UNIVERSITAS AGRI VOL. 4, NÚM. 2, E41 (2025)

Artículo de Investigación

Efecto del origen del lixiviado de lombriz en el desarrollo, rendimiento y calidad de fruto de chile Anaheim

Effect of origin of earthworm leachate on the development, yield, and fruit quality of Anaheim chili

Juana C. García-Santiago [1], Miriam Sánchez-Vega [2], Alonso Méndez-López [1,*]

[1] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Botánica. Calzada Antonio Narro #1923. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C.P. 25315
[2] Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento de Parasitología. Calzada Antonio Narro #1923. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. C.P. 25315
* Autor para correspondencia: alonso1977@gmail.com

Recibido:

5/03/2025

Aceptado:

14/08/2025

Publicado:

1/09/2025

Como citar:

García-Santiago, J.C., Sánchez Vega M., Méndez-López A. (2025). Efecto del origen del lixiviado de lombriz en el desarrollo, rendimiento y calidad de fruto de chile Anaheim. Universitas Agri, 4(2): e41. https://doi.org/10.59741/agri.v4i2.41

RESUMEN

El lixiviado de lombricompost es una alternativa sustentable para proporcionar nutrientes, ácidos húmicos y fúlvicos, proteínas, aminoácidos y fitohormonas a los cultivos y mejorar el desarrollo de estos; sin embargo, el impacto del lixiviado sobre el cultivo dependerá de su origen. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del origen del lixiviado de lombricompost sobre el desarrollo, rendimiento y calidad de fruto de chile Anaheim. Se evaluaron siete tratamientos: seis lixiviados obtenidos del lombricompostaje de diferentes residuos y proporciones de éstos y un tratamiento control (sin aplicación de lixiviado). Se utilizó un diseño de bloques completos al azar. Se observó que el origen del lixiviado tuvo un efecto significativo sobre el peso fresco y seco aéreo, número, peso y rendimiento de fruto, así como en la firmeza, acidez titulable y vitamina C de los frutos. Los lixiviados E50:H50 y E70:H30 favorecieron el aumento del peso fresco y seco de tallo y total aéreo, rendimiento y número de frutos. Además, los lixiviados E50:H50 y E50:R50 aumentaron el contenido de vitamina C. Los resultados obtenidos en este estudio demostraron que el origen del lixiviado es un factor determinante en su eficacia para mejorar el desarrollo, rendimiento y la calidad del cultivo de chile Anaheim.

Palabras clave: *Capsicum annuum* L., peso fresco, peso seco, vitamina C, número de fruto.

ABSTRACT

Vermicompost leachate is a sustainable alternative for supplying crops with nutrients, humic and fulvic acids, proteins, amino acids, and phytohormones, thereby enhancing plant development. However, the impact of the leachate on crop performance depends on its origin. This study aimed to evaluate the effect of vermicompost leachate origin on the development, yield, and fruit quality of Anaheim chili peppers. Seven treatments were evaluated: six leachates derived from vermicomposting different types and proportions of organic waste, and a control treatment (no leachate application). A randomized complete block design was used. The leachate origin had a significant effect on shoot fresh and dry weight, fruit number, fruit weight and yield, as well as on fruit firmness, titratable acidity, and vitamin C content. The E50:H50 and E70:H30 leachates promoted increased fresh and dry stem weight, total shoot biomass, yield, and fruits number. Additionally, the E50:H50 and E50:R50 leachates enhanced vitamin C content. The results of this study demonstrate

CC BY SA

that the origin of the leachate is a determining factor in its effectiveness for improving the development, yield, and quality of Anaheim chili crops.

Keywords: *Capsicum annuum* L, fresh weight, dry weight, vitamin C, fruit number.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de grandes volúmenes de fertilizantes inorgánicos es una práctica general en la agricultura intensiva para promover y sostener el crecimiento, desarrollo y rendimiento de la mayoría de los cultivos; sin embargo, esta práctica aumenta los costos de producción y, sobre todo, provoca la degradación y contaminación del suelo y agua (Aremu et al. 2015; Wu et al. 2023). Motivo por el cual, actualmente existe un gran interés por buscar nuevas estrategias que permitan mejorar el rendimiento de los cultivos sin comprometer la integridad de los suelos y el ambiente en general (Aremu et al. 2015). El uso de abonos orgánicos como el lombricompost y lixiviados de lombricompost (lixiviado de lombriz) es considerado como una alternativa sustentable, de bajo costo y respetuoso con el medio ambiente, para proporcionar nutrientes a los cultivos y disminuir gradualmente la dependencia a los fertilizantes químicos (Quaik et al. 2012; Aleman et al. 2020). Sin embargo, a diferencia de los abonos orgánicos sólidos como el lombricompost, el lixiviado de lombricompost es una fuente líquida que contiene nutrientes totalmente disponibles para las plantas y presenta mejor homogeneidad al momento de aplicarlo al medio de crecimiento (Quaik et al. 2012).

El lixiviado de lombricompost se obtiene durante el proceso de lombricompostaje (El-Hameid and Adel 2018). Durante este proceso, para mantener la humedad adecuada del residuo en lombricompostaje y asegurar la sobrevivencia de la lombriz, se realizan riegos frecuentes. Durante cada riego se provoca un drenado del exceso de agua a través de la cama de lombricompostaje y, junto con ella, se movilizan los compuestos producidos y liberados durante la actividad de biodegradación de las lombrices de tierra, obteniendo así el lixiviado de lombricompost (Gutiérrez et al. 2017; Churilova and Midmore 2019; Sivasabari et al. 2023). Una vez recolectado, éste se puede usar como fertilizante líquido, ya que contiene una alta concentración de nutrientes, así como de ácidos húmicos y fúlvicos (Churilova and Midmore 2019; Héctor et al. 2020b). Debido a su composición química, la aplicación del lixiviado en combinación con una tasa baja de fertilizantes inorgánicos ha demostrado ser eficiente en la mejora del crecimiento y rendimiento de las plantas (Alabi et al. 2012). Sin embargo, la composición química de este abono orgánico, principalmente la concentración nutrimental, dependerá directamente de la naturaleza y proporción en que se mezcle los residuos orgánicos a lombricompostar (Yang et al. 2023). Por lo tanto, es de esperarse que la influencia del lixiviado de lombricompost sobre el desarrollo del cultivo dependa del origen y características nutricionales de este biofertilizante.

Actualmente se han realizado algunas investigaciones para evaluar la influencia del lixiviado de lombricompost sobre la mejora de diferentes parámetros de crecimiento y rendimiento de algunos cultivos (Alabi et al. 2012; Torres et al. 2024); sin embargo, existen investigaciones limitadas que evalúen el resultado de la aplicación de lixiviados derivados de diferentes residuos sobre el desarrollo de la planta. De acuerdo a lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto del origen del lixiviado de lombricompost sobre el desarrollo, rendimiento y calidad de fruto de chile Anaheim. La elección de este cultivo, para evaluar el efecto del origen del lixiviado sobre su desarrollo, se realizó tomando en cuenta que el chile Anaheim es de gran importancia económica y ampliamente consumidos en México, principalmente en la región norte del país (López et al. 2013).

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Ubicación del experimento

El estudio fue realizado en campo abierto durante los meses de abril a agosto del 2023, en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), en Saltillo, Coahuila, México, cuyas coordenadas geográficas son: latitud Norte 25° 27', longitud Oeste 101° 02' y a una altitud de 1610 msnm.

2.2 Diseño experimental

Se evaluaron siete tratamientos: seis lixiviados obtenidos del lombricompostaje del estiércol y diferentes residuos vegetales y proporciones de éstos, además de un control (sin lixiviado). La descripción de los tratamientos se indica en la Tabla 1. El experimento se realizó bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones por tratamiento y cada una con ocho plantas por repetición.

2.3 Obtención y caracterización de los lixiviados de lombricompost

El estiércol y residuo vegetal se recolectó en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. El residuo de hortalizas estuvo compuesto con cilantro (35%), lechuga (35%), rábano (15%), brócoli (10%) y acelga (5%); se usó rastrojo de maíz en proporción de 50%, 40% y 30%. Para facilitar su degradación, los residuos vegetales fueron cortados en fragmentos de 2 cm de longitud promedio. El proceso de lombricompostaje se realizó en camas de 2.0 m × 1.0 m, construidas sobre la superficie del suelo con una pendiente del 2% y delimitadas con piezas de madera. Estas camas fueron cubiertas con plástico negro para actuar como aislante entre el suelo y el sustrato en compostaje. Cada mezcla obtenida de los diferentes residuos y sus respectivas proporciones se sometieron a pre-compostaje por 10 semanas. Posteriormente, se colocaron 280 L de la mezcla pre-compostada en cada cama y se adicionó 500 g de lombriz roja *Eisenia fetida* adulta. Durante el proceso de lombricompostaje, las mezclas fueron removidas cada 15 días y se regaron dos veces por semana, para mantener la humedad en un rango de 60% a 70%.

El lombricompostaje tuvo una duración de 90 días. La colecta de los lixiviados de lombricompost se inició a los 30 días después de haber iniciado el lombricompostaje y se continuó hasta terminar el proceso. Al finalizar, se procedió a determinar el pH, conductividad eléctrica (CE) y concentración de nitrato (NO_3^-), potasio (K), sodio (Na) y calcio (Ca) en cada lixiviado obtenido de cada mezcla usando un kit de ionómetros portátiles (LAQUA Twin, Horiba Ltd., Kyoto, Japan). Las características químicas de los lixiviados obtenidos se presentan en el Tabla 1.

Tabla 1. Características químicas de los lixiviados de lombricompost utilizados en el cultivo de chile Anaheim.

Descripción de los tratamientos	Tratamiento	pH	CE (mS cm^{-1})	NO_3^-	K	Na	Ca
				----------ppm----------			
Estiércol:Hortalizas (50:50%)	E50-H50	8.9	12.8	2100	2300	20400	13.7
Estiércol:Hortalizas (60:40 %)	E60-H40	8.9	12.9	1950	2250	20700	30.7
Estiércol:Hortalizas (70:30%)	E70-H30	8.8	7.6	1600	1200	7200	30.7
Estiércol:Rastrojo (50:50%)	E50-R50	8.5	3.7	980	485	4450	33.3
Estiércol:Rastrojo (60:40%)	E60-R40	8.6	12.7	1650	2000	18150	14.7
Estiércol:Rastrojo (70:30%)	E70-R30	8.8	8.4	1600	1250	7150	10.3

2.4 Establecimiento del cultivo y técnicas de aplicación de los tratamientos

Se emplearon semillas de chile Anaheim var. Charger. Las semillas se sembraron el 15 de abril de 2023 en charolas de poliestireno de 200 cavidades, utilizando como sustrato una mezcla de peat moss y perlita en la proporción 1:1 (%, v:v). A los 32 días después de la siembra se realizó el trasplante al suelo directo. La distancia entre surcos fue de 1.0 m y entre planta y planta de 0.4 m. A todos los tratamientos se les aplicó el 50% de la concentración de solución nutritiva Steiner (Steiner 1961) durante el desarrollo del cultivo. Los lixiviados de lombricompost se aplicaron vía drench a una concentración del 10%, aplicando 500 ml de la solución por planta. La aplicación de los tratamientos se inició a los 30 días después de la siembra, con aplicaciones cada 15 días, con un total de cinco aplicaciones durante el experimento. El sistema de riego utilizado por goteo, para lo cual se empleó una cinta de riego con emisores cada 0.30 m y un gasto de 3.4 L h^{-1} por metro lineal.

2.5 Determinación de peso fresco y seco aéreo

ISSN: 3061-8738 https://doi.org/10.59741/agri.v4i2.41

Al finalizar el ciclo del cultivo (93 días después del trasplante), se determinaron los parámetros de crecimiento vegetal, evaluando cuatro plantas por repetición, en las cuales se midió el peso fresco y seco de hoja, tallo y total aéreo. Para la determinación del peso seco, las muestras fueron colocadas en horno de secado (Thermo Scientific, modelo OGS180, Waltham, MA, USA) a una temperatura de 65 °C durante 72 h para posteriormente registrar el peso de la materia seca de cada órgano con una balanza analítica. Para obtener el peso fresco y seco total aéreo se sumó el peso de tallo y hoja por planta.

2.6 Medición del rendimiento

La cosecha de frutos inició a los 77 días después del trasplante, realizando tres cortes durante el experimento. Se evaluaron cuatro plantas por repetición para medir peso, diámetro, longitud, número y rendimiento de fruto por planta. El peso de fruto se determinó con una balanza analítica. El diámetro se midió en la parte central de cada fruto con ayuda de un vernier digital; mientras que, la longitud se evaluó con ayuda de un flexómetro, midiendo desde la base del fruto hasta la parte apical. El número de fruto se determinó contando cada fruto cosechado por planta. Para determinar el rendimiento de fruto por planta se sumó el peso de cada fruto cosechado de la misma planta.

2.7 Determinación de la calidad del fruto

Se determinó la cantidad de sólidos solubles totales, vitamina C, acidez titulable y firmeza de fruto, para lo cual se evaluaron cuatro plantas por repetición y tres frutos por planta. El contenido de sólidos solubles totales se valoró colocando una gota de jugo fresco del fruto en el prisma de un refractómetro digital (ATAGO®, USA Inc., Bellevue, WA, USA). El contenido de vitamina C se determinó por el método de titulación con 2,6-diclorofenolindofenol (Padayatty et al. 2001). La acidez titulable se determinó de acuerdo al método de la Asociación de Químicos Analíticos Oficiales (AOAC) (AOAC 2000). La firmeza se determinó en tres puntos del fruto utilizando un penetrómetro digital (PCE-PTR 200, PCE Americas Inc., Jupiter, FL, USA), equipado con una punta convexa de 8 mm de diámetro.

2.8 Análisis de datos

Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza (ANOVA) y a la comparación de medias con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$) utilizando el programa SAS (Statistical Analysis Systems), version 9.2.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Peso fresco y seco aéreo

La influencia positiva del lixiviado de lombricompost en el desarrollo de las plantas ha sido documentada en diversos cultivos, como la caña de azúcar (Gutiérrez et al. 2017), pimiento(Alcívar et al. 2021), lechuga (Demir 2019), tomate (Alabi et al. 2012; Chinsamy et al. 2014), entre otros. En el presente estudio se observó que los lixiviados de lombricompost tuvieron un efecto significativo sobre el peso fresco y seco de tallo, hoja y total aéreo de las plantas de chile Anaheim (Fig. 1 y 2). Se ha señalado que la influencia del lixiviado de lombricompost sobre el desarrollo de la planta varía en función de la materia prima y del proceso implementado en su producción (Tejada et al. 2008; Singh et al. 2010; Héctor et al. 2020a). Este efecto se corroboró en el presente estudio, donde la influencia de los lixiviados sobre el peso aéreo de las plantas de chile Anaheim dependió directamente del origen del lixiviado. Las plantas tratadas con el lixiviado derivado del lombricompostaje de la mezcla E50:H50 fueron las únicas que superaron a las plantas control en el peso fresco de tallo y peso fresco total aéreo por un 31% y 27%, respectivamente (Fig. 1).

ISSN: 3061-8738 https://doi.org/10.59741/agri.v4i2.41

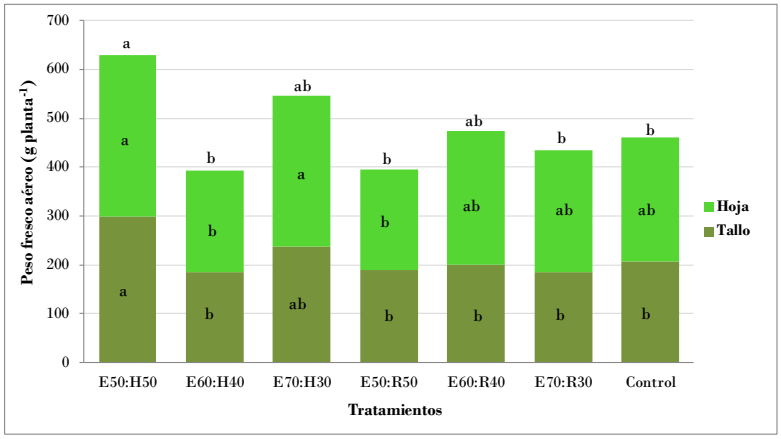


Figura 1. Efecto del origen del lixiviado de lombricompost sobre el peso fresco de hoja (P<0.004), tallo (P<0.001) y total aéreo (P<0.002) de las plantas de chile Anaheim. Medias con la misma letra indican diferencias no significativas según la prueba de comparación múltiple de Tukey con $p \leq 0.05$.

Asimismo, se observó que al tratar las plantas con los lixiviados derivado de las mezclas E50:H50 y E70:H30 se alcanzó un mayor peso seco de tallo, con incrementos del 46% y 34%, respectivamente, en comparación con el control; además, el tratamiento E50:H50 permitió obtener un mayor peso seco total aéreo, superando a las plantas control por un 38% (Fig. 2). El peso fresco y seco de hoja no mostró mejoras significativas al aplicar los lixiviados en comparación con el control. La variación en la producción de biomasa según el origen del lixiviado ha sido reportada en estudios previos, como el de Singh et al. (2010), quienes al evaluar lixiviados derivados de estiércol de vaca, residuo vegetales y una mezcla de ambos, observaron un incremento en el peso seco de las plantas de fresa al aplicar lixiviado de lombricompost, con un mayor aumento de biomasa al aplicar el lixiviado derivado de la mezcla de estiércol de vaca y residuos de vegetales, superando al control por un 27.2%.

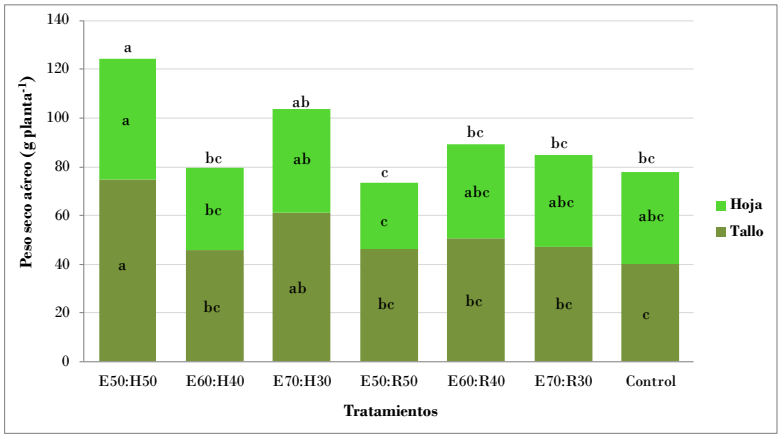


Figura 2. Efecto del origen del lixiviado de lombricompost sobre el peso seco de hoja (P<0.001), tallo (P<0.001) y total aéreo (P<0.001) de las plantas de chile Anaheim. Medias con la misma letra indican diferencias no significativas según la prueba de comparación múltiple de Tukey con $p \leq 0.05$.

Se ha señalado que el lixiviado de lombricompost, debido a su alto contenido de nutrientes, promueve un mejor crecimiento de las plantas (Chinsamy et al. 2014). Por su parte, Torres et al. (2024) señalan que los beneficios derivados del lixiviado de lombricompost no se deben únicamente al aporte de nutrientes, sino a otras sustancias que contribuyen a los procesos fisiológicos de las plantas. Entre estas sustancias estimuladoras del crecimiento y desarrollo presente en los lixiviados de lombricompost se encuentran los ácidos húmicos y fúlvicos, así como fitohormonas (auxinas, citoquininas y giberelinas) (Arancon et al. 2012; Benazzouk et al. 2019; Héctor et al. 2020b). Por lo tanto, el contenido nutrimental de los lixiviados (Tabla 1), que complementa en un 50% la nutrición inorgánica añadida, como la presencia de ciertas sustancias estimulantes del crecimiento, podrían ser los responsables de la mayor biomasa aérea observada en las plantas de chile Anaheim tratadas con los lixiviados E50:H50 y E70:H30.

ISSN: 3061-8738 https://doi.org/10.59741/agri.v4i2.41

3.2 Rendimiento de fruto

En este estudio, se evaluó el peso, diámetro y longitud de fruto como indicadores de la calidad comercial del chile Anaheim. Se observó que el peso del fruto fue significativamente afectado por los tratamientos evaluados; sin embargo, ninguno de los lixiviados aplicados superó el peso de fruto obtenido por las plantas control. Por otro lado, el diámetro y longitud de futo no mostraron diferencias estadísticas en relación con los tratamientos evaluados (Tabla 2).

Tabla 2. Comportamiento del peso, diámetro y longitud de fruto de chile Anaheim tratado con lixiviado de lombricompost obtenido de diferentes fuentes orgánicas.

Tratamientos	Peso de fruto (g fruto^{-1})	Diámetro de fruto (mm)	Longitud de fruto (cm)
E50-H50	43.12±2.7ab	37.37±0.55a	17.25±0.65a
E60-H40	50.25±7.1a	38.65±2.6a	16.27±1.00a
E70-H30	46.95±1.7ab	38.37±1.1a	16.82±0.46a
E50-R50	39.22±2.8b	35.52±1.5a	16.30±0.31a
E60-R40	50.67±2.8a	36.57±2.5a	16.20±0.49a
E70-R30	41.30±5.8b	37.45±1.0a	16.02±0.29a
Control	46.37±1.5ab	37.50±1.3a	16.70±0.81a
ANOVA	0.002	0.180	0.186

Medias con la misma letra indican diferencias no significativas según la prueba de comparación múltiple de Tukey con $p \leq 0.05$.

Alabi et al. (2012) señalan que el lixiviado de lombricompost, cuando se combina con una mínima suplementación de fertilización inorgánica, puede mejorar el rendimiento de los cultivos. En este estudio, se observó que el rendimiento de fruto de chile Anaheim fue significativamente influenciado por los tratamientos evaluados, especialmente al combinarse los lixiviados con el 50% de la nutrición inorgánica (Fig. 3). Además, se constató que el origen del lixiviado tuvo un impacto sobre el rendimiento, ya que las plantas tratadas con los lixiviados E50:H50 y E70:H30 presentaron mayor rendimiento, superando al control en promedio por un 26%; mientras que, los demás lixiviados no mostraron un rendimiento superior al de las plantas control. Estos resultados concuerdan con los reportados por Singh et al. (2010), quienes documentaron un mejor rendimiento de frutos de fresa cuando se aplicaron lixiviados, en comparación con el control, y observaron que el rendimiento variaba según el origen del lixiviado, destacando un mayor rendimiento en el cultivo cuando se utilizaba lixiviado derivado de la mezcla de estiércol de vaca y residuos vegetales, en comparación con los lixiviados obtenidos solo de estiércol de vaca o residuos vegetales.

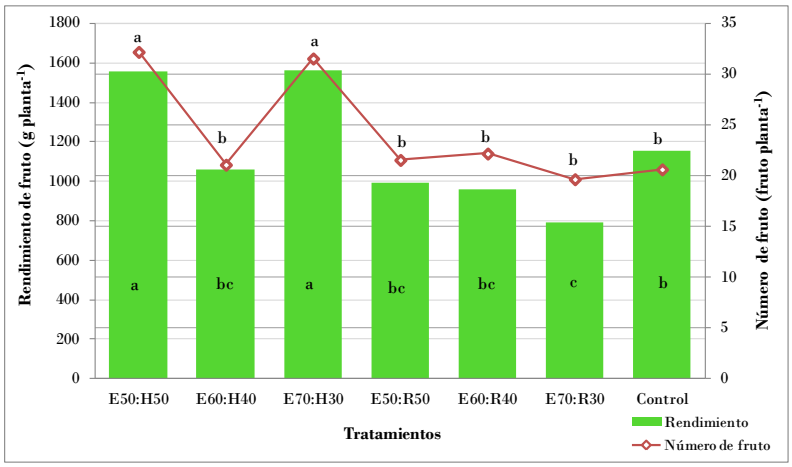


Figura 3. Efecto del origen del lixiviado de lombricompost sobre el rendimiento (P<0.001) y número de fruto (P<0.001) de chile Anaheim. Medias con la misma letra indican diferencias no significativas según la prueba de comparación múltiple de Tukey con $p \leq 0.05$.

ISSN: 3061-8738 https://doi.org/10.59741/agri.v4i2.41

Diversos estudios han señalado la existencia de un efecto sinérgico entre el crecimiento y el rendimiento de las plantas al aplicarse lixiviados de lombricompost, es decir, que un buen desarrollo vegetativo influye positivamente en la producción (Singh et al. 2010; Chinsamy et al. 2014). Este patrón se observó también en este trabajo, ya que los lixiviados E50:H50 y E70:H30, que generaron los mayores rendimientos de fruto, fueron los mismos que promovieron una mayor producción de biomasa aérea en las plantas de chile Anaheim. Por su parte, Torres et al. (2024) sugieren que la mejora en el rendimiento de los cultivos no se debe únicamente al aporte directo de nutrientes del lixiviado de lombricompost, sino también a las sustancias bioestimulantes presentes en estos lixiviados, las cuales favorecen una mayor absorción de nutrientes y un uso más eficiente de los mismos. De manera similar al rendimiento, el número de fruto también aumentó al aplicar los lixiviados E50:H50 y E70:H30, superando al control en un 56 y 53%, respectivamente, lo que pudo haber influido directamente en los resultados obtenidos para rendimiento de fruto (Fig. 3).

3.3 Calidad de fruto

En este trabajo, se observó que los tratamientos evaluados no afectaron de manera significativa la concentración de sólidos solubles totales en frutos de chile; sin embargo, la firmeza, acidez titulable y vitamina C si fueron significativamente influenciados por los tratamientos aplicados (Tabla 3). Los frutos cosechados de plantas tratadas con lixiviado de lombricompost, combinado con un 50% de la fertilización inorgánica, no superaron la firmeza y acidez titulable de fruto cosechados de las plantas control. No obstante, el lixiviado de lombricompost favoreció un aumento de la concentración de vitamina C en comparación con el control, especialmente cuando se aplicaron los lixiviados derivados de las mezclas E50:H50 y E50:R50. Estos resultados son similar a los reportados por Ávila et al. (2015), quienes señalaron que las plantas de tomate tratadas con lixiviado de lombricompost no lograron incrementar el contenido de azúcares en los frutos en comparación con las plantas control. Estos mismos autores sugieren que la cantidad de lixiviado de lombricompost aplicada podría no haber sido suficiente para inducir los cambios bioquímicos necesarios en el fruto y mejorar los parámetros de calidad. En contraste, Singh et al. (2010) indicaron que la aplicación de lixiviado de lombricompost mejora la firmeza, concentración de sólidos solubles totales y acido ascórbico en frutos de fresa. Por su parte, Cabilovski et al. (2023) señalaron que los lixiviados de lombricompost favorecieron un aumento en concentración de sólidos solubles totales, pero provocaron la reducción de la firmeza de los frutos de fresa. En cuanto a la respuesta de la calidad de frutos de los cultivos al uso de lixiviados, Ávila et al. (2015) señalaron que la respuesta del cultivo depende de la fuente o sustrato, así como de la forma, el momento y la cantidad de lixiviado aplicado.

Tabla 3. Comportamiento de los sólidos solubles totales, firmeza, acidez titulable y vitamina C en frutos de chile Anaheim tratado con lixiviado de lombricompost obtenido de diferentes fuentes orgánicas.

Tratamientos	Sólidos solubles totales (°Brix)	Firmeza (Newton)	Acidez titulable (% AC)	Vitamina C (mg 100 g^{-1} PF)
E50-H50	4.50±0.48a	4.35±0.90ab	0.342±0.02bc	35.72±5.8a
E60-H40	4.25±0.50a	3.37±0.18b	0.412±0.01a	25.40±2.1bc
E70-H30	4.12±0.15a	4.67±0.23a	0.317±0.03c	24.52±0.5bc
E50-R50	4.74±0.70a	3.60±0.51ab	0.390±0.02ab	30.85±3.9ab
E60-R40	4.47±0.73a	3.57±0.14b	0.352±0.02bc	23.95±3.2bc
E70-R30	4.35±0.57a	3.72±0.33ab	0.425±0.02a	22.37±2.2c
Control	5.02±0.33a	3.70±0.29ab	0.377±0.01ab	19.37±3.3c
ANOVA	0.338	0.009	0.001	0.001

Medias con la misma letra indican diferencias no significativas según la prueba de comparación múltiple de Tukey con $p \leq 0.05$. AC= ácido cítrico. PF= peso fresco.

4. CONCLUSIÓN

El lixiviado de lombricompost representa una alternativa eficaz y sustentable para mejorar el desarrollo, rendimiento y calidad de fruto de chile Anaheim; sin embargo, el efecto positivo depende del origen del lixiviado aplicado al cultivo, ya

que, de los diferentes lixiviados evaluados, únicamente los lixiviados E50:H50, E70:H30 y E50:R50 permitieron mejorar los parámetros evaluados. Por lo tanto, sería recomendable evaluar el efecto del origen del lixiviado en otros cultivos de interés, con la finalidad de validar la información obtenida en este estudio.

Declaración de conflictos de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

Contribución de autoría

J.C.G.-S. – Conceptualización, Curación de datos, análisis estadístico y redacción del borrador original. A.M.-L. – Conceptualización, Metodología, Supervisión, Redacción, Revisión y Edición. M.S.-V. – Edición de Análisis, Revisión de la redacción y Corrección.

Agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por las facilidades y apoyo económico para llevar a cabo este trabajo por medio del proyecto de investigación 2232.

Literatura citada

Alabi D.O., Arthur G., Coopoosamy R., Naidoo K., Mbanjwa S.T. and L. Tshapa. 2012. Vermicompost leachate a viable bio-stimulant for tomato growth and yield (*Solanum lycopersicum*). Indian Journal of Agricultural Research. 1: 1-6.

Alcívar L.M.F., Vera R.J.H., Arévalo S.O.J., Arévalo S. B.D., Pachar O.L.E., Castillo R.C.B., Carlosama M.L.K., Arizabal C.J.A. and M.N.D. Paltán. 2021. Aplicación de lixiviados de vermicompost y respuesta agronómica de dos variedades de pimiento. Revista colombiana de ciencia animal recia. 13(1): 50-58. https://doi.org/10.24188/recia.v13.n1.2021.793

Aleman R.J.L., Pérez S.B.Y., Torres A.S., Saldaña T.S., Longoria A. and P.J. Sebastian. 2020. Bioethanol production from Ataulfo mango supplemented with vermicompost leachate. Catalysis Today. 353: 173-179. https://doi.org/10.1016/j.cattod.2019.07.028

AOAC, 2000. Official Methods of Analysis. 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Washington, DC, USA. 30 p.

Arancon N.Q., Pant A., Radovich T., Hue N.V., Potter J.K. and C.E. Converse. 2012. Seed germination and seedling growth of tomato and lettuce as affected by vermicompost water extracts (Teas). HortScience. 47(12):1722-1728. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.47.12.1722

Aremu A.O., Stirk W.A., Kulkarni M.G., Tarkowská D., Turecková V., Gruz J., Subrtová M., Pencík A., Novák O., Dolezal K., Strnad M. and J. Van Staden. 2015. Evidence of phytohormones and phenolic acids variability in garden-waste-derived vermicompost leachate, a well-known plant growth stimulant. Plant Growth Regulation. 75(2): 483-492. https://doi.org/10.1007/s10725-014-0011-0

Ávila J.L., Rodríguez G.A., Rodríguez P. N., Guevara G.R.G., Torres P.I., Ocampo V.R.V. and B. Moustapha. 2015. Vermicompost leachate as a supplement to increase tomato fruit quality. Journal of soil science and plant nutrition. 15(1): 46-59. https://doi.org/10.4067/S0718-95162015005000005

Benazzouk S., Djazouli Z.E. and S. Lutts. 2019. Vermicompost leachate as a promising agent for priming and rejuvenation of salt-treated germinating seeds in Brassica Napus. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 50(11): 1344-1357. https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1614608

Cabilovski R., Manojlovic M.S., Popovic B.M., Radojcin M.T., Magazin N., Petkovic K., Kovacevic D. and D. Lakicevic. 2023. Vermicompost and vermicompost leachate application in strawberry production: Impact on yield and fruit quality. Horticulturae. 9(3): 337.

Chinsamy M., Kulkarni M.G. and J. Van Staden. 2014. Vermicompost leachate reduces temperature and water stress effects in tomato seedlings. HortScience. 49(9):1183-1187. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.49.9.1183

Churilova E.V. and D.J. Midmore. 2019. Vermiliquer (vermicompost leachate) as a complete liquid fertilizer for hydroponically-grown pak choi (*Brassica chinensis* L.) in the tropics. Horticulturae. 5(1): 26. https://doi.org/10.3390/horticulturae5010026

Demir Z. 2019. Effects of vermicompost on soil physicochemical properties and lettuce (*Lactuca sativa* Var. Crispa) yield in greenhouse under different soil water regimes. Communications in Soil Science and Plant Analysis. 50(17): 2151-2168. https://doi.org/10.1080/00103624.2019.1654508

El-Hameid A. and S. Adel. 2018. Improving productivity and quality of mango using humic acid and vermicomposting leachate in North Sinai. Egyptian Journal of Desert Research. 68(1): 37-59.

Gutiérrez M.F., Roberto C.G., Oliva L.M., Montes M.J. and L. Dendooven. 2017. Vermicomposting leachate as liquid fertilizer for the cultivation of sugarcane (*Saccharum* sp). Journal of Plant Nutrition. 40(1): 40-41. https://doi.org/10.1080/01904167.2016.1193610

Héctor A.E., García A., Fosado O., Cedeño L. and J. Zambrano. 2020a. Effect of a bovine manure vermicompost leachate on yield of pepper (*Capsicum annuum* L.) hybrid Nathalie. International Journal of Recycling of Organic Waste in Agriculture. 9(3): 249-257. https://doi.org/10.30486/IJROWA.2020.1885386.1008

Héctor A.E., Torres G.A., Fosado T.O., Peñarrieta B.S., Solórzano B.J., Jarre M.V., Medranda V. F. and B.J. Montoya. 2020b. Influencia de bioestimulantes sobre el crecimiento y el rendimiento de cultivos de ciclo corto en Manabí, Ecuador. Cultivos Tropicales. 41(4): e02.

López E.J., Huez LM.A., Rueda P.E.O., Jiménez L.J., Cruz B.F. and L.O. Garrido. 2013. Uso de un polímero hidrófilo en chile Anaheim (*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero. Idesia (Arica). 31(2): 77-81. https://doi.org/10.4067/S0718-34292013000200011

Padayatty S.J., Daruwala R., Wang Y., Eck P.K., Song J., Koh W.S. and M. Levine. 2001. Vitamin C: From molecular actions to optimum intake. 117-145 pp. In: Packer L. (Ed.). Handbook of Antioxidants. CRC Press. Washington, DC, USA. 705. pp.

Quaik S., Embrandiri A., Rupani P.F. and M.H. Ibrahim. 2012. Potential of vermicomposting leachate as organic foliar fertilizer and nutrient solution in hydroponic culture: a review. 43-47 pp. In: Second international conference on environment and bioscience (Eds.). IACSIT Press, Singapore.

Singh R., Gupta R.K., Patil R.T., Sharma R.R., Asrey R., Kumar A. and K.K. Jangra. 2010. Sequential foliar application of vermicompost leachates improves marketable fruit yield and quality of strawberry (*Fragaria×ananassa* Duch.). Scientia Horticulturae. 124(1): 34-39. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2009.12.002

Sivasabari K., Parthasarathy S., Chandran D., Sankaralingam S. and R. Ajaykumar. 2023. Vermicompost and vermi-leachate in pest and disease management. 279-304 pp. In: Mupambwa H.A., Horn L.N., Mnkeni P.N.S. (Eds.). Vermicomposting for sustainable food systems in Africa. Springer Nature. Singapore. 368 p. https://doi.org/10.1007/978-981-19-8080-0_17

Steiner A.A. 1961. A universal method for preparing nutrient solutions of a certain desired composition. Plant and Soil. 15(2): 134-154. https://doi.org/10.1007/BF01347224

Tejada M., Gonzalez J.L., Hernandez M.T. and C. Garcia. 2008. Agricultural use of leachates obtained from two different vermicomposting processes. Bioresource Technology. 99(14): 6228-6232. https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.12.031

CC BY SA

Torres A., Héctor A.E., León A.R., Zambrano G.F. and T.O. Fosado. 2024. Vermicompost leachate-based biostimulant and its effects on physiological variables and yield of different crops in Manabí, Ecuador. Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 25(1): 3388. https://doi.org/10.21930/rcta.vol25_num1_art:3388

Wu Q., Zhang J., Liu X., Chang T., Wang Q., Shaghaleh H. and Y.A. Hamoud. 2023. Effects of biochar and vermicompost on microorganisms and enzymatic activities in greenhouse soil. Frontiers in Environmental Science. 10:1060277. https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.1060277

Yang Z.Y., Wang X.J., Cao Y., Dong Q.E., Tong J.Y. and M.H. Mo. 2023. Vermicomposting of *Pleurotus eryngii* spent mushroom substrates and the possible mechanisms of vermicompost suppressing nematode disease caused by *Meloidogyne incognita*. Heliyon, 9(4): 15111. https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15111

Aviso legal/Nota del editor: Las declaraciones, opiniones y datos contenidos en todas las publicaciones son exclusivamente de los autores y colaboradores, y no de Universitas Agri ni de sus editores. Universitas Agri y sus editores no se responsabilizan de ningún daño a personas o bienes que resulte de las ideas, métodos, instrucciones o productos mencionados en el contenido.