modo, tienen la capacidad de inhibir la acción de las citoquininas, debido a que su acción en el medio de transporte fitohormonal permite el control del metabolismo en el desarrollo radicular.

Esto genera un tipo de antagonismo con las citoquininas al tener un efecto inhibitorio en la extensión de brotes axilares en las yemaciones como consecuencia del control que ejercen sobre las auxinas (Alcántara *et al.* 2019).

Entre las plantas empleadas para la elaboración del Té de frutas (Cuadro 1) están la guayaba, el membrillo y el cambur (Olaya y Restrepo 2012; Herrera-Hernández 2013; Zapata *et al.* 2014), que poseen fenoles en su composición, por lo cual los valores obtenidos por debajo del control pudieran estar relacionados con la explicación planteada en párrafos previos.

Según Allende (2017) la absorción de macro y micro nutrientes por la planta se ve evidenciada en el desarrollo vegetativo, que produce mayor cantidad de biomasa indispensable para la producción final, lo cual se evidencia en el comportamiento de variables como la altura de la planta y el número de hojas. Al relacionar los resultados obtenidos con lo planteado por este autor, se puede decir que fue el tratamiento de Ecuabonaza el que favoreció la mayor absorción de macro y micronutrientes, lo que se vio reflejado en valores mayores de las variables evaluadas.

Al respecto, Alemán *et al.* (2016) señalan que los indicadores morfológicos en plantas de tomate en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana tienen buen desarrollo general, al igual que los componentes del rendimiento, logrando una producción en el orden de los indicadores obtenidos en otras regiones.

La agricultura moderna ha incorporado el uso de productos orgánicos que incrementan el crecimiento y rendimiento de los cultivos, la calidad de las cosechas y que además tienen efectos fisiológicos que incluyen el alargamiento celular, la diferenciación vascular y el desarrollo de la producción (Luna *et al.* 2016).

El aprovechamiento de estos residuos orgánicos cobra cada día mayor interés como medio eficiente de reciclaje racional de nutrientes, debido a que ayudan al crecimiento de las plantas, y devuelven al suelo muchos de los elementos extraídos durante el proceso productivo (Ramos y Terry 2014); adicionalmente, promueven el crecimiento de microorganismos beneficiosos, que ayudan a mejorar la fertilidad del suelo, disminuyen el uso de los fertilizantes químicos y reducen el impacto ambiental negativo (Onwu *et al.* 2018).

CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos en las variables vegetativas estudiadas, se puede indicar que el tratamiento ecuabonaza resulto ser la mejor alternativa.

En orden de eficiencia, se ubicaron el tratamiento ecuabonaza, seguidos del bocashi, mientras que el té de frutas fue el menor, presentando valores inferiores al tratamiento control.

LITERATURA CITADA

- Aguirre, L. 2020. Evaluación de enmiendas orgánicas en un suelo Hapludert *típico*, con cultivo de tomate protegido (*Lycopersicon esculentum* Mill). Universidad de la Plata. Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales. 35 p.
- Alcántara Cortes, S; Acero Godoy, J; Alcántara Cortés, JD; Sánchez Mora, RM. 2019. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. NOVA 17 (32): 109-129.
- Alemán Pérez, RD; Domínguez Brito, J; Rodríguez Guerra, Y; Soria, RS. 2016. Indicadores morfológicos y productivos del cultivo del tomate en Invernadero con manejo agroecológico en las condiciones de la Amazonía Ecuatoriana. Centro Agrícola 43 (1): 71-76.
- Allende, M. 2017. Importancia y consideraciones del cultivo de tomate. Capítulo I. In Torres. A. (ed) Manual de cultivo del tomate al aire libre. Boletín INIA N° 11. INIA – INDAP. Instituto de Desarrollo Agropecuario- Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Santiago de Chile. 94 p.
- Arriaga, D. 2015. Evaluación de fertilización convencional y orgánica de un cultivo de tomate bola (*Solanum lycopersicum* Mill) bajo condiciones de invernadero. Trabajo de Grado de Especialidad en Ingeniería de Invernaderos. Universidad Autónoma de Querétaro. México. 81 p.
- Azcon-Bieto, J; Talón, M. 2008. Fundamentos de Fisiología Vegetal. 2ª Ed. Mc Graw Hill Interamericana, Madrid. 669 p.
- Bacon CW; Hinton DM; Glenn AE; Macias, F; Marin, D. 2007. Interaction of *Bacillus mojavensis* and *Fusarium verticillioides* with a benzoxazolinone (BOA) and its transformation products, APO. Journal of Chemical Ecology 33(10): 1885–1897.
- Barraza, FV; Fischer, G; Cardona, C. 2004. Estudio del proceso de crecimiento del cultivo del tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en el Valle del Sinú medio, Colombia. Agronomía Colombiana 22(1): 81-90.
- Boudet Antomarchi, A; Boicet Fabr , T; Dur n Ricardo, S; Meriño Hernández, Y. 2017. Efecto sobre el tomate (*Solanum lycopersicum* L.) de diferentes dosis de abono orgánico bocashi en condiciones agroecológicas. Revista Centro Agrícola 44 (4): 37-42.
- Castresana, J; Rosenbaum, J; Gagliano, E. 2019. Transición del manejo de plagas convencional hacia el agroecológico mediante la transferencia de técnicas de control integrado de plagas en tomate bajo cubierta en Concordia. Provincia de Entre Ríos – Argentina. IDESIA 37 (3): 17-27.
- Castro Ríos, K. 2010. Tecnología de alimentos. Bogotá: Ediciones de la U, 2010. 134 p.
- Di Rienzo, JA; Casanoves, F; Balzarini, MG; González, L; Tablada, M; Robledo, CW. 2020. Infostat (en línea, programa informático). Córdoba, Argentina. Universidad Nacional de Córdoba. Consultado 7 oct. 2020. Disponible en: <https://bit.ly/3l4HBjN>
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Italia). 2013. El Cultivo de Tomate con buenas prácticas agrícolas en la Agricultura Urbana y Periurbana. Paraguay. Publicaciones FAO.72 p.
- Feriz García, DA; Calvache Revelo, MM; Anaconda Idrobo, HD. 2018. Generación de abonos orgánicos a base de residuos de fincas truch colas en el municipio de Silvia, Cauca, Colombia. Revista ConCiencia 8: 46-63.
- GAD (Gobierno Autónomo Descentralizado, Ecuador). 2019. Parroquial de Panguintza. Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial: Fase II. GAD Pangintza. 112 p.
- García-Villalpando, JA; Castillo-Morales, A; Ramírez-Guzmán, ME; Rendón-Sánchez, G; Larqu e-Saavedra, M. 2001. Comparación de los procedimientos de Tukey, Duncan, Dunnett, Hsu y Bechhofer para selección de medias. Agrociencia 35:79-86.

- Gliessman, SR; Rosado-May, J; Guadarrama-Zugasti, C; Jedlicka, J; Cohn, A; Méndez, VE.; Cohen, R; Trujillo, L; Bacon, C; Jaffe, R. 2007. Agroecología: promoviendo una transición hacia la sostenibilidad. Ecosistemas. Revista Científica de Ecología y Medio Ambiente.16 (1): 13-23.
- Gómez, OA; Casanova, H; Laterrol, GA. 2000. Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el Caribe. Manual técnico, Instituto de Investigaciones Hortícola “Liliana Dimitrova” (IIHLD), La Habana, Cuba. 159 p.
- Herrera-Hernández, MG; Núñez-Colín, CA; Guzmán-Maldonado, SH; Hernández-Martínez, MA. 2013. Contenido de algunos compuestos antioxidantes en tres estados de madurez y dos localidades en frutos de membrillo cimarrón (*Malacomeles denticulata*). Revista Chapingo. Serie Horticultura 19(4): 45-57.
- Hernández, E; Martínez, I. 2016. Brasinoesteroides en la agricultura. I. Revista Mexicana Ciencias Agrícolas 7(2):441-50.
- Hopkins, R; Andersen, M; Van Lidth de Jeude, M. 2003. Agricultura Orgánica: una herramienta para el desarrollo rural sostenible y la reducción de la pobreza. Memorias de Taller. Multiprint. Turrialba – Costa Rica. 115 p.
- Kanwar, MK; Bajguz, A; Zhou, J; Bhardwaj, R. 2017. Analysis of Brassinosteroids in Plants. Journal of Plant Growth Regulation 36(4):1002-30.
- Luna, R; Espinosa, K; Luna, M; Luna, F; Celi, M; Espinoza, A; Rivero, M; Cabrera, D; Alvarado, A; González, J. 2016. Efecto de diferentes abonos orgánicos en la producción de tomate (*Solanum lycopersicum*, L.). Biotecnia 18(2):33-36.
- Luna Murillo, RA; Reyes Pérez, JJ; López Bustamante, RJ; Reyes Bermeo, M; Murillo Campuzano, G; Samaniego Armijos, C; Espinoza Coronel, A; Ulloa Méndez, C; Travéz Travéz, R. 2015. Abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Centro Agrícola 42 (4): 69-76.
- Navarro-González, I; Periago, MJ. 2016. El tomate, ¿Alimento saludable y/o funcional? Revista Española de Nutrición Humana y Dietética 20(4): 323-335.
- Nardi, S; Pizzeghello, C; Ferrarese, L; Trainotti, L; Casadoro, G. 2002. A low molecular weight humic fraction on nitrate uptake and protein synthesis in maize seedlings. Soil Biology & Biochemistry 32 (3): 415-419.
- Ochar, K; Blay, ET; Kwadwo Asante, I; Nkansah, GO. 2019. Evaluation of Selected Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) Cultivars in Ghana for Superior Fruit Yield and Yield Component Traits. Journal of Horticulture. 6 (262): 1-8.
- Olaya Zea, JA; Restrepo Sánchez, LP. 2012. Estudio del contenido de fenoles y actividad antioxidante de guayaba en diferentes estados de madurez. Acta Biológica Colombiana 17(3): 611 – 624.
- Onwu, A; Osujieke, N; Gani, A; Ali, A. 2018. Influence of organic fertilizer (Nomau) on soil, leaf nutrient content, growth and yield of physic nut (*Jatropha curcas*) in Makurdi, North Central, Nigeria. Asian Journal of Soil Science and Plant Nutrition 3(2): 1-11.
- Ramírez-Iglesias, E; Cuenca, K; Quizhpe, W. 2020. Manejo integrado de agroecosistemas en América Latina: Una opción para maximizar la producción resguardando la biodiversidad. Tekhné 23(1): 1-11.
- Ramírez-Iglesias, E; Hernández-Hernández, RM; Castro, I; González, I. 2017. Manejo de recursos orgánicos locales, como estrategia agroecológica para la elaboración de abonos, en bosques nublados de la cordillera de la costa en Venezuela. Agro Sur 45(1):19-30.
- Ramos, D; Terry, E. 2014. Generalidades de los abonos orgánicos: Importancia del bocashi como alternativa nutricional para suelos y plantas. Cultivos Tropicales 35(4): 52-59.
- Restrepo, J; Gómez, J; Escobar, R. 2014. Utilización de los residuos orgánicos en la agricultura. FIDAR, CIAT. Grafitextos Cali, Colombia. 20 p.
- Saini, S; Sharma, I; Pati, PK. 2015. Versatile roles of brassinosteroid in plants in the context of its homeostasis, signaling and crosstalks. Frontiers Plant Science 6:1-17.
- Sierra, A. 2009. Manual de abonos orgánicos y manejo de las plagas y enfermedades en la agricultura orgánica. CNAOH. Secretaria de Agricultura y Ganadería. Tegucigalpa, Honduras. 65 p.

- Torrellas, MA; Antón, JI; Baeza, JC; López, J; Pérez Parra, J. 2011. Estudio del impacto ambiental del cultivo de tomate en un invernadero multi-túnel. Horticultura (en línea). Consultado 21 ene. 2021. Disponible: <https://bit.ly/2WqjRzx>
- Torres P, A. 2017. Manual de cultivo del tomate al aire libre. Boletín N° 11. INIA – INDAP. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). 94 p.
- Vásconez, RDA; Moya, EMT; Jara, KAM; Chiluisa-Utreras, VP. 2020. Identificación molecular de cepas de *Bacillus* spp. y su uso como rizobacteria promotora del crecimiento en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Scientia Agropecuaria 11(4):575-581.
- Vázquez Vázquez, P; García López, M; Navarro Cortez, M; García Hernández, D. 2015. Efecto de la composta y té de composta en el crecimiento y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. Revista Mexicana de Agronegocios 36: 1351-1356.
- Velasco-Alvarado, MD; Castro-Brindis, R; Castillo-González, AM; Avitia-García, E; Sahagún-Castellanos, J; Lobato-Ortiz, R. 2016. Composición mineral, biomasa y rendimiento en tomate (*Solanum lycopersicum* L.) injertado. Interciencia 41(10): 703-708.
- Villacís Chiriboga, J; Vera, E; Van Camp, J; Ruales, J; Elst, K. 2021. Valorization of byproducts from tropical fruits: A review, Part 2: Applications, economic, and environmental aspects of biorefinery via supercritical fluid extraction. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 123 p.
- Yugsi, I. 2011. Elaboración y Uso de Abonos Orgánicos. Módulos de Capacitación para Capacitadores. Módulo V. Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias. INIAP. Publicación Miscelánea N° 185. Quito - Ecuador. 40 p.
- Zapata, S; Piedrahita, AM; Benjamín, R. 2014. Capacidad atrapadora de radicales oxígeno (ORAC) y fenoles totales de frutas y hortalizas de Colombia. Perspectivas en Nutrición Humana 16(1): 25-36.