

Producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) con lombricomposta y fertilización química

Production of shell tomato (*Physalis ixocarpa* Brot.) with vermicompost and chemical fertilization

José Eduardo Rivadeneira-Manzanilla¹ , Rogelio Enrique Palacios-Torres^{2*} , Ana Rosa Ramírez-Seañez² , Hipólito Hernández-Hernández² , Adolfo Amador-Mendoza² 

¹Maestría en Producción y Procesamiento Agrícola. División de Estudios de Posgrado. Universidad del Papaloapan. Av. Ferrocarril s/n, Ciudad Universitaria, CP. 68400. Loma Bonita, Oaxaca, México.

²Instituto de Agroingeniería. Universidad del Papaloapan. Av. Ferrocarril s/n, Ciudad Universitaria, CP. 68400. Loma Bonita, Oaxaca, México.

*Autor de correspondencia: rpalacios@unpa.edu.mx, rogeliopalaci57@hotmail.com

Nota científica

Recibida: 10 de abril 2024

Aceptada: 02 de diciembre 2024

RESUMEN. El uso de fertilizantes convencionales ha sido una alternativa de producción viable por muchos años, sin embargo, ha causado graves afectaciones en los ecosistemas. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto de la fertilización química, orgánica y química-orgánica en morfología, calidad de fruto y rendimiento de tomate de cáscara bajo condiciones de temporal. El experimento se estableció en bloques completos al azar con cuatro tratamientos y tres repeticiones: T1 = 120N-80P-120K, T2 = 3.479 kg m² de lombricomposta, T3 = 120N-80P-120K + 3.479 kg m² de lombricomposta y T4 = testigo. Los resultados indican que el tratamiento 3 (química-orgánica) influyó positivamente en las variables de morfología, rendimiento y pH. El tratamiento químico orgánico obtuvo los mejores resultados para rendimiento, mientras que el contenido de sólidos solubles totales, no presentó diferencia significativa entre tratamientos. El uso de fertilización química-orgánica es una alternativa de producción que tiene un efecto positivo en la nutrición del tomate de cáscara.

Palabras clave: Agricultura, convencional, orgánica, rendimiento, tomatillo.

ABSTRACT. The use of conventional fertilizers has been a viable production alternative for many years; however, it has caused serious damage to ecosystems. The objective of the present study was to evaluate the effect of chemical, organic and chemical-organic fertilization on morphology, fruit quality and yield of husk tomato under rainfed conditions. The experiment was carried out in completely randomized blocks with four treatments and three repetitions: T1 = 120N-80P-120K, T2 = 3.479 kg m² of vermicompost, T3 = 120N-80P-120K + 3.479 kg m² of vermicompost and T4 = witness. The results indicate that treatment 3 (chemical-organic) positively influenced the variables of morphology, yield and pH. The chemical-organic treatment obtained the best results for yield, while the content of total soluble solids did not present a significant difference between treatments. The use of chemical-organic fertilization is a production alternative that has a positive effect on the nutrition of shell tomato.

Keywords: Agriculture, conventional, organic, yield, tomatillo.

Como citar: Rivadeneira-Manzanilla JE, Palacios-Torres RE, Ramírez-Seañez AR, Hernández-Hernández H, Amador-Mendoza A (2024) Producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) con lombricomposta y fertilización química. Ecosistemas y Recursos Agropecuarios Núm. Esp. IV: e4143. DOI: 10.19136/era.a11nIV.4143.

INTRODUCCIÓN

El tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) o tomate verde, es una planta perteneciente a la familia de las solanáceas originaria y domesticada en México que ha tomado gran relevancia entre las hortalizas más consumidas y producidas en la mayoría de los estados (Peña-Lomelí *et al.* 2014). En la actualidad este cultivo cuenta con una superficie sembrada de 40 650.69 ha, siendo superado por el jitomate (*Solanum lycopersicum* L.) con 49 287.02 ha, chile (*Capsicum annuum* L.) 149 693.65 ha, papa (*Solanum tuberosum* L.) 60 102.28 ha, entre otros cultivos (SIAP 2022).

La importancia gastronómica sobre el uso de esta hortaliza incide en la preparación de varios platillos de la cocina mexicana (Santiaguillo-Hernández *et al.* 2009). El tomate verde, también conocido como tomate de cáscara o tomatillo, se cultiva en 28 de los 32 estados de la república mexicana, obteniendo un rendimiento promedio de 18.65 t ha⁻¹. Actualmente los estados de mayor producción son: Sinaloa 7 317.91 ha, Jalisco 4 979.99 ha, Puebla 4 271.55 ha, Zacatecas 3 300.91 ha, Estado de México 2 521.32 ha, Michoacán 2 379.43 ha, Sonora 2 125.00 ha, y Nayarit 1 994.80 ha. Mientras que la superficie destinada a la siembra de manera orgánica es de solo 120 hectáreas (SIAP 2022). Aunado a lo anterior, Rizo-Mustelier *et al.* (2017) mencionan que la agricultura orgánica es una alternativa para la producción de alimentos que no dañan la salud ni el medio ambiente, este tipo de producción no permite el uso de insumos sintéticos, solo el uso de insumos naturales. El uso de enmiendas orgánicas ha ayudado a mitigar los daños ocasionados por factores abióticos, además, que suelen potencializar el rendimiento en diversos cultivos. Por tal motivo, Veobides-Amador *et al.* (2018) indican que el uso de sustancias húmicas tiene efectos directos sobre las características físicas, fisicoquímicas y biológicas del suelo, al aumentar la retención de humedad, el aporte de nutrientes, la proliferación de los microorganismos benéficos y en la formación de complejos iónicos como el hierro y el zinc. Por lo anteriormente, el objetivo fue evaluar el uso de fertilizantes químicos, orgánicos y su combinación sobre el efecto en la morfología, calidad de fruto y rendimiento del cultivo de tomate de cáscara (*P. ixocarpa* Brot.) bajo condiciones de temporal, en Loma Bonita, Oaxaca.

MATERIALES Y MÉTODOS

Esta investigación se llevó a cabo durante los meses de julio a noviembre de 2019 en el área de producción agrícola de la Universidad del Papaloapan Campus Loma Bonita Oaxaca, ubicado a los 18° 05' 56.5" LN, 95° 53' 48.0" LO a 38 msnm (INAFED 2021). La temperatura presente en este lugar oscila entre los 20.5 y 29.4 °C con precipitación promedio de 1 902 mm (SMN 2019). Se realizó previamente el análisis químico de la lombricomposta (pH 6.4, CE 3.0 dS m⁻¹, MO 16.7%, C/N 16.9%, N 0.57%, P 0.35%, K 0.24, Ca 0.81 y Mg 0.29).

Diseño experimental y tratamientos

El experimento se estableció en bloques completos al azar, con cuatro tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos fueron los siguientes: T1 = química (120N-80P-120K), T2 = orgánica (3.479 kg m² de lombricomposta), T3 = química-orgánica (120N-80P-120K + 3.479 kg m² de lombricomposta) y T4 = testigo.

Aplicación de tratamientos

Las aplicaciones de los fertilizantes químicos empleados fueron en banda a profundidad aproximada de 5 cm, una vez estos en el suelo fueron tapados y se realizaron de acuerdo con cada tratamiento: T1 = fertilización química se efectuó en dos partes, la primera se realizó al momento del trasplante (60N-80P-60K), aplicando el total del fósforo, la segunda aplicación se realizó a los 35 ddt (días después del trasplante) (60N-00P-60K). El tratamiento T2 = fertilización orgánica se aplicó de fondo al momento de realizar el trasplante (3.479 kg m² de lombricomposta). El tratamiento T3 = fertilización química-orgánica se aplicó en dos partes, la primera aplicación se realizó al momento del trasplante se utilizó 3.479 kg m² de lombricomposta de fondo, al finalizar este proceso se llevó a cabo la aplicación química a razón de (60N-80P-60K), añadiéndose todo el fósforo en una sola aplicación, la segunda fertilización se realizó a los 35 ddt, (60N-00P-60K). Para el tratamiento T4 = testigo, no se aplicó ningún tipo de fertilización, solo se realizaron aplicaciones de agua por medio del sistema de riego. El efecto orilla fue empleado en todos los tratamientos y plantas sometidos a toma de datos.

Siembra

La siembra se realizó el 11 de julio de 2019 en un almácigo con las siguientes dimensiones: dos metros de ancho por tres metros de largo, utilizándose suelo agrícola y lombricomposta en proporción 1:1 (v/v) como sustrato. El experimento se estableció en 12 camas, con dimensiones de longitud de 6 m y ancho de 0.80 m con altura de 0.30 m, la distancia entre camas fue de 1.8 m. La siembra se realizó a tresbolillo, con una distancia entre plantas de 0.30 m, teniendo un total de 39 plantas por cama, para una densidad poblacional de 36 075 plantas ha⁻¹.

Manejo agronómico

El suelo se preparó para el experimento con barbecho a 40 cm de profundidad y el rastreo para dejar bien mullido el suelo con la utilización de un motocultor, el levantamiento de las camas se realizó con azadón. Se instaló un sistema de riego por goteo, con cintilla calibre 5 mil y 5/8 de diámetro marca TORO®, con una separación de 30 cm entre emisores colocándose en medio de la cama a profundidad de 10 cm en el suelo, el cual solo se utilizó como riego de auxilio durante el trasplante y dos y cinco días después de este, ya que el experimento fue de temporal. El trasplante se efectuó a los 20 días después de la siembra (dds) a raíz desnuda. Posteriormente a los 30 días después del trasplante (ddt) se realizó el envarado, lo que impidió el desgajamiento de ramas, por el peso de los frutos. Para el manejo fitosanitario se aplicó extracto de neem-canela y cipermetrina 200 CE, Koor Agro para chapulín (*Caelifera* sp.) a razón de 5 y 1 mL L⁻¹, respectivamente. La presencia del gusano del fruto (*Chloridea subflexa*) se combatió con cipermetrina a razón de 1.5 mL L⁻¹. La enfermedad causada por el hongo *Pythium* sp., se controló con aplicaciones de Metalaxil-M (Ridomil Gold 480 SL®, Syngenta) a razón de 1.5 mL L⁻¹.

Variables de estudio

Para la evaluación del diámetro de tallo y número promedio de flores por planta se realizaron cuatro muestreos: a los 30, 45, 60 y 75 ddt. El diámetro de tallo (mm), se determinó con un vernier digital de la marca Truper® Stainless Steel, la medición se tomó a 2 cm por debajo de la primera

horqueta. Mientras que el número promedio de flores se contabilizó de forma visual según el tratamiento. En el diámetro de tallo y número de flores se evaluaron a las mismas cuatro plantas. El rendimiento se determinó en cuatro cosechas: la primera a los 75 ddt, mientras que las cosechas posteriores se realizaron a intervalos de 7 días consecutivamente. El peso del fruto se determinó por tratamiento, utilizando una báscula digital de 3 kg marca Rhino®. El número de frutos se determinó contabilizando cada fruto cosechado por tratamiento, mientras que el rendimiento total se obtuvo pesando todos los frutos cosechados por tratamiento en una superficie de 153.33 m², posteriormente se realizó una extrapolación a una superficie de 10 000 m² para obtener el rendimiento en t ha⁻¹.

La determinación del pH y contenido de sólidos solubles totales (SST) se realizó en el jugo de cinco frutos a partir del segundo corte, el pH se midió con un potenciómetro de la marca Hanna Instruments® y el contenido de sólidos solubles totales se determinó con un refractómetro digital (HI 96801 de la marca Hanna Instruments®). El pH y SST se determinaron en los últimos tres cortes.

Análisis estadístico

Los datos obtenidos se analizaron por medio de un análisis de varianza, para la determinación de las diferencias de medias de las variables evaluadas se aplicó la prueba de Tukey ($P \leq 0.05$). Todos los análisis se realizaron por medio del programa estadístico InfoStat versión 2020 (Di-Rienzo *et al.* 2018).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso de la fertilización química-orgánica (120N-80P-120K + 3.479 kg m² de lombricomposta) tuvo efectos positivos en las variables morfológicas, de rendimiento y calidad de fruto del tomate de cáscara. Este efecto se puede deber al contenido de materia orgánica presente en la lombricomposta (16.7%) y la disponibilidad de macronutrientes como el nitrógeno, fósforo y potasio, elementos considerados como indispensables para el desarrollo adecuado de las plantas. Al respecto, Ahmad y Tripathi (2022) indican que la aplicación de lombricomposta puede propiciar un suministro adecuado de nutrientes y una mejor translocación de los fotosintatos hacia los órganos que están en crecimiento.

Diámetro de tallo y número promedio de flores

En la Figura 1, se presentan los resultados de las variables morfológicas, el mayor diámetro de tallo (mm), se obtuvieron con los tratamientos T1 (química), T2 (orgánica) y T3 (química-orgánica) a los 30 ddt ($P = 0.05$). El tratamiento 3 (química-orgánica) obtuvo los mejores resultados para esta variable a los 45 y 75 ddt siendo superior al resto de los tratamientos. El tratamiento T1 (química) a los 60 ddt obtuvo el mejor resultado siendo superior estadísticamente al resto de los tratamientos ($P = 0.01$). Algunos autores como Javier-López *et al.* (2022) quienes evaluaron el efecto de la lombricomposta con diferentes mezclas con fertilización química y orgánica, en chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) reportaron que las plantas con el máximo diámetro de tallo se manifestaron desde los 59 y hasta los 199 ddt en plantas con manejo orgánico y con lombricomposta (ORG-LOM) obteniendo un resultado de 19.31 mm. Así mismo, Egbe *et al.* (2023) evaluaron dos

híbridos de chile habanero, Safi y Big Sun, bajo cinco fuentes de fertilización, tres tratamientos convencionales, (20N-10P-10K) a 250, 350 y 450 kg ha⁻¹ y dos tratamientos orgánicos, estiércol de aves de corral en dosis de 20 y 30 Mg ha⁻¹, obteniendo que la fertilización orgánica en ambas dosis aumentó significativamente el diámetro de tallo de las plantas, en comparación con las plantas sin fertilizar y las plantas tratadas con dosis de fertilización convencional. Una investigación similar realizada por Raghunauth *et al.* (2023) donde evaluaron cuatro tratamientos: testigo absoluto, vermicomposta más 350 kg ha⁻¹ de N-P-K, vermicomposta más 10 t ha⁻¹ de gallinaza y gallinaza más 350 kg ha⁻¹ de N-P-K, determinó que la fertilización química de 350 kg ha⁻¹ de N-P-K más vermicomposta aumentó el diámetro del tallo de las plantas de chile en comparación a la fertilización orgánica a base de vermicomposta más 10 t ha⁻¹ de gallinaza.

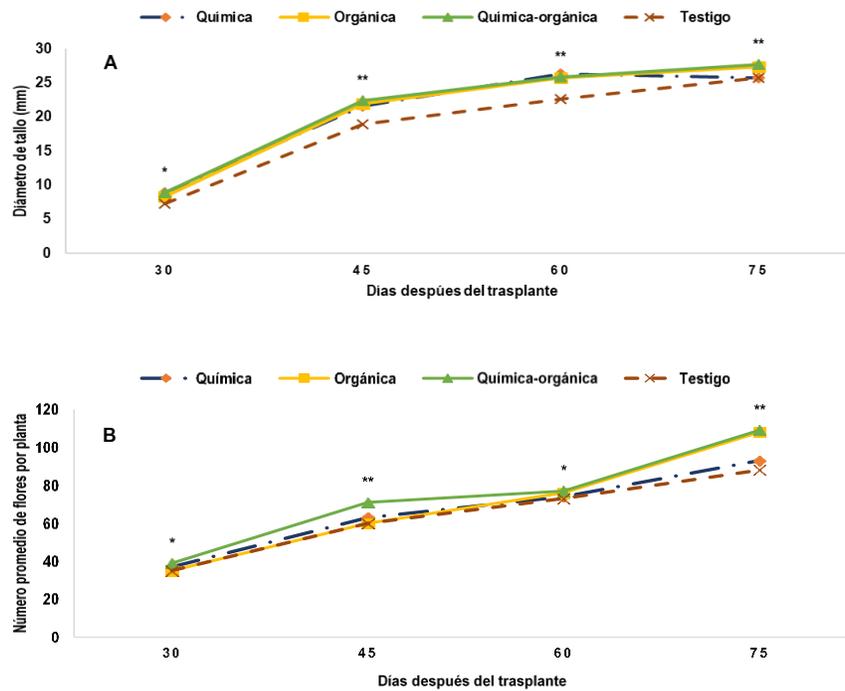


Figura 1. Efecto de la fertilización en diámetro de tallo (A) y número promedio de flores por planta (B) en cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) bajo condiciones de temporal en Loma Bonita, Oaxaca. ** ($P \leq 0.01$), * ($P \leq 0.05$).

Respecto a la variable número promedio de flores por planta (Figura 1), los resultados indican que a los 30 y 45 ddt, el tratamiento T3 (química-orgánica) fue estadísticamente superior al resto de los tratamientos obteniendo un número promedio de 39 y 71 flores, respectivamente. Sin embargo, a los 60 y 75 ddt los tratamientos T2 (orgánica) y T3 (química-orgánica) no presentaron diferencias significativas con un número promedio de flores similar ($P = 0.05$ y 0.05), pero sí presentó diferencias significativas con el resto de los tratamientos. Aunado a lo anterior, Cruz-Koizumi *et al.* (2017) quienes evaluaron el efecto de la fertilización orgánica y química en tomate de cáscara, determinaron que las aplicaciones con fertilizantes orgánicos sobre las plantas de tomate verde tienen efecto positivo, al aumentar hasta un 33.18% el índice de floración, en comparación con la aplicación de fertilización convencional, aumento el 15.19% sobre el tratamiento testigo absoluto.

Por otra parte, Gond *et al.* (2018) reportan que la floración y fructificación de *Physalis peruviana* L. bajo la influencia de diversos abonos orgánicos, aumentan la floración del cultivo, en comparación con las plantas que no fueron tratadas con ningún tipo de fertilizante.

Peso de fruto, número de frutos por planta y rendimiento

Los resultados de peso de fruto (g), número de frutos por planta y rendimiento ($t\ ha^{-1}$) se muestran en Figura 2. Los resultados indican que para los cortes 1 y 4 (75 y 96 ddt) las plantas con el tratamiento 3 (química-orgánica) mostraron los mejores resultados de esta variable con 36.63 y 32.62 g respectivamente, siendo estadísticamente superiores al resto de los tratamientos. Para los cortes 2 y 3 (82 y 89 ddt) los mejores resultados se obtuvieron con la fertilización orgánica y fertilización química-orgánica, sin diferencias significativas entre sí, pero si fueron estadísticamente superior al resto de los tratamientos. Lo cual concuerda con lo reportado por Gond *et al.* (2018) quienes reportan que las aplicaciones de lombricomposta incrementan el peso de los frutos de *Physalis peruviana* L. en comparación al tratamiento testigo absoluto, incrementando 5 g el peso de los frutos entre un tratamiento y otro. Por otro lado, el efecto provocado por la combinación de fertilizantes orgánicos incrementa hasta un 4.09% el peso de los frutos en comparación a la fertilización química en el cultivo de *Capsicum annuum* L. (Abreu-Cruz *et al.* 2018). A los 75 ddt el efecto de la aplicación de fertilización química, obtuvo el mayor número de frutos por planta con 108 siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos ($P = 0.01$). A los 82 ddt, los tratamientos T1 (química) y T3 (química-orgánica) no presentaron diferencias significativas entre sí, sin embargo, si hubo diferencia significativa con el resto de los tratamientos T2 (orgánica) y T4 (testigo). En los muestreos a los 89 y 96 ddt el mayor número de frutos se obtuvo en plantas fertilizadas con el tratamiento T3 (química-orgánica) con 409 y 258 frutos respectivamente, presentando diferencias altamente significativas con el resto de los tratamientos ($P \leq 0.01$). Resultados que coinciden con Hasnain *et al.* (2020) quienes reportan que el efecto de la combinación de los fertilizantes químicos y orgánicos muestra un aumento significativo en la cantidad de los frutos cosechados por planta, en comparación al tratamiento químico al 100% y al tratamiento testigo absoluto en el cultivo de tomate rojo (*Solanum lycopersicum* L.). Mientras que Gond *et al.* (2018) mencionan que la aplicación de lombricomposta sobre el cultivo de (*P. peruviana* L.) incrementa el número de frutos por planta hasta en un 48.43% sobre el tratamiento testigo absoluto. Estos coinciden con los obtenidos en nuestra investigación donde los mejores resultados se obtuvieron con la fertilización combinada química-orgánica, y en donde el tratamiento orgánico superó al tratamiento testigo absoluto en un 44.61%. Para el rendimiento a los 75 ddt hubo diferencias estadísticas entre los tratamientos T1 (química), T2 (orgánica) y T3 (química-orgánica), con el tratamiento Testigo. Resaltó el rendimiento con la aplicación de la fertilización química-orgánica T3 en los últimos tres cortes a los 82, 89 y 96 ddt presentando diferencias estadísticas significativas con el resto de los tratamientos ($P = 0.01$). Aunado a lo anterior, Aguiñaga-Bravo *et al.* (2020) mencionan que el efecto provocado de los fertilizantes químicos en combinación con enmiendas orgánicas en el cultivo de *P. ixocarpa*, incrementa el rendimiento hasta en un 55.5% en comparación con la fertilización química. En tanto que Ariati *et al.* (2017) comentan que las aplicaciones de fertilizantes orgánicos tienen una influencia positiva sobre el cultivo de tomate de cáscara al incrementar su producción sobre el tratamiento químico y testigo absoluto. Algo similar ocurre con lo reportado por Cun *et al.* (2008) quienes indican que las aplicaciones con fertilizantes

orgánicos en combinación con los fertilizantes químicos tienen un efecto positivo del 59.14% sobre el rendimiento del cultivo de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en comparación al tratamiento orgánico y testigo absoluto.

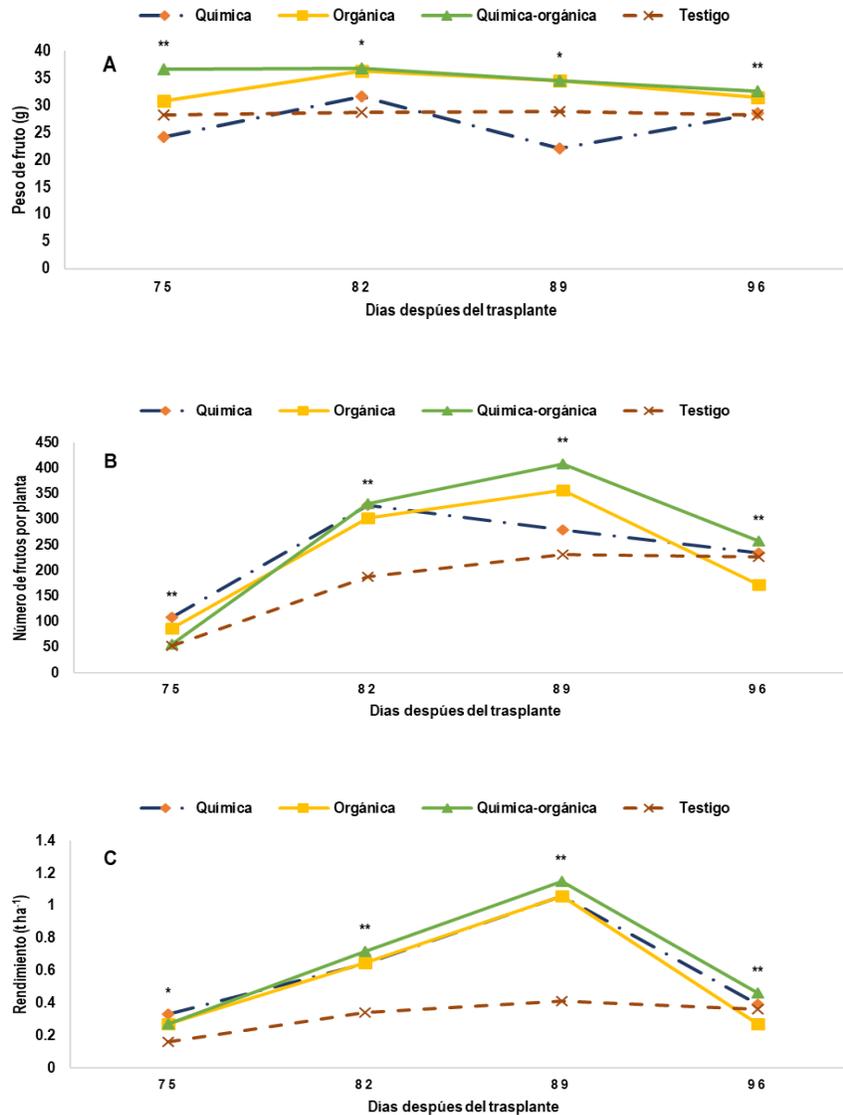


Figura 2. Efecto de la fertilización en el peso de fruto (A), número de frutos (B) y rendimiento (C) en cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) en Loma Bonita, Oaxaca. ** ($P \leq 0.01$), * ($P \leq 0.05$).

Potencial de hidrógeno (pH) y Sólidos Solubles Totales (SST)

La determinación de pH y SST (Tabla 1), solo se realizó en los últimos tres cortes a los 82, 89 y 96 ddt, para el pH el tratamiento T3 (química-orgánica) influyó de forma positiva dando como resultado que a los 82 y 96 ddt, se tuvieron valores de 5.0 y 4.40, respectivamente, siendo estadísticamente superior al resto de los tratamientos ($P = 0.05$), sin embargo, para la segunda cosecha (89 ddt) los frutos con el pH más alto se obtuvieron en frutos tratados con la fertilización

química con 4.87 siendo este resultado superior al resto de los tratamientos ($P = 0.0047$). Para el caso de pH, Hasnain *et al.* (2020) mencionan que las aplicaciones combinadas de fertilizantes químicos y orgánicos al 30-70%, 50-50%, 70-30% así como la incorporación de fertilizantes convencionales al 100% no muestran efecto alguno sobre el pH presente en los frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). Por otra parte, el estudio de Kai *et al.* (2020) en donde evaluaron el efecto que provoca la aplicación de fertilizantes químicos y orgánicos, sobre el cultivo de tomate cherry, obtuvieron que la aplicación de fertilizantes orgánicos eleva el contenido del pH en los frutos de forma significativa. Este resultado podría explicar por qué el contenido de pH se incrementa en el tratamiento T3 (químico-lombricomposta) en el primer y tercer corte del cultivo. La aplicación de los diferentes tratamientos no tuvo efecto en el contenido de sólidos solubles totales presentes en los frutos ($P \leq 0.05$). Existen estudios sobre del contenido de sólidos solubles totales, tal es el caso de Hasnain *et al.* (2020) quienes indican que la fertilización química, orgánica y la combinación de estas no generan alteración alguna sobre la cantidad de los sólidos solubles totales en los frutos de (*Solanum lycopersicum* L.), estos resultados son similares a los obtenidos en esta investigación. Por otro lado, en la investigación realizada por Gond *et al.* (2018) determinaron que el efecto influenciado por la aplicación de lombricomposta incrementa los sólidos solubles totales de los frutos de *P. peruviana* L. en un 12.23% en comparación al tratamiento testigo absoluto. Los valores de pH y sólidos solubles de este estudio son similares a los reportados por González-Pérez y Guerrero-Beltrán (2021), quienes reportan que son frutos pocos dulces y muy ácidos lo que los hace idóneos para algunas recetas de la comida mexicana y guatemalteca.

Tabla 1. Efecto de las fertilizaciones sobre pH y SST en fruto de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) bajo condiciones de temporal en Loma Bonita, Oaxaca.

Tratamientos	pH	SST
2da. cosecha (82 ddt)***		
T1 = Química	4.0 ^b	5.67 ^a
T2 = Orgánica	4.0 ^b	5.75 ^a
T3 = Química-orgánica	5.0 ^a	5.38 ^a
T4 = Testigo	4.18 ^b	5.30 ^a
3era. cosecha (89 ddt)**		
T1 = Química	4.87 ^a	5.54 ^a
T2 = Orgánica	4.31 ^{ab}	5.54 ^a
T3 = Química-orgánica	4.06 ^b	5.14 ^a
T4 = Testigo	3.97 ^b	5.08 ^a
4ta. cosecha (96 ddt)***		
T1 = Química	4.18 ^{ab}	5.23 ^a
T2 = Orgánica	4.31 ^{ab}	5.06 ^a
T3 = Química-orgánica	4.40 ^a	4.97 ^a
T4 = Testigo	4.0 ^b	4.70 ^a

pH = Potencial de hidrógeno, SST = Sólidos Solubles Totales. Tratamiento con diferente letra es significativamente distinta (Tukey, $P \leq 0.05$).

Los resultados obtenidos indican que el uso de fertilización química-orgánica (120N-80P-120K + 3.479 kg m² de lombricomposta) es una alternativa para incrementar la calidad fisicoquímica de fruto y el rendimiento del cultivo de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) además, de influir de forma positiva en el número promedio de flores y diámetro de tallo durante el desarrollo del cultivo. El uso de fertilización orgánica tuvo resultados similares a los obtenidos por la fertilización química-orgánica en número de frutos por planta y rendimiento. Pero el pH fue influenciado por la fertilización química-orgánica de forma positiva. No obstante, ningún tipo de la fertilización empleada en esta investigación mostró efectos positivos sobre la concentración de los sólidos solubles totales.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no tienen intereses en competencia.

LITERATURA CITADA

- Abreu-Cruz E, Araujo-Camacho E, Rodríguez-Jiménez SL, Valdivia-Ávila AL, Fuentes-Alfonso L, Pérez-Hernández Y (2018) Efecto de la aplicación combinada de fertilizante químico y humus de lombriz en *Capsicum annuum*. Revista Centro Agrícola 45(1): 52-51.
- Ahmad M, Tripathi SK (2022) Effect of integrated use of vermicompost, FYM and chemical fertilizers on soil properties and productivity of wheat (*Triticum aestivum* L.) in alluvial soil. The Journal of Phytopharmacology 11: 101-106.
- Aguñaga-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: 1-14. <https://doi.org/10.15174/au.2020.2475>.
- Ariati AC, Oliveira MC, Edenes MS, Gomes I, Pacheco V, Negri RC (2017) Mineral and organic fertilizer in two *Physalis* species. African Journal of Agricultural 12(2): 104-110. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11717>.
- Cruz-Koizumi YP, Alayón-Gamboa JA, Morón-Ríos A (2017) Efecto de la fertilización orgánica y de síntesis química en tomate verde (*Physalis ixocarpa* Brot. Ex Horn) en Calakmul, Campeche, México. Avances en Investigación Agropecuaria 21(2): 41-53.
- Cun GR, Duarte DC, Montero SL (2008) Producción orgánica de tomate mediante la aplicación de humus de lombriz y EcoMic® en condiciones de casa de cultivo. Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias 17(3): 22-25.
- Di-Rienzo JA, Casanoves F, Balzarini M, González L, Tablada M, Robledo CW (2018) InfoStat, Statistical Software, (2018). Argentina: Universidad Nacional de Córdoba. www.infostat.com.ar. Fecha de consulta: 08 de julio de 2020.
- Egbe AE, Soupi MSN, Nkede F, Ndogho AP (2023) Growth, yield and yield characteristics of three pepper cultivars to fertilizers application in the Mount Cameroon Region. Journal of Agricultural Chemistry and Environment 12: 188-205.
- Gond M, Dwivedi DH, Maji S (2018) Flowering and fruiting in cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.) as influenced by organic manures and spacing. International Journal of Minor Fruits, Medicinal and Aromatic Plants 4(2): 7-12.

- González-Pérez JE, Guerrero-Beltrán JA (2021) Tomatillo or husk tomato (*Physalis philadelphica* and *Physalis ixocarpa*): A review. *Scientia Horticulturae* 288: 110306.
- Hasnain M, Chen J, Ahmed N, Memon S, Wang L, Wang Y, Wang P (2020) The effects of fertilizer type and application time on soil properties, plant traits, yield and quality of tomato. *Sustainability* 12(21): 9065. <https://doi.org/10.3390/su12219065>.
- INAFED (2021) Enciclopedia de los municipios y delegaciones de México. Instituto Nacional para el Federalismo y el Desarrollo Municipal <http://www.inafed.gob.mx/work/enciclopedia/EMM20oaxaca/municipios/20044a.html>. Fecha de consulta: 27 de diciembre de 2022.
- Javier-López L, Palacios-Torres RE, Ramírez-Seañez AR, Hernández-Hernández H, Antonio-Luis MC, Yam-Tzec JA, Chaires-Grijalva MP (2022) Producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en lombricomposta con fertilización orgánica. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 9(3): e3384. <https://doi.org/10.19136/era.a9n3.3348>.
- Kai T, Nishimori S, Tamaki M (2020) Effect of organic and chemical fertilizer application on growth, yield, and quality of small-sized tomatoes. *Journal of Agricultural Chemistry and Environment* 9: 121-133. <https://doi.org/10.4236/jacen.2020.93011>.
- Peña-Lomelí A, Ponce-Valerio J, Sánchez F, Magaña-Lira N (2014) Desempeño agronómico de variedades de tomate de cáscara en invernadero y campo abierto. *Revista Fitotecnia Mexicana* 37(4): 381-391.
- Raghunauth R, Chandranauth R, Bacchus Z, Chibi S, Singh J (2023) Evaluating two varieties of sweet pepper using different nutrient sources to increase productivity. *Agricultural Sciences* 14: 751-766. <https://doi.org/10.4236/as.2023.146050>.
- Rizo-Mustelier M, Vuelta-Lorenzo DR, Lorenzo-García AM (2017) Agricultura, desarrollo sostenible, medioambiente, saber campesino y universidad. *Ciencia en su PC* 2: 106-120.
- Santiaguillo-Hernández JF, Vargas-Ponce O, Grimaldo-Juárez O, Sánchez-Martínez J, Magaña-Lira N (2009) Aprovechamiento tradicional y moderno de tomate *Physalis* en México. *Publicaciones de la Red de Tomate de Cáscara*. 1a. edición. Folleto Técnico N° 2. 31p.
- SIAP (2022) Anuario estadístico de la producción agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. <https://nube.siap.gob.mx/cierreagricola/>. Fecha de consulta: 3 marzo de 2023.
- SMN (2019) Servicio Meteorológico Nacional Normales Climatológicas. Recuperado de <https://smn.conagua.gob.mx/tools/RECURSOS/Normales5110/NORMAL20237.TXT>. Fecha de consulta: 12 de febrero de 2023.
- Veobides-Amador H, Guridi-Izquierdo F, Vázquez-Padrón V (2018) Las sustancias húmicas como bioestimulantes de plantas bajo condiciones de estrés ambiental. *Cultivos Tropicales* 39(4): 102-109.