

FERTILIZACIÓN ORGÁNICA Y SU RESPUESTA EN CARACTERES DE PLANTA Y FRUTO DE TOMATE EN CULTIVO SIN SUELO

ORGANIC FERTILIZATION AND ITS RESPONSE IN PLANT AND FRUIT CHARACTERS OF TOMATO IN SOILLESS CULTURE

¹Rogelio Reyes-Hernández , ^{1§}José Cruz Carrillo-Rodríguez , ²José Luis Chávez-Servia , ³Catarino Perales-Segovia , ²Araceli Minerva Vera-Guzmán , ⁴Sanjuana Hernández Delgado , ⁵Netzahualcóyotl Mayek Pérez , ⁶Elia Nora Aquino-Bolaños , ⁶Jimena E Alba-Jiménez 

¹Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca. ²Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Instituto Politécnico Nacional Unidad Oaxaca, Hornos # 1003. 71230, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca, México. ³Instituto Tecnológico del Llano Aguascalientes. ⁴Centro de Biotecnología Genómica del Instituto Politécnico. ⁵Unidad Académica Multidisciplinaria Reynosa-Rodhe, Universidad Autónoma de Tamaulipas, Reynosa. ⁶Centro de Investigación y Desarrollo en Alimentos de la Universidad Veracruzana. [§]Autor de correspondencia: (jcarrillo_rodriguez@hotmail.com)

RESUMEN

La fertilización orgánica balanceada con diferentes fuentes, puede tener un efecto significativo en la producción y calidad de hortalizas. El objetivo fue evaluar fuentes de fertilización orgánica con diferentes abonos orgánicos, dosis, combinaciones, más aplicaciones diarias de un té fermentado en la producción de tomate, bajo un manejo agroecológico en cultivo sin suelo. El experimento se estableció bajo un diseño en bloques completos al azar con doce tratamientos y tres repeticiones, incluyendo un testigo químico hidropónico con sustrato de Arena, en condiciones de invernadero en el Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Nazareno Xoxocotlán, Oaxaca. Los tratamientos orgánicos presentaron una correlación significativa con el tratamiento hidropónico compuesto por la solución Steiner (T₂), excepto con el sistema orgánico T₅. Esto implica que no hay una diferencia significativa de respuesta en crecimiento, desarrollo de la planta y fruto de tomate, usando los abonos de lombricomposta (1.5 kg) más té fermentado. Los resultados muestran que los fertilizantes orgánicos y dosis de mayor respuesta fueron: la combinación de lombricompost (0.75 kg) + estiércol bovino (0.75 kg) + gallinaza (0.75 kg) + compost (0.75 kg); el compost (3 y 1.5 kg); lombricompost (1.5 kg) y la combinación compost (1.5 kg) más

lombricompost (1.5 kg), aplicándoles té fermentado.

Palabras clave: Abonos orgánicos, combinaciones, niveles y té fermentado.

ABSTRACT

Balanced organic fertilization obtained from different sources can have a significant effect on the production and quality of vegetables. In this context, the objective was to evaluate sources of organic fertilization based on different organic fertilizers, doses, combinations, plus daily applications of a fermented tea in tomato production, under agroecological management in soilless culture. The experiment was established under a randomized complete block design with twelve treatments and three repetitions, including a hydroponic chemical control with a sand substrate, under greenhouse conditions at the Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca, Nazareno Xoxocotlán, Oaxaca. The organic treatments presented a significant correlation with the hydroponic treatment composed of the Steiner solution (T₂), except with the organic system T₅. This implies that there is substantially no significant difference in the response in growth, development of the tomato plant and fruit, using vermicompost fertilizers (1.5 kg) plus fermented

Recibido: 24-mayo-2023

Aceptado: 30-junio-2023

tea. The results show that the organic fertilizers and doses with the highest response were: the combination of vermicompost (0.75 kg) + bovine manure (0.75 kg) + chicken manure (0.75 kg) + compost (0.75 kg); the compost (3 and 1.5 kg); vermicompost (1.5 kg) and the combination compost (1.5 kg) plus vermicompost (1.5 kg), applying fermented tea.

Index words: organic fertilizers, combinations, levels and fermented tea.

INTRODUCCIÓN

La agricultura orgánica puede proporcionar alimentos de calidad sin afectar negativamente la salud del suelo y el medio ambiente, orientada hacia una agricultura alternativa (Yadav et al., 2015). La Federación Internacional de Movimientos de Agricultura Orgánica (IFOAM) en 2017, reporta a escala mundial que la producción orgánica está presente en 179 países, la importancia se observa en la superficie total que alcanza de 50,9 millones de hectáreas en cultivos agrícolas. En este sentido, la concepción amplia de agricultura orgánica o agricultura ecológica, se considera como un sistema de producción que mantiene y mejora la salud de los suelos, ecosistemas y usa métodos que preservan el medio ambiente, promueve relaciones justas y una buena calidad de vida. Se fundamenta en procesos ecológicos, la biodiversidad y los ciclos naturales adaptados a las condiciones locales, restringiendo el uso de insumos que ocasionen efectos adversos (USDA, 2014; IFOAM, 2014). Además, recomiendan otras actividades como la rotación de cultivos, siembra de policultivos, labranza de conservación y manejo agroecológico de plagas y enfermedades, uso de abonos producto del reciclamiento de residuos orgánicos y la incorporación de abonos orgánicos (Gómez et al., 2010).

Cabe señalar que, en la producción de cultivos y hortalizas, los abonos orgánicos mejoran las características físicas, químicas y biológicas del suelo (Muhammad et al., 2020; Cesarano et al.,

2017; Morales y Casanova, 2015; Muñoz et al., 2013). También, los abonos orgánicos mejoran la dinámica microbiana del suelo, particularmente a las densidades de bacterias solubilizadoras de fosfatos y los hongos micorrízicos arbusculares, facilitándose el desarrollo radicular de los cultivos, haciendo más eficientes el uso del agua (Carballo-Méndez et al., 2018; Saldaña et al., 2014). Actualmente, se ha demostrado que la inoculación con bacterias BPCV (bacterias promotoras del crecimiento vegetal) al sustrato, fertilizados con té de vermicomposta presenta aumentos significativos en el rendimiento y la calidad del fruto, además, influye en la asimilación de nutrientes por parte de las plantas e incrementa la actividad enzimática en el sustrato de crecimiento (Ruiz y Salas, 2022). También, en suelo han presentado efectos de mitigación de la lixiviación de NO_3 en tierras cultivables (Demiraj et al., 2018).

En este contexto, los fertilizantes orgánicos, son una opción viable para ser utilizados como fuentes de nutrimentos en la producción de tomate (Preciado et al., 2011). Considerando que el cultivo de tomate es una de las hortalizas de mayor importancia a nivel mundial, nacional y local, con una superficie que oscila en las 48,179 hectáreas (SIAP, 2021). Esto representa una alta demanda de fertilizantes químicos al igual que el incremento de los precios en el mercado, en este caso, ha ocasionado una mayor preocupación de los productores e incidir en una agricultura sustentable.

La calidad de la composta o vermicomposta, y del té obtenidos del compost o líquidos fermentados, pueden ser afectados por la estabilidad del compost, calidad del agua y el tiempo de preparación (Luna et al., 2015; El-Haddad et al., 2014). Un compost de calidad promedio considera su contenido de nutrientes o riqueza en porcentaje de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio, el contenido de la materia orgánica y algunos contaminantes (Muñoz et al., 2013).

Existen algunos estudios relacionados a la evaluación de abonos orgánicos buscando alternativas de producción en hortalizas y específicamente en la producción de tomate en condiciones de invernadero, destacándose el uso de fertilizantes orgánicos (Luna et al., 2015; Ramos et al., 2009), vermicomposta y combinaciones (Hernández-Rodríguez et al., 2017; Villegas y Laines et al., 2017), efecto del compost, te de compost y soluciones nutritivas orgánicas (Vázquez et al., 2015; Preciado et al., 2011). Además, otras investigaciones reportan que la aplicación de abonos orgánicos tiene gran potencial para el control de plagas y enfermedades del suelo en cultivos (Domínguez et al., 2010). Debido a que se mejora el sistema de defensa de las plantas contra insectos y ataques de enfermedades (Mondal et al., 2017).

Al respecto, es necesario continuar en la búsqueda de mejoras en los sistemas alternativos agroecológicos sustentables de tomates nativos de Oaxaca. En este caso, el objetivo fue evaluar el efecto de fertilización orgánica (abonos orgánicos, dosis, combinaciones y aplicaciones de extractos de nutrientes o “té fermentado”), sobre algunos caracteres de planta y fruto de tomate, en condiciones de manejo orgánico y cultivo sin suelo en invernadero.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en un invernadero localizado en el Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO), Exhacienda de Nazareno, Santa Cruz Xoxocotlán, Oaxaca (17°01'10.42"N, 96°45'52.32"O, altitud 1561 m y temperatura promedio del invernadero 28.1°C). Se utilizaron semillas del híbrido simple no convencional H-4I (LA-110*LA-106) obtenido de una línea experimental tipo saladette con una población de tomate nativo, con forma de fruto tipo bola cuadrado.

Manejo orgánico y cultivo sin suelo en invernadero

En el invernadero se establecieron 12 tratamientos, de los cuales 11 fueron con fertilización orgánica de cultivo sin suelo, un testigo químico hidropónico (**Tabla 1**), cada uno de los tratamientos, estuvo formado por 30 bolsas de plástico negro (45x45cm), estas se colocaron a una distancia de 40 cm entre plantas, el arreglo de plantación fue a doble hilera dando un total de 3 plantas por m². El sistema de cultivo sin suelo con manejo orgánico, contempló en cada bolsa 7 kg de fertilización orgánica o abonos orgánicos: compost, lombricompost, gallinaza, estiércol bovino, aserrín y combinaciones de estas, con diferentes cantidades o dosis (0.75, 1.5 y 3 kg). Cabe aclarar que se agregó a cada bolsa 4 kg de aserrín fresco para completar los 7 kg del sustrato por bolsa, homogenizándose el peso del sustrato/bolsa. También en éstos 11 tratamientos se contempló la aplicación de un litro diario del extracto de nutrientes por bolsa, obtenida de la fermentación de una mezcla de los mismos abonos orgánicos aplicados como “té fermentado” o solución nutritiva orgánica (**Figura 1**).

De la misma manera, para el testigo químico hidropónico (solución nutritiva Steiner) se utilizaron 7 kg de arena como sustrato (T₂).

El trasplante del cultivo de tomate se hizo con una planta por bolsa (previa inmersión en agua con micorrizas, 100 g de micorrizas en 20 L de agua) en 10 bolsas por tratamiento resultando 30 bolsas de las tres repeticiones. Utilizándose el sistema de riego por goteo tipo espagueti dirigido a cada bolsa. Una vez que inició el crecimiento de plántulas de tomate, se hizo el tutorado vertical con hilo de rafia negro amarrado a los tutores del invernadero. La poda consistió en la eliminación semanal de guías y brotes axilares de la planta. En el mismo sentido se promovió la polinización de flores con movimiento de tutores de forma manual y se aplicaron extractos vegetales para el manejo de plagas y enfermedades.

Tabla I. Tratamientos a base de fertilización orgánica, combinaciones, dosis y el “té fermentado” aplicado al cultivo de tomate.

Tratamiento	Fertilizantes orgánicos, combinaciones y dosis y testigo
T ₁	Suelo + “té fermentado” (7 kg de suelo)
T ₂	Testigo químico hidropónico (7 kg arena + solución Steiner)
T ₃	Lombricompost (0.75) + E. bovino (0.75) + Gallinaza (0.75) + Compost (0.75kg) + Aserrín (4 kg)
T ₄	Lombricompost (3 kg) + Aserrín (4 kg)
T ₅	Lombricompost (1.5 kg) + Gallinaza (1.5 kg) + Aserrín (4 kg)
T ₆	Lombricompost (1.5 kg) + Estiércol bovino (1.5 kg) + Aserrín (4 kg)
T ₇	Compost (3 kg) + Aserrín (4 kg)
T ₈	Compost (1.5 kg) + Gallinaza (1.5 kg) + Aserrín (4 kg)
T ₉	Compost (1.5 kg) + Estiércol bovino (1.5 kg) + Aserrín (4 kg)
T ₁₀	Compost (1.5 kg) + Lombricompost (1.5 kg) + Aserrín (4 kg)
T ₁₁	Compost (1.5 kg) + Lombricompost (0.75 kg) + Gallinaza (0.75 kg) + Aserrín (4 kg)
T ₁₂	Compost (1.5 kg) + Lombricompost (0.75 kg) + E. bovino (0.75 kg) + Aserrín (4 kg)

T=Tratamiento

Análisis químico de agua, abonos y té fermentado

Con el propósito de conocer los aportes nutrimentales de la materia prima y los abonos para hacer las mezclas y formular las dosis utilizadas en el estudio, se realizó un análisis químico de suelo, agua, abonos, extractos de nutrientes o “té fermentado”, bajo la NOM-021-RECNAT-2000 en el laboratorio de diagnóstico ambiental del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (Tabla 2 y 3). Toda la materia prima fue obtenida en el ITVO.

Té fermentado o solución nutritiva orgánica

Para la preparación del té fermentado, se consideró parte de la metodología de la FAO (2014) y El-Haddad et al. (2014). En este estudio se utilizó una base de 400 g de gallinaza y 400 g lombricompost en 19.5 litros de agua. Con el

propósito de incrementar 9 veces la preparación del fermentado, se pesaron 3.6 kg de gallinaza y 3.6 kg de lombricompost y se hizo un paquete con ambos sustratos mediante una bolsa de malla antiafida, se introdujo en tambos de 200 litros de agua (quedando en forma de té fermentado) y se dejó reposar durante 24 horas, con la finalidad de que los nutrientes fueran extraídos (Figura 1). Transcurrido ese tiempo se hicieron mediciones de pH y CE (dSm^{-1}) con el equipo de HANNA (combo modelo HI98130). La solución nutritiva orgánica obtenida, se ajustó a una conductividad eléctrica de 2 a 3 (dSm^{-1}) y se aplicó un litro diario a cada tratamiento. El pH se ajustó con ácido acético obtenido del fermentado de cáscara de piña, en cambio para el T₁ se utilizó ácido sulfúrico al 99% a un pH de 5.6 a 6.

Tabla 2. Análisis químico del té fermentado, solución química Steiner y características del agua de riego utilizadas en el experimento.

Parámetros/ Líquidos	pH	CE (dSm^{-1})	HCO ₃	Na ⁺	NO ₃	PO ₄	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SO ₄
Té fermentado	6.5	2.6	0.0	0.0	3.6	9.8	8.2	4.4	3.5	5.3
Solución Steiner	5.6	2.5	2	0.0	12	2	7	9	4	4
Agua	7.1	0.8	6.2	1.5	0.0	0.0	0.04	2.2	1.5	2.2



Figura 1. Preparación del té fermentado, complemento de la solución nutritiva orgánica.

Procedimiento para realizar los abonos orgánicos o compost

Con base en la metodología para la elaboración de abonos orgánicos fermentados de la FAO (2014) y Román et al. (2013), que considera la temperatura, pH y humedad para obtener el compost tipo bocashi, éste, se modificó utilizándose materiales de la región de los Valles Centrales de Oaxaca, estos fueron: 100 kg de estiércol de bovino, 60 kg pastos con malezas (zacate picado), 50 kg de gallinaza, 5 kg piloncillo, 900 g de levadura, 25 kg de aserrín, 4 kg hojas de higuera, 4 kg hojas de neem, 4 kg de chicalote, 25 kg de suelo, 5 kg de cal y 100 litro de agua. En dos botes de 20 litros se agregaron 15 litros de agua, 2.5 kg de piloncillo, se disuelve completamente el piloncillo y entonces se le agregaron 450 g de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), se hizo la mezcla y se dejó reposar

durante 24 horas para promover la multiplicación y actividad metabólica de los microorganismos. Una vez que se termina de agregar los componentes del compost, se humedeció cada semana o cada que fue necesario e hizo una remoción frecuente de la mezcla y con ello se evitó que el compost alcanzará temperaturas superiores 60°C. Esto, también se logró evitando el amontonamiento del compost a niveles superiores a 50 cm de altura. El proceso de compost tardó entre 5 y 6 semanas.

Entre los principales resultados del análisis químico de los abonos orgánicos utilizados para el desarrollo y crecimiento del cultivo de tomate en el invernadero (Tabla 3), se destacan los altos contenidos de la aportación equivalente a la solución química de Steiner.

Tabla 3. Análisis químico del suelo, fuentes orgánicas y diferente compost.

Parámetro	Suelo	Lombri	E. bovino	Gallinaza	Compost	Aserrín
pH	7.6	7.9	8.0	7.5	8.6	4.6
CE dSm ⁻¹	1.3	3.7	4.3	5.6	6.1	0.27
MO (%)	0.73	28.3	31.2	60	27.1	85.4
C (%)	0.42	16.4	18.1	34.8	15.7	49.5
N total (%)	0.03	1.4	1.5	5.7	0.6	0.11
C/N	0.0	11.7	12.1	6.1	26.1	0.0
P (ppm)	44.3	208	290	716	233	0.1
*SO ₄ ⁼	7.1	16.5	36.1	49.2	2.55	0.11
*K	0.43	18.9	36.3	42.4	27.9	0.06
*Ca ²⁺	8.5	44.6	30.4	5.5	1.7	0.03
*Mg ²⁺	3.3	21.9	29.5	14.3	12.1	0.031
*Na	0.76	3.5	7.2	13.2	5.0	0.002

*(meqL⁻¹ en 100g suelo); Lombri = Lombricompost; E. = Estiércol bovino.

Las plantas de jitomate en los diferentes tratamientos se distribuyeron bajo un diseño de bloques completos al azar, obteniéndose doce tratamientos, tres repeticiones y cada unidad experimental se integró con diez bolsas, dando un total de 30 bolsas por tratamiento. Se registró el crecimiento de las plantas mediante mediciones alturas y diámetro de tallo 30, 60 y 90 días después del trasplante. En términos de productividad se evaluaron diversas variables fisiológicas y morfológicas de acuerdo con Ríos-Osorio et al. (2014).

Con los datos obtenidos de las variables evaluadas, se les aplicó un análisis de varianza ($p = 0.01$), una comparación de medias por Tukey

($p=0.05$), una Prueba de Correlación de Pearson y un análisis canónico con el paquete estadístico SAS.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con base en el análisis de varianza (Tabla 4), las variables con diferencias significativas entre la fertilización orgánica fueron: altura de la planta a 30 y 60 días del trasplante, diámetro de tallo a 30 días del trasplante, días a floración, día a fructificación, días a maduración, tasa de crecimiento, peso total de fruto al 5° racimo, peso promedio de fruto, diámetro ecuatorial y polar de frutos.

Tabla 4. Significancias de cuadros medios del análisis de varianza de las variables evaluadas en tomate.

Variables evaluadas	Tratamiento	Repeticion	Promedio	CV (%)
Altura de la planta a 30 ddt	681.9**	111.7*	51.3	10.5
Altura de la planta a 60 ddt	409.8 *	198.4 ^{ns}	148.1	10.5
Tasa de crecimiento 1	0.006**	0.003*	0.65	4.4
Altura de la planta a 90 ddt	810.3 ^{ns}	3428*	251	9.2
Diámetro de tallo a 30 ddt	0.107**	0.049*	0.69	16.6
Tasa de crecimiento 2	0.002 ^{ns}	0.006*	0.41	8.28
Diámetro de tallo a 60 ddt	0.037 ^{ns}	0.023 ^{ns}	0.99	17.3
Diámetro de tallo a 90 ddt	0.021 ^{ns}	0.018 ^{ns}	0.93	13.6
Día a floración ddt	59.06**	25.5**	31.0	3.6
Día a fructificación	33.17**	8.33 **	38.1	2.8
Día a maduración	19.35**	4.08 ^{ns}	83.8	1.6
Número de flores por racimo	0.48 ^{ns}	0.179 ^{ns}	7.6	8.7
Número total de flores al 5° racimo	29.26 ^{ns}	29.5 ^{ns}	38.3	12.6
Número de frutos por racimo	0.223 ^{ns}	0.28 ^{ns}	6.6	7.7
Número total de frutos al 5° racim	18.2 ^{ns}	23.08 ^{ns}	33.3	13.6
Peso total de fruto al 5° racimo	572537**	104956 ^{ns}	2730	16.6
Peso promedio por racimo	6337 ^{ns}	1181.3 ^{ns}	542.4	10.9
Diámetro ecuatorial de frutos	6.90**	40.22**	53.8	2.7
Diámetro polar frutos (mm)	6.81*	63.20**	53.7	3.3
Peso promedio de fruto	556.7**	322.6 ^{ns}	82.2	14.3

ddt = días después del trasplante; ns = no significativo ($p > 0.05$); * = significativo ($p < 0.05$); ** = significativo ($p < 0.01$).

Con respecto a la altura de planta a los 30 y 60 días después del trasplante (Tabla 5) sobresalieron

significativamente la mayoría de los tratamientos a base de abono de compost (0.75, 1.5 y 3 kg),

lombricompost (0.75 y 1.5 kg), estiércol de bovino (0.75 y 1.5 kg) y gallinaza (0.75) más el “té fermentado”, con un rango de 46.1 a 61.21 cm (30 ddt) y 143.8 a 159.3 cm (60 ddt), duplicando al testigo hidropónico de la solución Steiner (T₂), esto indica que las dosis y combinaciones de fertilizantes orgánicos más el “té fermentado”, tienen una respuesta superior en la altura con respecto al sistema hidropónico. Las enmiendas de abonos o compostas, pueden considerarse una alternativa de fertilización orgánica para la producción de cultivos y hortalizas (Cruz et al., 2012). Además, reportan que aplicaciones de vermicompost pueden sustituir fácilmente el 25% de la cantidad de fertilizante de NPK (Mondal et al., 2017).

La altura a 90 días después del trasplante presentó un rango de 236.8 a 267.1 cm, y fue similar en todos los tratamientos evaluados, también, fue similar a otros estudios. Estos datos estadísticos, demuestran que las dosis propuestas y combinaciones de los fertilizantes orgánicos, más la adición del “té fermentado”, generan respuestas similares que el testigo hidropónico.

Con respecto a la tasa de crecimiento de altura de planta sobresalieron significativamente los

tratamientos con dosis de 1.5 kg y combinados de abonos de lombricompost más gallinaza y compost más gallinaza (T₅ y T₈) y T₂ (testigo químico) a la mayoría de los tratamientos, lo que significa que las combinaciones de abonos orgánicos más el té fermentado, tiene la misma respuesta de crecimiento que el sistema de cultivo hidropónico con la solución nutritiva Steiner (Tabla 5). Sin embargo, los extractos acuosos obtenidos del compost o vermicompost-té, a menudo tienen deficiencias en macronutrientes y desequilibrios iónicos (Ruiz et al., 2022). En cambio, se puede lograr una mejor eficiencia en el uso del agua en el sistema orgánico (Preciado et al., 2011).

El diámetro de tallo (0.62 a 0.88 cm) a los 30 días después del trasplante en la mayoría de los tratamientos orgánicos fueron superiores estadísticamente a los 0.50 cm obtenidos en el testigo hidropónico (T₂). La respuesta de las dosis, combinaciones de los fertilizantes orgánicos y té fermentado, utilizados en el estudio, fueron similares en la tasa de crecimiento del diámetro del tallo en crecimiento de las plantas del cultivo de tomate (Tabla 5).

Tabla 5. Comparación de medias de variables entre sistemas evaluados.

Trat	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V9	V10	V11
T ₁	61.2 ^a	150.5 ^{ab}	0.59 ^b	237 ¹	0.88 ^a	0.36 ¹	1.0 ¹	29.3 ^c	36 ^f	83.3 ^{bcd}
T ₂	33.0 ^d	133.1 ^b	0.75 ^a	239	0.51 ^c	0.45	0.9	36.3 ^a	42 ^a	83.0 ^{cd}
T ₃	53.4 ^{abc}	142.7 ^{ab}	0.62 ^b	244	0.78 ^{ab}	0.42	0.9	35.3 ^{ab}	37 ^{ef}	83.3 ^{bcd}
T ₄	52.5 ^{bc}	151.2 ^{ab}	0.65 ^b	258	0.62 ^{bc}	0.41	1.0	30.3 ^c	39 ^{cd}	82.0 ^d
T ₅	36.2 ^d	143.8 ^{ab}	0.74 ^a	259	0.55 ^c	0.45	0.9	33.6 ^b	41 ^{ab}	86.3 ^a
T ₆	58.7 ^{ab}	153.7 ^{ab}	0.62 ^b	254	0.76 ^{ab}	0.39	1.0	29.0 ^c	36 ^f	81.3 ^d
T ₇	57.0 ^{ab}	159.3 ^a	0.64 ^b	267	0.77 ^{ab}	0.40	0.9	29.6 ^c	38 ^{def}	85.3 ^{ab}
T ₈	46.1 ^c	147.1 ^{ab}	0.67 ^{ab}	262	0.68 ^{bc}	0.44	0.9	30.6 ^c	40 ^{bc}	84.3 ^{abc}
T ₉	57.5 ^{ab}	154.8 ^{ab}	0.64 ^b	250	0.66 ^{bc}	0.37	1.0	29.3 ^c	37 ^{ef}	84.3 ^{abc}
T ₁₀	53.1 ^{abc}	145.1 ^{ab}	0.63 ^b	252	0.66 ^{bc}	0.42	0.9	29.3 ^c	37 ^{ef}	84.3 ^{abc}
T ₁₁	53 ^{abc}	147.1 ^{ab}	0.64 ^b	242	0.78 ^{ab}	0.40	1.1	30.3 ^c	38 ^{cde}	85.3 ^{ab}
T ₁₂	54.7 ^{ab}	148.5 ^{ab}	0.62 ^b	249	0.62 ^{bc}	0.42	0.9	29.9 ^c	37 ^{ef}	82.6 ^{cd}

V₁= altura (cm) 30 ddt; V₂=altura (cm) 60 ddt; V₃ = tasa de crecimiento 1; V₄= altura (cm) 90 ddt; V₅= diámetro tallo (cm) 30 ddt; V₆ = tasa de crecimiento 2; V₇= diámetro tallo (cm) 60 ddt; V₉ = días a floración ddt; V₁₀ = días a fructificación ddt; V₁₁ = días a maduración; en la columna, medias con la misma letra no difieren significativamente (Tukey, $p < 0.05$).

En relación con los días a floración (29 a 33 días después del trasplante del primer racimo floral) y fructificación (36 a 40 días ddt) en la mayoría de los tratamientos orgánicos fueron similares en precocidad comparado con el tratamiento hidropónico T₂ y el tratamiento orgánico T₅ que fueron los más tardíos (42 y 41 días, respectivamente), en cambio hubo un comportamiento similar y significativo con el testigo hidropónico en la variable fisiológica días a maduración (Tabla 5).

Cabe señalar que en los tratamientos no hubo diferencias significativas en el número de frutos por planta al 5° racimo obteniéndose un rango de 30 a 35 frutos (Tabla 6). Los resultados de Capulín-Grande et al. (2011), fueron similares (30 a 35 frutos) utilizando extractos de estiércol bovino fermentado a una conductividad eléctrica de 2 dS m⁻².

En el peso promedio de frutos por racimo y en el rendimiento total por planta al 5° racimo no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos orgánicos alcanzando un rendimiento máximo de 2.96 kg, significativamente similar al sistema de cultivo hidropónico (2.85 kg). Además, superaron el rendimiento que reportan Preciado et al. (2011) quienes obtuvieron 1.45 kg utilizando té de compost y 2.42 kg con té de vermicompost y en una densidad de 4.2 plantas m⁻², con abonos orgánicos en condiciones de invernadero.

Es importante mencionar que la fertilización orgánica de compost a una dosis de 3 y 1.5 kg (T₇ y T₁₂) más el “té fermentado” aplicado diariamente, sobresalió estadísticamente con 5.5 cm de diámetro ecuatorial de fruto comparado con el testigo hidropónico (5.25 cm) y el T₅ (5.22 cm) a base de lombricompost (1.5 kg) más gallinaza (1.5 kg). Al respecto, Vázquez et al. (2015) obtuvieron resultados similares al diámetro ecuatorial de 5.2 a 5.6 cm en fruto tipo saladette con la aplicación de “té de compost”.

Con relación al diámetro polar de fruto, cabe señalar que no presentaron diferencias significativas los tratamientos orgánicos con el testigo hidropónico, sin embargo, el tratamiento orgánico compuesto a base de lombricompost (1.5 kg) más la aplicación diaria del té fermentado (5.50 cm) fue superior significativamente al compuesto a base de la enmienda compost (1.5 kg) con 5.19 cm. Resultados reportados por Preciado et al. (2011) quienes obtuvieron un diámetro polar 5.87 cm en tomate con té de compost y con enmiendas orgánicas en condiciones de invernadero.

En el peso promedio de fruto no presentó diferencias significativas entre los sistemas orgánicos con el sistema hidropónico, no obstante, sí hubo diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos orgánicos, sobresaliendo la combinación de los fertilizantes orgánicos (lombricompost, compost, estiércol bovino y gallinaza) con dosis de 0.75 kg (T₃), comparados con los tratamientos que contenían 1.5 kg de compost (T₈) y 1.5 y 3 kg de lombricompost (T₅ y T₄). Esto confirma que la combinación del compost junto al vermicompost permite obtener un producto con mejores propiedades agronómicas (Vázquez et al., 2015). Los resultados obtenidos en este estudio (95.4 g peso promedio de fruto) superan a los reportados por Capulín-Grande et al. (2011) los cuales, fueron menores (79.8 g peso promedio de fruto).

Los resultados obtenidos del análisis fotométrico de la extracción de nutrientes de los fertilizantes orgánicos o “té fermentado” (3.6 meqL⁻¹ de NO₃⁻; 9.8 meqL⁻¹ de PO₄³⁻; 8.2 meqL⁻¹ de K; 3.5 meqL⁻¹ de Mg; 4.4 meqL⁻¹ de Ca y 5.3 meqL⁻¹ de SO₄⁼), pH neutro y CE de 2 a 3 dS m⁻², coinciden con las fuentes de nutrición orgánica reportadas para compost, lombricomposta, gallinaza y lixiviados o fermentados para el cultivo de tomate. Por lo que, es una opción apropiada para la producción orgánica de este cultivo (Luna et al., 2015; Cruz et al., 2012; Vázquez et al., 2015; Gonzales et al., 2013).

Tabla 6. Comparación de medias de variables relacionadas con el rendimiento.

Id	Dosis y combinaciones de enmiendas	V15	V16	V17	V18	V19	V20
T ₁	Suelo + "té fermentado"	32.8 ¹	2.95a	577.9 ¹	5.40ab	5.42ab	89.6ab
T ₂	Testigo químico hidropónico	33.6	2.85ab	557.1	5.25 b	5.41ab	85.2abc
T ₃	L(0.75) + EB(0.75)+G(0.75)+C (.75)+Té	31.3	2.90a	569.4	5.40ab	5.49a	95.4a
T ₄	L (3 kg) + Té	34.7	2.65ab	530.4	5.38ab	5.32ab	76.6bc
T ₅	L (1.5 kg) + G (1.5 kg) + Té	33.8	2.39ab	487.2	5.22 b	5.28ab	70.6c
T ₆	L (1.5 kg) + EB (1.5 kg) + Té	32.3	2.77ab	561.2	5.38ab	5.50a	86.3abc
T ₇	C (3 kg) + Té	35.5	2.96a	589.6	5.50a	5.40ab	83.3abc
T ₈	C (1.5 kg) + G (1.5 kg) + Té	30.6	2.18 b	435.8	5.31ab	5.32ab	71.3bc
T ₉	C (1.5 kg) + EB (1.5 kg) + Té	34.3	2.93a	587.4	5.40ab	5.19 b	85.5abc
T ₁₀	C (1.5 kg) + L (1.5 kg) + Té	34.3	2.67ab	533.6	5.35ab	5.40ab	77.6abc
T ₁₁	C (1.5 kg) + L (0.75 kg) + Té	33.5	2.55ab	509.6	5.40ab	5.34ab	75.5bc
T ₁₂	C (1.5 kg) + L (0.75kg) + EB (0.75kg) + Té	32.6	2.95a	569.3	5.52a	5.38ab	90.1ab

V₁₅ = número total de frutos al 5° racimo; V₁₆= peso total de frutos al 5° racimo (kg); V₁₇=peso promedio por racimo (g); V₁₈=diámetro ecuatorial de frutos (cm); V₁₉=diámetro polar de frutos (cm); V₂₀= peso promedio de fruto (g). ¹En columna no hubo significancia; medias con la misma letra no difieren significativamente (Tukey, p < 0.05).

En la Tabla 7, se corrobora que todos los tratamientos presentaron una correlación significativa con el testigo químico o sistema hidropónico (T₂) compuesto por la solución nutritiva Steiner excepto con el T₅. Esto implica que sustancialmente no hay una diferencia significativa de respuesta en crecimiento y desarrollo de tomate, usando lombricomposta (1.5 kg) y la aplicación diaria del té fermentado con el T₅, y este tratamiento fue similar al T₄ a base de lombricompost (3 kg), T₁₀ con su combinación lombricompost (1.5 kg) más compost (1.5 kg), así como el T₇ y T₈ compuestos de compost (3 y 1.5 kg) y diferentes al T₃, T₆, T₉, T₁₁ y T₁₂. Esto indica que los extractos acuosos utilizados en la agricultura orgánica, como el compost-te o vermicompost-té, a menudo tienen deficiencias en macronutrientes y desequilibrios iónicos (Ruiz y Salas, 2022). Sin embargo, se corrobora la importancia del uso de fertilizantes orgánicos en la producción de hortalizas (Muñoz et al., 2013) para el uso eficiente del agua en suelo cultivable (Carballo-Méndez et al., 2018) y como una alternativa de fertilización orgánica en la agricultura ecológica y convencional (Ilahi et al., 2020).

Con base en el análisis canónico, presentado en la **Figura 2**, la dispersión de los tratamientos en

función de las variables evaluadas, se observan ciertas afinidades de respuesta entre los tratamientos. Los primeros dos ejes explicaron 73.8% de la varianza total.

El primer componente canónico (CCI) explicó el 47.3% de la variación total y estuvo asociado con la tasa de crecimiento de tallo a 60 y 90 días después del trasplante, días a floración y fructificación, sobresaliendo el T₅ similar al testigo solución nutritiva Steiner. En el segundo componente canónico (CC2) la variación fue determinada por la tasa de crecimiento de tallo a los 90 días del trasplante, días a maduración de frutos y flores por racimo, sobresaliendo los tratamientos T₁₁ y T₈. Estos abonos, contienen composta, lombricomposta y gallinaza, lo que asevera que estos abonos son eficientes obtenidos del proceso de vermicompostaje, es conocida como una tecnología de gestión de residuos de manera eficiente y respetuosa del medio ambiente, a un nivel que puede ser fácilmente almacenado, manipulado, sin efectos adversos en cultivos agrícolas (Villegas y Laines, 2017). Además, confirma que el aporte de gallinaza generó similitudes en crecimiento y rendimiento del cultivo (Díaz y Sandoval, 2023).

Tabla 7. Correlaciones entre los sistemas variables respuestas evaluadas del tomate.

Trata- miento (T)	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆	T ₇	T ₈	T ₉	T ₁₀	T ₁₁	T ₁₂
T ₁	01											
T ₂	149**	0										
	0.00	1.00										
T ₃	26.1 ^{ns}	94.7*	0									
	0.24	0.02	1.00									
T ₄	47.8 ^{ns}	64.2*	55.1*	0								
	0.04	0.01	0.03	1.00								
T ₅	71.7 ^{ns}	33.3 ^{ns}	56.5*	36.0 ^{ns}	0							
	0.010	0.133	0.025	0.108	1.00							
T ₆	14.3 ^{ns}	100.3*	26.1 ^{ns}	24.3 ^{ns}	49.8*	0						
	0.63	0.01	0.24	0.28	0.04	1.00						
T ₇	16.7 ^{ns}	122.6*	46.7*	35.5 ^{ns}	45.6 ^{ns}	26.9 ^{ns}	0					
	0.53	0.01	0.05	0.11	0.05	0.23	1.00					
T ₈	50.2*	94.1*	57.2*	71.0*	39.7 ^{ns}	55.1*	46.4*	0				
	0.037	0.003	0.023	0.010	0.081	0.027	0.049	1.00				
T ₉	35.4 ^{ns}	114.0*	55.7*	17.7 ^{ns}	62.6*	27.3 ^{ns}	28.6 ^{ns}	96.3*	0			
	0.113	0.001	0.026	0.488	0.017	0.22	0.196	0.003	1.00			
T ₁₀	13.6 ^{ns}	109.2*	32.8 ^{ns}	35.3 ^{ns}	42.1 ^{ns}	14.5 ^{ns}	9.8 ^{ns}	33.0 ^{ns}	39.2 ^{ns}	0		
	0.667	0.002	0.140	0.114	0.068	0.626	0.84	0.137	0.084	1.00		
T ₁₁	18.6 ^{ns}	142**	42.4 ^{ns}	64.2*	55.1*	38.0 ^{ns}	19.0 ^{ns}	23.9 ^{ns}	67.5*	19.5 ^{ns}	0	
	0.455	0.001	0.066	0.015	0.027	0.092	0.44	0.291	0.012	0.423	1.00	
T ₁₂	13 ^{ns}	109*	36 ^{ns}	21 ^{ns}	48*	12 ^{ns}	7 ^{ns}	49*	19 ^{ns}	10 ^{ns}	24 ^{ns}	0
	0.70	0.01	0.11	0.37	0.05	0.75	0.96	0.04	0.44	0.83	0.30	1.00

¹En columna, ns = no significativo ($p > 0.05$); * = significativo ($p < 0.05$); ** = significativo ($p < 0.01$), con la Prueba de Correlación de Pearson.

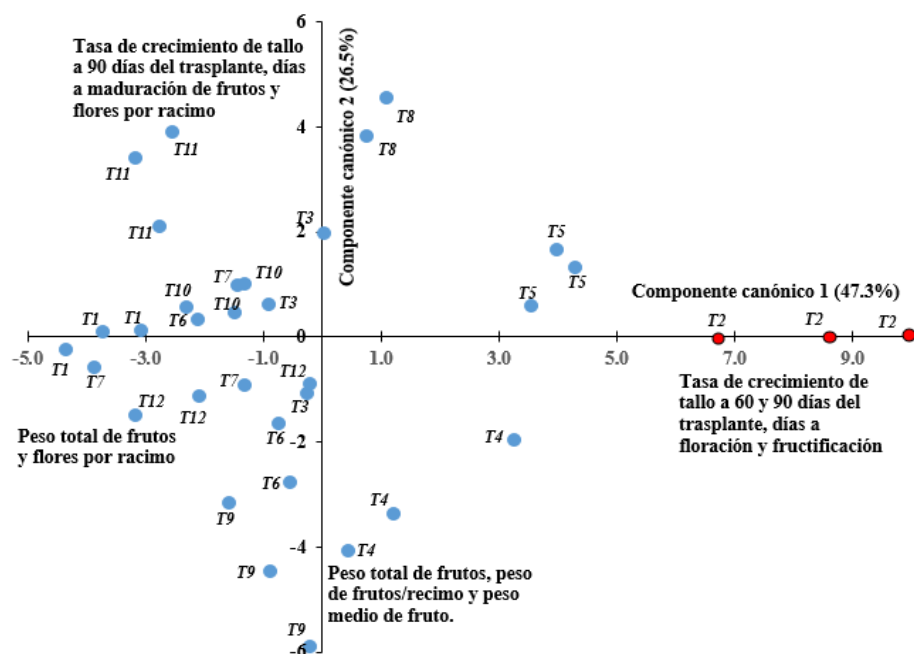


Figura 2. Dispersión de tratamientos evaluados en función de los primeros dos componentes canónicos.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados obtenidos, se concluye que la fertilización orgánica del tomate en cultivo sin suelo bajo condiciones de invernadero, tenía la solución orgánica con un pH 6.5 y CE= 2.5 dS m⁻¹ aplicada como “té fermentado” a las diferentes fuentes de fertilización orgánica, compuestos de compost, lombricompost, estiércol bovino y gallinaza, con dosis de 3, 1.5 y 0.75 kg y sus combinaciones de los mismos abonos orgánicos, estos, presentaron una respuesta significativa en el desarrollo, crecimiento y producción de tomate, con referencia a la respuesta del sistema hidropónico con la solución Steiner.

La fertilización orgánica con dosis y aplicación del “té fermentado” de mayor respuesta fueron: la combinación de lombricompost (0.75 kg) + estiércol bovino (0.75 kg) + gallinaza (0.75 kg) + compost (0.75 kg); el compost (3 y 1.5 kg); lombricompost (1.5 kg) y la combinación compost (1.5 kg) más lombricompost (1.5 kg).

CONFLICTOS DE INTERÉS

Los autores declaran que no existen conflictos de intereses con respecto a la publicación de este artículo.

FINANCIAMIENTO

La investigación fue financiada por el Tecnológico Nacional de México y realizado en las instalaciones del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca.

REFERENCIAS

- Capulin-Grande, J., Mohedano-Caballero, L., Sandoval-Estrada, M., Capulin-Valencia, J.C. (2011). Estiércol bovino líquido y fertilizantes inorgánicos en el rendimiento de jitomate en un sistema hidropónico. *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 17(2), 105-114. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2011.17.013>
- Carballo-Méndez, F. de J., Rodríguez-Ortiz, J.C., Alcalá-Jáuregui, J.A., Rodríguez-Fuentes, H., Preciado-Rangel, P., García-Hernández, J.L. (2018). Comparison of two organic determinate tomato (*Solanum lycopersicon* L) production systems in a controlled. *Interciencia*, 43(1), 62-65. <https://dialnet.unirioja.es/ejemplar/477972>
- Cesarano, G., Francesca F., De F., La Storia, A., Scala, F., Bonanomi, G. (2017). Organic amendment type and application frequency affect crop yields, soil fertility and microbiome composition. *Applied Soil Ecology*, 120, 254-264. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.08.017>
- Cruz C., E., Sandoval V., M., Volke H., V.H., Álvaro Can C., A. y Escudero, J. (2012). Efecto de mezclas de sustratos y concentraciones de la solución nutritiva en el crecimiento y rendimiento de tomate. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 3(7), 1361-1373. <https://doi.org/10.29312/remexca.v3i7.1343>
- Demiraj, E., Libutti, A., Malltezi, J., Rroço, E., Brahushi, F., Monteleone, M., Sulejman Sulçe, S. (2018). Effect of organic amendments on nitrate leaching mitigation in a sandy loam soil of Shkodra district, Albania. *Italian Journal of Agronomy*, 13, 1136, 93-102. <https://doi.org/10.4081/ija.2018.1136>
- Díaz-Vázquez, FA, Sandoval-Rangel, A. (2023). Influencia del acolchado y gallinaza en producción de tomate silvestre (*Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme* (Dunal)). *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios* 10(1): e3605. <https://doi.org/10.19136/era.a10n1.3605>
- Domínguez, J., Gómez B., M. y Lazcano, C. (2010). Propiedades bioplaguicidas del vermicompost. *Acta Zoológica Mexicana*, 26(num. Esp. 2), 373-383. <https://doi.org/10.21829/azm.2010.262901>
- El-Haddad, M.E., Mona S. Zayed, El-Sayed G.A.M., Hassanein M.K., Abd El-Satar A.M. (2014). Evaluation of compost, vermicompost and their teas produced from rice straw as affected by addition of different supplements.

- Annals of Agricultural Science*, 59(2), 243-251.
<https://doi.org/10.1016/j.aos.2014.11.013>
- FAO, Food and Agriculture Organization. (2014). "What is organic agriculture" [en línea]: <<http://www.fao.org/organicag/oa-faq/oa-faq1/en/>> [consultado en julio de 2020].
- Gómez C., M.A., Schwentesius R., R., Ortigoza R., J., & Gómez T., L. (2010). Situación y desafíos del sector orgánico de México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1(4): 593-608.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007...
- Gonzales S., K.D., Rodríguez M., Ma de las N., Trejo T., L.I., Sánchez E., J., y García C., J.L. (2013). Propiedades químicas de tés de Vermicompost. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5, 901-911.
https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09
- Hernández-Rodríguez, A., Robles-Hernández, L., Ojeda-Barrios, D., Prieto-Luévano, J., González-Franco, A.C. & Guerrero-Prieto, V. (2017). Semicomposta y vermicomposta mezclada con turba de musgo incrementa la germinación de semilla y desarrollo de plántulas de tomate y lechuga. *Interciencia*, 42 (11), 774-779.
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6182650>
- IFOAM, (2014). "Definition of Organic Agriculture" [en línea]: <<http://www.ifoam.org/en/organic-landmarks/definition-or-ganic-agriculture>> [consultado en junio de 2021].
- Ilahi, H., Hidayat, K., Adnan, M., Rehman, F., Tahir, R., Saeed, M. S., Shah, S. W. A., & Toor, M. D. (2020). Accentuating the Impact of Inorganic and Organic Fertilizers on Agriculture Crop Production: A Review, *Ind. J. Pure App. Biosci.* 9(1), 36-45.
<http://dx.doi.org/10.18782/2582-2845.8546>
- Luna M., R.A., Reyes P., J.J., López B., R.J., Reyes B., M., Murillo C.o, G., Samaniego A., C., Espinoza C., A., Ulloa M., C. y Travéz T., R. (2015). Abonos orgánicos y su efecto en el crecimiento y desarrollo del cultivo del tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista Centro Agrícola*, 42(4), 67-74.
cagricola.uclv.edu.cu/index.php/es/volumen-42-2015/numero-4-2015/68...
- Mondal, T., Kumar Datta, J.K., Mondal, N.K. (2017). Chemical fertilizer in conjunction with biofertilizer and vermicompost induced changes in morpho-physiological and biochemical traits of mustard crop. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 16(2), 135-144.
<https://doi.org/10.1016/j.jssas.2015.05.001>
- Morales-Maldonado, E.R. y Casanova-Lugo F., (2015). Mezclas de sustratos orgánicos e inorgánicos, tamaño de partícula y proporción. *Agronomía Mesoamericana*, 26(2), 365-372.
<http://dx.doi.org/10.15517/am.v26i2.19331>
- Muhammand, Z.A., Muhammad, A., Muhammad, H., Basat-ur-Rehman, B., Muhammad A., Taimur Ahmad, Abd-ur-Rehman, H., & Muhammad Zohaib A. (2020). Organic and Inorganic Fertilizer; Integral Part for Crop Production. *EC Agriculture*, 6(3), 01-07.
<https://www.semanticscholar.org/paper/Organic-and-Inorganic-Fertilizer%3B-Integral-Part-for-Adnan-Asif/0f19081737ad64ab8cca3bbd28368e77c7385a04>
- Muñoz V., J.A., Velásquez V., M.A., Osuna C., E.S. y Macías R., H. (2013). El uso de abonos orgánicos en la producción de hortalizas bajo condiciones de invernadero. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas*, 27-32.
<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=455545054005>
- Preciado R., P., Fortis H., M., García H., J.L., Rueda P., E.O., Esperanza R., J.R., Lara H., A., Segura C., M.A. y Orozco V., J.A. (2011). Evaluaciones de soluciones nutritivas Orgánica en la producción de tomate en invernadero. *Interciencia*, 36, 689-693.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33921204009>

Ramos P., M., Carrillo R., J.C., Enríquez del V., R. y Velasco V., V. (2009). Fertilizantes orgánicos en la producción de jitomate tipo riñón en Oaxaca, México. *Naturaleza y Desarrollo*, 7(1), 39-44.

<https://web.ciidiroaxaca.ipn.mx/revista/?q=nod e/15>

Ríos-Osorio, O., Chávez-Servia, J. L., Carrillo-Rodríguez, J. C., & Vera-Guzmán, A. M. (2014). Variación agromorfológica y cambios biofísicos poscosecha en frutos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias*, 46(2), 29-44. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=382837658006>

Román, P., Martínez, M.M., Pantoja, A. (2013). Manual de compostaje del agricultor, Experiencias en América Latina. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO 2013), *Oficina Regional para América Latina y el Caribe Santiago de Chile*, 112 p. <https://sswm.info/es/node/11815>

Ruiz, J., & Salas S., M. del C. (2022). The use of plant growth promoting bacteria for biofertilization; effects on concentrations of nutrients in inoculated aqueous vermicompost extract and on the yield and quality of tomatoes. *Biological Agriculture and Horticulture*, 38.

DOI:10.1080/01448765.2021.2010596

SIAP, (2021). Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). Estadísticas de Producción Agrícola 2021. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera de la Secretaría de Agricultura Ganadería Desarrollo rural Pesca y Alimentación (SAGARPA), México. [en

línea]:

http://infosiap.siap.gob.mx:8080/agricola_siap_gobmx/ResumenProducto.do.2021 [consultado en marzo de 2021].

Saldaña H., M.I., Gómez Á. R., Rivera C., M. del C., Álvarez S., J.D., Ortiz G., C.F., & Pat F., J.M. (2014). Efecto de abonos orgánicos en la dinámica microbiológica del suelo y producción de *Alpinia purpurata* (Vieill) K. Schum. *Interciencia* 39(11): 809-813.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=33932572008>

USDA, United States Department of Agriculture. (2014). "Organic Agriculture" [en línea]: <<http://www.usda.gov/wps/portal/usda/usdahome?contentidonly=true&contentid=organicagriculture.html>> [consultado en julio de 2021].

Vázquez V., P., García López, M.Z., Navarro Cortez, M.C., García Hernández, D. (2015). Efecto de la composta y te de composta en el crecimiento y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 19(36), 1351-1356.

<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14132408020>

Villegas-Cornelio, M. y Laines-Canepa, J.R. (2017). Vermicompostaje: II avances y estrategias en el tratamiento de residuos sólidos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(2), 407-421. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i2.60>

Yadav, S.K., Subhash Babu, M.K., Kalyan Singh, Y., Yadav, G.S., & Suresh Pal. (2015). A Review of Organic Farming for Sustainable Agriculture in Northern India. *International Journal of Agronomy*, 1-8. <http://dx.doi.org/10.1155/2013/718145>