

EL CULTIVO DEL TOMATE (*LYCOPERSICUM ESCULENTUM* MILL), BAJO AMBIENTE PROTEGIDO A TRAVÉS DE ENMIENDA ORGÁNICA Y FERTILIZACIÓN QUÍMICA

Alicia Victoria Rodas Molinas¹

Luis Alberto Domínguez Caballero²

Resumen

Se ha evaluado el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo ambiente protegido mediante la fertilización con enmienda orgánica y química. Tal abordaje es debido a la gran demanda del producto existente en la ciudad de Encarnación. El objetivo de esta investigación fue evaluar el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), bajo ambiente protegido con distintos tipos de enmienda orgánica y fertilización química. Este propósito fue conseguido a través del estudio de comparación experimental, que se realizó en las instalaciones del establecimiento de la familia Domínguez Caballero de la localidad de Federico Chávez del distrito de Capitán Miranda, Departamento de Itapúa. El análisis estuvo conformado de la siguiente manera; T1: gallinaza (2kg/m²), T2: estiércol bovino (2kg/m²), T3: estiércol suino (2kg/m²). El T4: fertilización química (150 gr/m²), y un T5 (testigo) sin fertilización. Las variables del estudio fueron: cantidad de fruto, diámetro horizontal y vertical del fruto y el peso correspondiente del mismo. El resultado obtenido en esta investigación demuestra que el T4 (fertilización química) obtuvo el mejor rendimiento en cuanto al peso de frutos y los diámetros de frutos tanto horizontal y vertical mediante el programa estadístico SASM-agri, realizando el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum*, Fertilización, Cultivo de tomate.

Introducción

El tomate es una de las hortalizas más difundidas en todo el mundo con alto valor económico, ya que representa 30% de la producción hortícola a nivel mundial. Su demanda aumenta considerablemente y con ella su cultivo, producción y comercio. El incremento anual de la producción en los últimos años, se debe principalmente al rendimiento e incremento de la superficie cultivada. (SÁNCHEZ LÓPEZ et al, 2012 citado por VALDAPÉÑA, 2017).

El tomate es una hortaliza de popularidad casi universal, es apetecido por su agradable sabor, da un mejor gusto a las comidas y es un producto que puede ser consumido crudo o elaborado en una gran diversidad de alimentos gastronómicos.

¹ Licenciada en Administración de Empresas Agropecuarias, Universidad Autónoma de Encarnación.
aliciarodas2012@gmail.com

² Licenciada en Administración de Empresas Agropecuarias, Universidad Autónoma de Encarnación.
dominguezalberto2014@gmail.com

La producción de tomate en los últimos tiempos ha ido en crecimiento ya que en la ciudad de Encarnación existe una gran demanda por el producto a raíz del aumento de la población y al ser una ciudad turística en temporadas de verano existe una concurrencia masiva de personas, favoreciendo el comercio gastronómico, el cual requiere de la materia prima para la elaboración de los diversos platos de menú.

Por otro lado, la tendencia actual de producción de tomate, es realizarla bajo invernadero, dicha producción pretende mejorar las condiciones ambientales para incrementar la bioproductividad, el cual garantiza que el producto cumpla con los estándares de calidad e inocuidad alimentaria que exigen los mercados nacionales e internacionales.

En el departamento de Itapúa tenemos recursos para la producción de tomate y condiciones agroecológicas. Para llegar a una producción óptima del mismo se tendrá que sobre llevar algunas adversidades como deficiencias nutricionales en algunos casos suelos con poder de hidrógeno (pH) ácidos, también una condición climatológica cambiante en temporadas de invierno lo que la hace estacional.

El tomate puede cultivarse durante todo el año, pero hay que tener en cuenta que las heladas y el calor excesivo pueden dificultar su buen desarrollo en esas épocas. Para subsanar estos inconvenientes, es imprescindible la adopción de nuevas tecnologías, como ser el cultivo en invernadero, el uso de mallas plásticas que intercepten más del 50% la luz del sol, y mejorar el sistema de riego. Para obtener buenos resultados, la elección de la variedad debe ir acompañada por la adquisición de una semilla confiable y de buena calidad.

La agricultura orgánica demanda el uso de abonos orgánicos para mantener sano el suelo y los productos cosechados libres de sustancias tóxicas. El uso de abonos orgánicos es atractivo por su menor costo en producción y aplicación, por lo que resulta más accesible a los productores, sobre todo en países donde la mayor parte de la producción de alimentos se logra a través de una agricultura no tecnificada tal como ocurre en América Latina (GARCÍA HERNÁNDEZ et al, 2010, citado por CARDONA, 2013)

El abastecimiento de nitrógeno en cultivos orgánicos puede verse limitado por el costo de productos comerciales y por la lenta mineralización del nitrógeno en residuos orgánicos (MARQUEZ et al, 2006 citado por OCHOA et al, 2009).

Se ha comprobado que el uso de compostas puede satisfacer los requerimientos nutrimentales del cultivo de tomate en invernadero durante los primeros dos meses después del trasplante (RAVIV et al, 2004, citado por OCHOA et al, 2009).

Los fertilizantes orgánicos ejercen un efecto multilateral sobre las propiedades agronómicas de los suelos y, cuando se utilizan correctamente, elevan de manera adecuada la cosecha de los cultivos agrícolas (ROMERA y GUERRERO, 2000 citado por MENDOZA et al, 2003).

Siguiendo los principios que la rigen (FAO, 2001; IFOAM, 2003), la agricultura orgánica aspira retornar a los ciclos cerrados de energía y materiales, maximizar el reciclaje, emplear sistemas de rotación, usar fertilizantes de origen orgánico y energías renovables, citado por (GUZMÁN y GONZÁLEZ, 2009).

En el Departamento de Itapúa existen escasas informaciones acerca de la utilización de enmiendas orgánicas comparadas con la fertilización química en el cultivo de tomate, de ahí parte la necesidad de la realización de esta investigación; la hipótesis planteada fue que el cultivo de tomate es influenciado de manera positiva por la aplicación de distintos tipos de enmienda orgánica, a su vez presenta comportamiento diferencial entre enmienda orgánica y fertilización química.

El objetivo general planteado fue evaluar el cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) con distintos tipos de enmienda orgánica y fertilización química. Los objetivos específicos planteados fueron: determinar el principio de fertilizante que obtendrá la mayor producción de tomate, describir las variables cuantitativas y cualitativas de la producción, definir las dosis y la fuente que ejerce mejor efecto para la producción de tomate de acuerdo a las distintas fuentes de fertilización.

Materiales y métodos

La presente investigación se realizó en las instalaciones del establecimiento de la familia Domínguez Caballero de la localidad de Federico Chávez del distrito de Capitán Miranda, Departamento de Itapúa, cuyas coordenadas son 27°08'05.88''S Latitud sur 55° 50'37.49''W longitud oeste, a 232 msnm. El tipo de suelo perteneciente al grupo oxisoles (Soil Taxonomy), las precipitaciones promedio anual del lugar es de 1827 mm.

El ensayo se realizó entre los meses de julio a diciembre del año 2016, se utilizó un invernadero no climatizado tipo capilla las mediciones del mismo fue 18m de largo y 5m

de ancho distribuidos en 15 tablones con los espaciamentos adecuados, en la instalación se utilizó el sistema de riego por goteo para la mejor aplicación del agua al cultivo.

El diseño de investigación según la naturaleza de los objetivos en cuanto al conocimiento que se desea alcanzar fue experimental, según el tiempo sincrónica y según la naturaleza de la investigación fue cuantitativo y cualitativo.

El tipo de diseño que fue empleado fueron bloques completamente al azar con cinco tratamientos y tres repeticiones con un total de quince unidades experimentales. Partiendo desde una base de un análisis de suelo realizado con el fin de tener conocimiento de la composición química del suelo a cultivar en cuanto a la textura del mismo, nivel de materia orgánica, disponibilidad de macronutrientes y micronutrientes esenciales para el cultivo de tomate; además de la capacidad de intercambio catiónico, saturación de bases etc.

La unidad experimental contó con quince parcelas las cuales fueron divididas en pequeños tablones de (2,80 m) de largo y (1 m) de ancho, entre hileras un espaciamento de (80 cm) y (50 cm) entre plantas. Los factores bloque estuvieron cruzados en cuanto a las unidades experimentales en las enmiendas orgánica de tres estiércol diferentes, fertilización química y el testigo sin fertilizar. El modelo experimental de este diseño se presentó en: tres tablones de dos hileras totalizando seis hileras del cultivo de tomate.

Todas las parcelas recibieron aplicación de fertilizantes, según la dosis correspondiente sean estos químicos u orgánicos, en una sola etapa al momento antes del trasplante como se detalla a continuación. Fertilizante químico de formulación: 15-36-10. (150 gr/m²). Enmiendas orgánicas, tratamiento 1: Gallinaza (2kg/m²), tratamiento 2: Estiércol Bovino (2kg/m²), tratamiento 3: Estiércol Suino (2kg/m²) y el testigo fue un tratamiento en el cual no se realizó ningún tipo de fertilización.

Se utilizó la variedad de tomate T70 tipo bola que es una planta de crecimiento indeterminado de ciclo precoz. La siembra se realizó el 17 de agosto del 2016 y el trasplante el 18 de septiembre; con un marco de plantación a doble hilera en camas de (1 m) de ancho de centro a centro y de (0.50m) entre plantas con una distancia entre hileras de (65 cm), las plantas fueron guiadas a un solo tallo (4 plantas por m²).

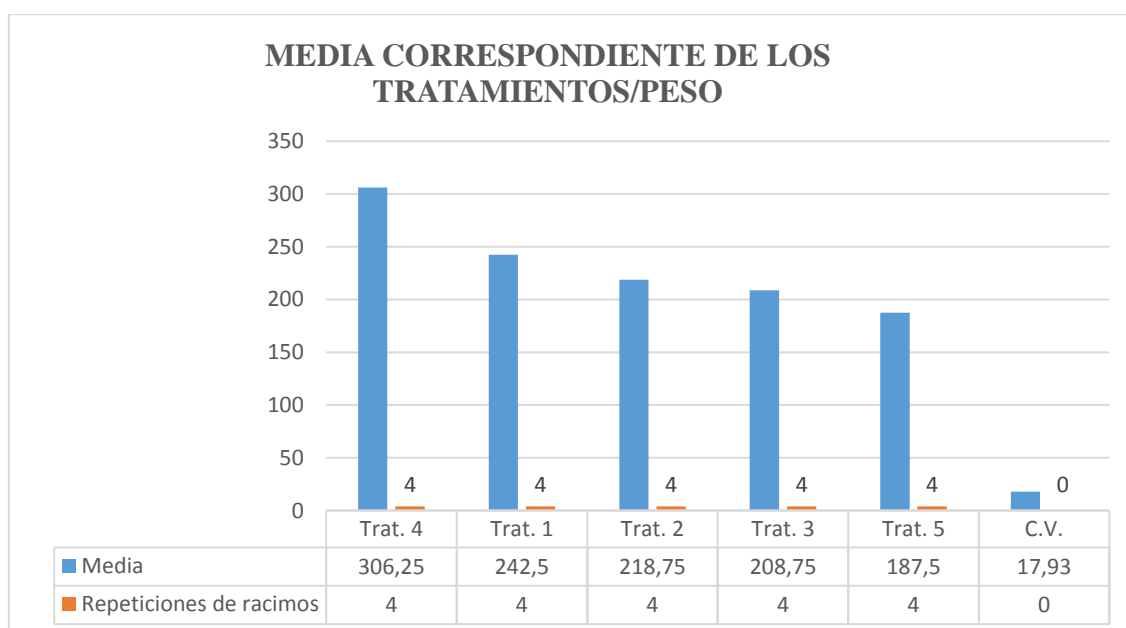
Las variables evaluadas en la presente investigación fueron; cantidad de fruto, peso del fruto, diámetro horizontal y vertical del fruto. Se consideraron 4 racimos a ser evaluados ya que la cantidad de fertilizante aplicado en el experimento era de proporción pequeña

para su desarrollo fenológico normal. Se efectuó un análisis de varianza para cada variable mediante el programa estadístico SASM-agri, y se realizó el test de Tukey al 5% de probabilidad de error.

Resultados

Promedios significativos del rango tukey.

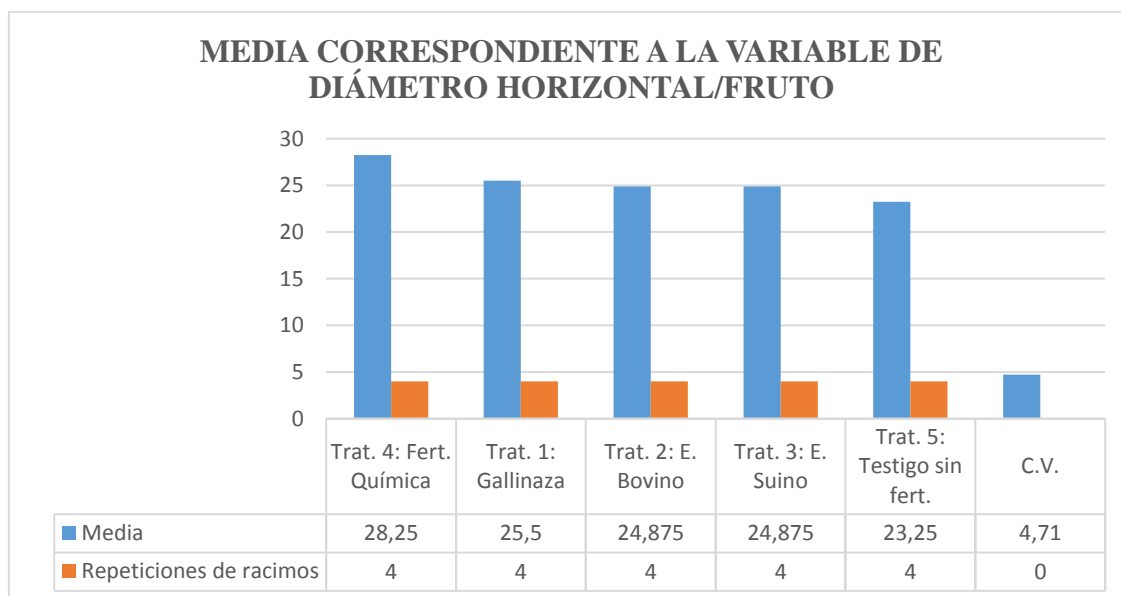
Prueba de significación de tukey al 5% para tratamientos en la variable del peso promedio de los frutos en los cuatro racimos. Analizando los tratamientos aplicando la prueba de significación de Tukey al 5% se observó dos rangos de significación. El mayor peso reportó el tratamiento T4 con una media de (306,25 gr/fruto) ubicándose en el primer rango con mejor rendimiento en cuanto al peso durante el proceso, seguido por el T1 que refleja una media de (242,5 gr/fruto) compartiendo el primer y segundo rango en cuando al rendimiento promediado. Luego podemos apreciar en el cuadro de significación el compartimiento de rango se ubica el T2 con una media de rendimiento de (218,75 gr/fruto), seguidamente el T3 obtuvo una media de rendimiento de (208,75 gr/fruto) y así se ubica en el segundo rango, en cuanto al T5 (testigo) se detectó al ubicarse con el menor valor de media de (187,5 gr/fruto) en el último lugar y rango de prueba. C.V: Se presentó el coeficiente de variación de los tratamientos de 17,93%.



Resultados de los tratamientos de las variables en cuanto al diámetro horizontal de los frutos

En el gráfico de significación consistente en el promedio horizontal del fruto en el rango de Tukey, se puede apreciar que en el primer rango se encuentra ubicado el T4 con una media de producción en diámetro de (28,25 cm/fruto); seguidamente se encuentra reflejada que el T1 obtuvo una media de (25,5 cm/fruto) ubicándose en el segundo rango promediado de Tukey, seguido por los tratamientos T2 y T3 con una media presentada de (24,875 cm/fruto); en tanto que el T5 (testigo) se detectó al ubicarse con el menor valor de media de (23,25 cm/fruto) en el último lugar y rango de prueba.

C.V: Se demostró el coeficiente de variación de los tratamientos de 4,71%.

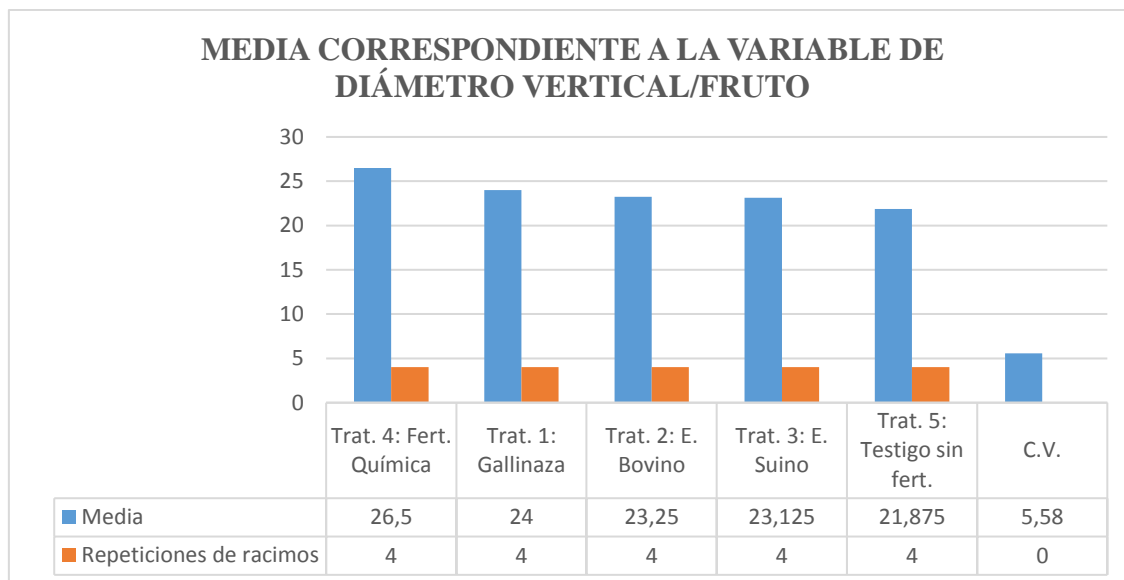


Resultados de los tratamientos de las variables en cuanto al diámetro vertical de los frutos

En el análisis de los tratamientos de significación que consiste en el promedio vertical del fruto en el rango de Tukey, se demuestra que el primer rango es liderado por el T4 con una media de (26,5 cm/fruto), seguidamente compartiendo el primero y segundo rango el T1 (24 cm/fruto), y los tratamientos T2 (23,25 cm/fruto) y T3 (23,125 cm/fruto) ubicándose ambos en el segundo rango de prueba. El diámetro menor del fruto obtuvo el

T5 (testigo) con una media de (21,875 cm/fruto) ubicándose en el último lugar de rango de prueba.

C.V: Se manifestó el coeficiente de variación de los tratamientos de 5,58%.



Discusión

Según el artículo científico de UNAPUCHA, 2010, sobre evaluación de fertilizantes químicos y orgánicos en tomate bajo invernadero se evaluó el mejor tratamiento entre fertilizantes químicos y orgánicos para la producción de tomate híbrido Dominique 593, se utilizó el diseño de bloques completamente al azar, con 9 tratamientos y 3 repeticiones. Las variables en estudio fueron: Longitud de la planta, días a la floración, número de flores por racimo, días a la cosecha, número de frutos por racimo, peso del fruto y rendimiento. El resultado obtenido de la investigación fue que el fertilizante químico obtuvo el mayor rendimiento en comparación a los demás tratamientos.

En la comparación investigativa y experimental se constata que los resultados obtenidos en el cultivo de tomate bajo ambiente protegido a través de enmienda orgánica y fertilización química para la producción de tomate híbrido T70, se utilizó el diseño experimental de bloques al azar, con 4 tratamientos y un tratamiento testigo totalizando 5 tratamientos con 3 repeticiones. Se evaluó las variables de producción en cuanto a cantidad de fruto, diámetro horizontal, diámetro vertical de fruto y el promedio total de peso por racimo. Los resultados fueron favorables con mayor rendimiento presentado en

la fertilización química contando con mayor índice de los promedios en las variables cualitativas y cuantitativas.

Conclusión

De acuerdo a los objetivos planteados y a los resultados obtenidos del presente trabajo, con respecto a los tipos de fertilizaciones de la parcela experimental se pudo constatar que el T4 (fertilización química) obtuvo el mejor rendimiento en cuanto al peso de frutos y los diámetros de frutos tanto horizontal y vertical ubicándose en el primer rango estadístico de Tukey, seguido por el T1 enmienda orgánica (gallinaza) ubicada en el segundo rango presentando un valor favorable en las características del peso de fruto y sus respectivas mediciones, posteriormente se presentó el T2 (estiércol bovino) en las estimaciones generales de las mediciones por cada fruto y racimo del cultivo, por otra parte el T3 (estiércol suino) demostró un menor rendimiento en comparación con las anteriores enmiendas y por último el T5 (testigo sin fertilizado) la cual señalo obtener el menor rendimiento de las variables empleadas. Las parcelas experimentales fueron analizadas desde la cantidad del cuajado de los frutos hasta su cosecha realizado entre los meses de agosto a diciembre del 2016.

Las variables morfológicas de la planta como son; cantidad de frutos, diámetro de los frutos; peso de los frutos si representan parámetros que hayan sido afectados por los factores de estudio; ya que, si mostraron diferencias entre las medias de los tratamientos esto se debe a la aplicación de los fertilizantes tanto las enmiendas orgánicas y fertilización química en las dosis correspondientes.

Se ha respondido a la hipótesis planteada de la investigación que la producción de tomate se ve influenciada de forma positiva en cuanto a los tipos de fertilización utilizados en el ensayo mediante las parcelas experimentales.

Recomendaciones

Se recomienda aplicar al cultivo de tomate, cultivado bajo invernadero, enmiendas orgánicas de procedencias similares a las de los tratamientos utilizados en esta investigación como base a un promedio de (2 kg/m²), y complementar con fertilización química en el comienzo de la floración que serían a los 40 días después del trasplante y al momento del encuajado de los frutos nuevamente que serían aproximadamente a los

55 días después del trasplante, siguiendo los requerimientos que posee la planta en cada una de estas fases.

Estas fertilizaciones de procedencia química que se podrían aplicar durante cada fase pueden ser abonos minerales o granulados como también solubles aplicables de forma foliar o fertirriego, y así mejorar la producción de tomate.

Otra de las recomendaciones que se puedan realizar basándose de este ensayo es la de investigar los costos de producción que conlleva cada uno de los tratamientos y la rentabilidad que se podría adquirir de las mismas.

Referencias

- CARDONA, N. (2013). Evaluación de fuentes de fertilización orgánica en tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) bajo condiciones de invernadero, México (Tesis de grado). Universidad Autónoma de Nuevo León. Recuperado de: <http://eprints.uanl.mx/3807/1/1080249917.pdf>.
- CRIA (2008). Datos meteorológicos de Capitán Miranda. Precipitaciones promedio anuales. Estación Meteorológica del Centro Regional de Investigación Agrícola.
- ESCALONA V., Alvarado P, Monardes H, Urbina C, Martin A. (2009). Manual de cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.). Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. [Fuente oficial: (Esquinas, Alcázar, J, Nuez V., F. 1995)]. Anatomía y fisiología de la planta en el cultivo del tomate. F. Nuez ed. Mundi-Prensa. 793 p. Recuperado de: http://www.cepoc.uchile.cl/pdf/Manua_Cultivo_tomate.pdf.
- DCEA (2014). Estadísticas de la producción de tomate en Paraguay Dirección de censo y estadísticas agropecuarias. Recuperado de: <http://www.mag.gov.py/Censo/SINTESIS%202014-texto%20completo.pdf>.
- GANDARILLA, J. (1988). Empleo del estiércol vacuno para mejorar un suelo improductivo de la provincia de Camaguey, Cuba (Tesis de grado). Instituto de Investigaciones para las Ciencias del Suelo y la Agroquímica de la Academia de Ciencias de Hungría. Recuperado de: <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000121.pdf>.
- GUZMÁN, G.I. y M. González (2009). Preindustrial agriculture versus organic agriculture. The land cost of sustainability. *Land Use Policy* 26: 502-510. Recuperado

de:https://www.researchgate.net/publication/222572440_Preindustrial_agriculture_versus_organic_agriculture_The_land_cost_of_sustainability.

- JARAMILLO J. Rodríguez V.P., Guzmán M., Zapata M., Rengifo T. (2007). Manual Técnico Buenas Prácticas Agrícolas. En La producción de Tomate Bajo 52 Condiciones Protegidas. Corpoica Mana Gobernación de Antioquia (FAO). 331 P. Recuperado de: a1374s00FAOJARAMILLO.pdf.
- MÁRQUEZ, C., Cano, P., Figueroa, U., Avila, JA., Rodríguez, N., García, JL. (2013). Rendimiento y calidad de tomate con fuentes orgánicas de fertilización en invernadero. Publicado en Revista Internacional de Botánica Experimental. YTON ISSN 0031 9457 (2013) 82: 55-61. Recuperado de: <http://www.scielo.org.ar/pdf/phyton/v82n1/v82n1a08.pdf>.
- MENDOZA, H., Carrillo, J. Perales, C., Ruiz, J. (2003). Evaluación de fuentes de fertilización orgánica para tomate de invernadero en Oaxaca, México. No. 70 p.30-35. Recuperado de: <http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/6264/A1938e.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- OCHOA, E., Figueroa, U., Cano, P., Preciado, P., Moreno, A., Rodríguez, N. (2009). Té de composta como fertilizante orgánico en la producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), en invernadero. Revista Chapingo Serie Horticultura 15(3): 245-250, 2009. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/rersh/v15n3/v15n3a4.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2013). El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3359s.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2013). El cultivo de tomate con buenas prácticas agrícolas en la agricultura urbana y periurbana. [Fuente oficial: (FAO 2011)]. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3359s.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2002). Los fertilizantes y sus usos. World Fertilizer use Manual, 1992, IFA, París, 632p. Recuperado de: <ftp://ftp.fao.org/agl/agll/docs/fertuso.pdf>.
- Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (2013). El cultivo de tomate con buenas prácticas de la agricultura en la agricultura urbana y periurbana. Recuperado de: <http://www.fao.org/3/a-i3359s.pdf>.

- PÉREZ, J., Hurtado, G., Aparicio, V., Argueta, Q., & Larín, M. (2002). Guía técnica cultivo de tomate. Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal. Recuperado de <http://www.centa.gob.sv/docs/guias/hortalizas/Guia%20Tomate.pdf>.
- RODRÍGUEZ, N., Cano, R., Figueroa, U., Favela, E., Moreno, A., Márquez, C., Ochoa, E., Preciado, P. (2009). Uso de abonos orgánicos en la producción de tomate en invernadero. Publicado en *Terra Latinoamericana* 27: 319-327. Recuperado de: <http://www.scielo.org.mx/pdf/tl/v27n4/v27n4a6.pdf>.
- UNAPUCHA, E. (2010). Evaluación de fertilizantes químicos y orgánicos en tomate (*Lycopersicum esculentum*) bajo invernadero en el sector del Pisque Tungurahua, Ecuador (Tesis de grado). Universidad Nacional de Loja. Recuperado de: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/5537/1/Unapucha%20Andagan%20Edwin.pdf>.
- VALDEPEÑA, F. (2017). Evaluación del comportamiento del tomate, mediante la aplicación de fertilizantes orgánicos e inorgánicos bajo condiciones de casa de sombra. Torreón, Coahuila, México. (Tesis de grado). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Recuperado de: <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/8345/FRE DY%20NOE%20VALDEPE%C3%91A%20CANIZAL.pdf?sequence=1>.