



EFFECTO DE ABONOS ORGÁNICOS SOBRE EL CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE PEPINO (*CUCUMIS SATIVUS* L)

EFFECT OF ORGANIC FERTILIZERS ON GROWTH AND YIELD OF CUCUMBER (*CUCUMIS SATIVUS* L)

Luis Tarquino Llerena-Ramos ^{1*}

E-mail: llerenaramos@uteq.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8927-7417>

Juan José Reyes-Pérez ¹

E-mail: jreyes@uteq.edu.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5372-2523>

Roger Alexander Pincay-Ganchozo ²

E-mail: roger.pincay@iniap.gob.ec

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3554-4927>

Luis Carlos Pilla-Bardales ³

E-mail: luispilla12outlook.es

ORCID: <https://orcid.org/0009-0005-5510-8398>

¹Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

²Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, Quevedo, Ecuador.

³Investigador Independiente, Quevedo, Ecuador.

*Autor para correspondencia

Cita sugerida (APA, séptima edición)

Llerena-Ramos, L. T., Reyes-Pérez, J. J., Pincay-Ganchozo, R. A., & Pilla-Bardales, L. C. (2026). Efecto de abonos orgánicos sobre el crecimiento y rendimiento de pepino (*Cucumis sativus* L). *Universidad y Sociedad* 18(3). e6069.

RESUMEN:

Los abonos orgánicos constituyen una alternativa para mejorar la fertilidad del suelo, la disponibilidad de nutrientes y el desarrollo productivo de los cultivos. La investigación tuvo como objetivo evaluar el efecto de la aplicación de abonos orgánicos sobre el comportamiento agronómico y productivo de *Cucumis sativus* bajo condiciones protegidas. Se empleó un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA), conformado por tres tratamientos orgánicos y un control sin aplicación, con cuatro repeticiones por tratamiento. Las variables evaluadas fueron: altura de planta, diámetro de tallo, longitud de fruto, diámetro de fruto, peso de fruto, rendimiento y análisis económico. El tratamiento con humus de lombriz presentó la mejor respuesta agronómica, con alturas de 74,9; 161,5 y 341,5 cm a los 30, 45 y 60 días después del trasplante, respectivamente. También registró los mayores diámetros de tallo, con 5,75; 6,73 y 6,78 mm en los mismos tiempos de evaluación. En las características del fruto, alcanzó la mayor longitud (25,51 cm), diámetro (6,09 cm) y peso promedio (480,75 g). Además, obtuvo el mayor rendimiento, con 30 028, kg ha⁻¹. Se concluye que la aplicación de humus de lombriz mejora el desarrollo vegetativo, la calidad del fruto y productividad.

Palabras clave: Hortalizas, Producción, Nutrición vegetal,

Fisiología vegetal.

ABSTRACT:

Organic fertilizers constitute an alternative to improve soil fertility, nutrient availability, and productive development of crops. The research aimed to evaluate the effect of the application of organic fertilizers on the agronomic and productive behavior of *Cucumis sativus* under protected conditions. A Completely Randomized Design (CRD) was used, consisting of three organic treatments and a control without application, with four repetitions per treatment. The variables evaluated were plant height, stem diameter, fruit length, fruit diameter, fruit weight, yield, and economic analysis. The treatment with worm humus showed the best agronomic response, with heights of 74.9, 161.5, and 341.5 cm at 30, 45, and 60 days after transplanting, respectively. It also recorded the largest stem diameters, with 5.75, 6.73, and 6.78 mm at the same evaluation times. In fruit characteristics, it reached the greatest length (25.51 cm), diameter (6.09 cm), and average weight (480.75 g). In addition, it obtained the highest yield, with 30,028 kg ha⁻¹. It is concluded that the application of vermicompost improves vegetative development, fruit quality, and productivity.

Keywords: Vegetables, Production, Plant nutrition, Plant physiology.



INTRODUCCIÓN

El cultivo de *Cucumis sativus* (pepino) es una de las hortalizas de mayor importancia en los sistemas hortícolas intensivos debido a su alta demanda comercial, su ciclo corto de producción y su elevada respuesta a la fertilización en condiciones protegidas (Food and Agriculture Organization, 2023). En este caso, como es el uso de invernaderos que permite optimizar variables microclimáticas como temperatura, radiación y humedad relativa, donde se favorece la eficiencia fisiológica del cultivo, incrementos de rendimientos y calidad del fruto en comparación con sistemas a campo abierto (Katsoulas et al., 2016).

Sin embargo, los sistemas intensivos bajo ambiente protegido dependen frecuentemente de fertilizantes minerales sintéticos, cuya aplicación continua puede provocar degradación de las propiedades físicas y biológicas del suelo, desequilibrios nutricionales y reducción de la sostenibilidad productiva (Blanchet et al., 2016). En respuesta a estas limitaciones, los abonos orgánicos han adquirido relevancia como estrategia de manejo sostenible debido a su capacidad para incrementar el contenido de materia orgánica, mejorar la estructura del suelo y favorecer la actividad microbiana asociada a la disponibilidad de nutrientes (Pasqualoto et al., 2020).

Además, la fertilización orgánica contribuye a mejorar la capacidad de intercambio catiónico, la retención de humedad y la liberación gradual de nutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, lo que favorece el crecimiento vegetativo de cultivos hortícolas en sistemas intensivos (Srivastava, 2017).

En el cultivo de pepino en condiciones de invernadero, la aplicación de compost, vermicompost y otros abonos orgánicos ha demostrado efectos positivos sobre variables fisiológicas como altura de planta, área foliar, contenido de clorofila y desarrollo radicular, factores directamente relacionados con el rendimiento final (Adekiya et al., 2020). Asimismo, la incorporación de fertilizantes orgánicos en sistemas protegidos puede incrementar el número de frutos por planta y el peso individual de los frutos debido a la mejora progresiva de la fertilidad del sustrato y la eficiencia en la absorción nutrimental (Jamir et al., 2022). No obstante, la respuesta agronómica del pepino a la fertilización orgánica depende del tipo de abono aplicado, su grado de mineralización y las condiciones ambientales del sistema de cultivo protegido, lo que genera variabilidad en los resultados productivos reportados en la literatura científica (Hernández et al., 2014).

El uso de fertilización orgánica en el cultivo de pepino bajo condiciones de invernadero representa una alternativa

agronómica sostenible, además que conlleva un impacto social significativo. La transición hacia prácticas más amigables con el suelo y el ambiente puede fortalecer la seguridad alimentaria al garantizar productos de mayor calidad y con menor riesgo de contaminación química, lo que beneficia directamente a los consumidores. Además, la adopción de abonos orgánicos fomenta la economía circular mediante el aprovechamiento de residuos agrícolas y urbanos, esto genera oportunidades de empleo en comunidades rurales vinculadas a la producción y manejo de compost y vermicompost. De esta manera, la implementación de estrategias de fertilización orgánica en sistemas intensivos contribuye a mejorar la salud pública, promover la conciencia ambiental y consolidar modelos de producción hortícola más resilientes y socialmente responsables.

En este contexto, persiste la necesidad de determinar el efecto específico de diferentes abonos orgánicos sobre el crecimiento y rendimiento del cultivo de pepino con el fin de establecer alternativas nutricionales sostenibles que reduzcan la dependencia de fertilizantes sintéticos sin comprometer la productividad (Rouphael & Colla, 2020).

Por lo tanto, el problema científico que orienta esta investigación radica en la limitada información experimental sobre la magnitud del efecto de los abonos orgánicos en variables de crecimiento y rendimiento del cultivo de pepino bajo condiciones controladas de invernadero en sistemas de producción intensiva tropical (Adekiya et al., 2020). En consecuencia, la aplicación de abonos orgánicos mejora significativamente el crecimiento vegetativo y el rendimiento del cultivo de *Cucumis sativus* en condiciones de invernadero debido al incremento de la disponibilidad gradual de nutrientes y la mejora de las propiedades físicas y biológicas del suelo (Pasqualoto et al., 2020). Por lo anteriormente expuesto, el objetivo de la investigación es evaluar el efecto de los abonos orgánicos en el crecimiento y rendimiento de pepino.

MATERIALES Y MÉTODOS

Ubicación

La investigación se desarrolló en el invernadero de la Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, localizado en el Campus Experimental "La María", km 7,5 de la vía Quevedo–El Empalme, provincia de Los Ríos, Ecuador. El área experimental se ubica geográficamente a 01°04'48,6" de latitud sur y 79°30'04,2" de longitud oeste, a una altitud de 75 msnm.

Diseño experimental

Se empleó un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA), conformado por un tratamiento control y tres tratamientos

con abonos orgánicos (compost, bocashi y humus de lombriz). Cada tratamiento contó con cuatro repeticiones, con el propósito de fortalecer la precisión experimental y la confiabilidad de los resultados. En cada tratamiento se utilizaron 25 plantas, distribuidas en cinco plantas por repetición.

Manejo del experimento

Las plántulas se reprodujeron en bandejas germinativas con un sustrato enriquecido con humus de lombriz, con el propósito de favorecer la aireación, el drenaje y la emergencia uniforme de las plántulas. En cada cavidad se sembraron dos semillas de *Cucumis sativus*. Posteriormente, las plántulas fueron trasplantadas a fundas de polipropileno de 16 x 18 pulgadas, entre los 4 y 6 días después de la emergencia, bajo condiciones de invernadero.

Los tratamientos se aplicaron a los 15 días después del trasplante (DDT) en dosis de 100 g planta para todos los abonos orgánicos, mediante una bomba de aspersión, con el fin de asegurar una cobertura uniforme del área foliar. El riego se realizó dos veces por semana durante las primeras etapas de crecimiento (desde los 15 hasta los 45 DDT) y se redujo a una vez por semana en las fases posteriores del cultivo. Asimismo, se efectuó una poda semanal para eliminar hojas quebradas, enfermas, senescentes y brotes laterales no deseados. El tutorado se inició 20 DDT, mediante el uso de cuerdas, con el propósito de conducir el crecimiento vertical de las plantas y reducir el contacto con el suelo. La cosecha se realizó cuando los frutos alcanzaron la madurez comercial, entre los 75 y 90 DDT.

Las variables evaluadas se organizaron en indicadores de crecimiento y producción. En los indicadores de crecimiento se registró la altura de planta y el diámetro del tallo a los 30, 45 y 60 DDT. La altura se midió desde la base del tallo hasta el ápice de la hoja más joven, mientras que el diámetro del tallo se determinó a 5 cm sobre el nivel del suelo. En ambos casos se consideró la totalidad de plantas correspondientes a cada tratamiento, con el propósito de obtener una estimación representativa del desarrollo vegetativo.

Para los indicadores de producción se registraron longitud del fruto, diámetro del fruto, peso del fruto y rendimiento. La longitud del fruto se midió desde la zona basal hasta la parte apical con un flexómetro, mientras que el diámetro se evaluó con calibrador. El peso individual de los frutos se obtuvo mediante una balanza de precisión. Estas variables se registraron en los frutos provenientes

de 5 plantas por repetición y tratamiento. El rendimiento se calculó con base en el peso total obtenido en las dos primeras cosechas por parcela experimental y se proyectó a kilogramos por hectárea mediante utilizando la siguiente ecuación:

$$R \text{ (kg ha}^{-1}\text{)} = \text{RAU} \times 10000 \text{ m}^2 / \text{m}^2 \text{ AU}$$

R= rendimiento

AU= área útil

Análisis de datos

Los datos obtenidos fueron organizados y analizados estadísticamente mediante el software RStudio, donde se aplicó el análisis de varianza y, cuando existieron diferencias significativas, se realizó la comparación de medias mediante la prueba de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Indicadores de crecimiento

En la variable altura de planta (tabla 1) se encuentra que todos los abonos orgánicos influyen positivamente en el crecimiento del cultivo de pepino, pero se tiene efectos más significativos el tratamiento humus de lombriz en los diferentes tiempos de evaluación y se obtiene los mayores promedios a los 30, 45 y 60 DDT con valores de 74,9, 161,5 y 341,5 cm, respectivamente.

En el diámetro del tallo se encuentra efectos significativos entre tratamientos (tabla 2), observándose que la aplicación de humus de lombriz obtuvo los mayores promedios a los 30, 45 y 60 DDT con valores de 5,75, 6,73 y 6,78 mm, en su orden. Seguido del tratamiento bocashi que tuvo diámetros de 5,20 mm (30 DDT), 6,15 mm (45 DDT) y 6,17 mm (60 DDT).

Tabla 1. Efectos de los abonos orgánicos en la variable altura de plantas de pepino en condiciones de invernadero.

Altura de planta (cm)			
Tratamientos	30 DDT	45 DDT	60 DDT
Testigo	57,0 b	129,5 c	294,0 d
Compost	73,7 a	149,65 b	328,25 b
Bocashi	72,5 a	148,5 b	319,0 c
Humus de lombriz	74,9 a	161,5 a	341,5 a

Letras diferentes denotan diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Tabla 2. Efectos de los abonos orgánicos en la variable diámetro del tallo de plantas de pepino en condiciones de invernadero.

Tratamientos	Diámetro del tallo (mm)		
	30 DDT	45 DDT	60 DDT
Testigo	3,55 c	5,05 c	6,03 c
Compost	5,39 ab	6,21 b	6,22 b
Bocashi	5,20 b	6,15 b	6,17 b
Humus de lombriz	5,75 a	6,73 a	6,78 a

Letras diferentes denotan diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

Indicadores de producción y rendimiento

Se determina una respuesta positiva en los indicadores de producción por la aplicación de abonos orgánicos (tabla 3), obteniéndose los efectos más significativos en el tratamiento humus de lombriz en la longitud del fruto (25,51 cm), diámetro del fruto (6,09 cm) y peso del fruto (480,75 g).

Tabla 3. Efectos de los abonos orgánicos en los indicadores de producción de plantas de pepino en condiciones de invernadero.

Tratamientos	Longitud de fruto (cm)	Diámetro de fruto (cm)	Peso de fruto (g)
Testigo	18,63 d	4,41 c	230,65 d
Compost	23,86 b	5,68 b	468,05 b
Bocashi	22,51 c	5,84 b	451,15 c
Humus de lombriz	25,51 a	6,09 a	480,75 a

Letras diferentes denotan diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

En el rendimiento del cultivo se hayan diferencias estadísticas entre tratamiento, siendo la aplicación de humus de lombriz en obtener 109 % más de producción (30 028 kg ha⁻¹) que el tratamiento control (14 375 kg ha⁻¹). Ver figura 1.

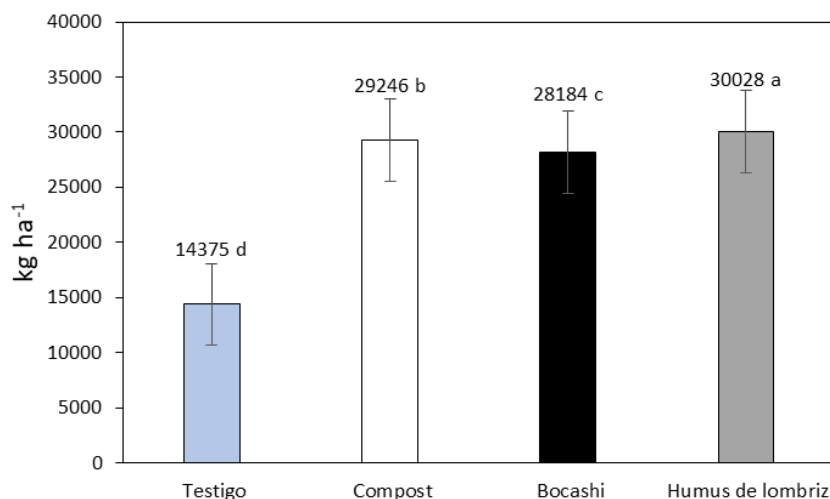


Fig 1. Efectos de abonos orgánicos en el rendimiento de plantas de pepino en condiciones de invernadero. Letras diferentes denotan diferencias significativas entre tratamientos según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en altura de planta evidencian una respuesta positiva a la aplicación de abonos orgánicos, especialmente con humus de lombriz, esto puede atribuirse a su efecto simultáneo sobre la disponibilidad nutrimental, la actividad microbiana rizosférica y la presencia de sustancias húmicas bioactivas. Estas fracciones orgánicas estimulan la elongación celular y la expansión foliar mediante la regulación de auxinas y citocininas naturales presentes en vermicompost estabilizado.

Investigaciones recientes en cucurbitáceas bajo sistemas protegidos reportan incrementos significativos en altura de planta asociados al uso de vermicompost debido a mejoras en la absorción de nitrógeno y fósforo y en la conductividad hidráulica del suelo (Kumar et al., 2021; Memelí et al., 2026; Zhang et al., 2023). Asimismo, el efecto observado a los 45 y 60 DDT sugiere una liberación progresiva de nutrientes, característica típica de las enmiendas orgánicas estabilizadas (Ibrahim et al., 2025). Este comportamiento coincide con lo reportado por Kharga et al. (2019), quienes evidencian que la gestión integrada de nutrientes mejora significativamente el crecimiento y los parámetros productivos del pepino bajo condiciones protegidas, ello favorece tanto el desarrollo vegetativo, como el rendimiento del cultivo mediante una adecuada disponibilidad y aprovechamiento de nutrientes.

El incremento del diámetro del tallo en el tratamiento con humus de lombriz refleja una mejora en la acumulación estructural de biomasa vegetal, asociada con mayor disponibilidad de calcio, nitrógeno y compuestos húmicos activos en la rizosfera (Li et al., 2026; Zhang et al., 2023). Este resultado es consistente con estudios recientes que evidencian que los abonos orgánicos favorecen la diferenciación vascular y el desarrollo de tejidos conductores mediante la estimulación del microbiota funcional del suelo (Oyebiyi, et al., 2026; Wang et al., 2017).

Además, el mayor diámetro del tallo observado en los tratamientos orgánicos puede interpretarse como un indicador indirecto de mayor vigor fisiológico y eficiencia en el transporte de agua y fotoasimilados. En sistemas hortícolas intensivos, el aumento del grosor del tallo se asocia con mejoras en la arquitectura de la planta y mayor tolerancia al estrés hídrico, esto ha sido documentado en pepino fertilizado con compost enriquecido y vermicompost (Memelí et al., 2026).

Los resultados obtenidos en longitud y diámetro del fruto confirman la superioridad del humus de lombriz sobre los demás tratamientos, esto puede explicarse por su efecto sobre la nutrición potásica y cálcica durante la fase

reproductiva. Estos elementos desempeñan un papel determinante en la expansión celular del fruto y en la acumulación de carbohidratos estructurales. En cultivos de pepino bajo fertilización orgánica, incrementos significativos en dimensiones del fruto han sido asociados con mayor actividad microbiana rizosférica y mayor disponibilidad de nutrientes de liberación gradual (Ibrahim et al., 2025; Kharga et al., 2019; Kumar et al., 2021; Li et al., 2026).

De manera similar, investigaciones recientes han demostrado que el vermicompost mejora la calidad física del fruto mediante la regulación del metabolismo del carbono y la eficiencia fotosintética, favoreciendo la partición de fotoasimilados hacia órganos reproductivos (Wang et al., 2017; Zhang et al., 2023). Estos resultados respaldan la respuesta observada en el presente estudio.

El incremento del rendimiento en 109 % respecto al testigo confirma la elevada eficiencia agronómica del humus de lombriz como enmienda orgánica en el cultivo de pepino. Este efecto puede explicarse por la interacción sinérgica entre disponibilidad nutrimental, incremento de la capacidad de intercambio catiónico y mayor actividad microbiana del suelo. Estudios recientes en cucurbitáceas reportan aumentos significativos en productividad (Ibrahim et al., 2025; Oyebiyi, et al., 2026) asociados al uso de vermicompost debido a mejoras en la estructura del suelo, la retención de humedad y la eficiencia en el uso de nutrientes (Memelí et al., 2026; Zhang et al., 2023).

Asimismo, la superioridad observada frente a compost y bocashi sugiere que el vermicompost posee mayor estabilidad bioquímica y mayor concentración de compuestos húmicos activos, esto incrementa la eficiencia fisiológica del cultivo durante el ciclo productivo. Estos resultados coinciden con lo reportado por Kumar et al. (2021).

El uso de humus de lombriz como enmienda orgánica en el cultivo de pepino bajo invernadero demuestra eficiencia agronómica, y también puede generar un impacto social relevante. La mejora en el crecimiento vegetativo, la calidad del fruto y el incremento del rendimiento productivo favorecen la disponibilidad de alimentos frescos y nutritivos para la población, lo que contribuye a la seguridad alimentaria en comunidades locales. Además, la producción y aplicación de vermicompost promueve prácticas agrícolas sostenibles que reducen la dependencia de insumos químicos, disminuyen riesgos de contaminación ambiental y fortalecen la salud pública. En el ámbito socioeconómico, la elaboración de abonos orgánicos a partir de residuos agrícolas y urbanos impulsa la economía circular, y crea de este modo, oportunidades de empleo en zonas rurales y fomenta la participación comunitaria

en sistemas de producción más responsables. De esta manera, la aplicación de humus de lombriz en sistemas hortícolas intensivos se proyecta como una estrategia que integra productividad, sostenibilidad y bienestar social.

CONCLUSIONES

La aplicación de abonos orgánicos influyó significativamente en los indicadores de crecimiento del cultivo de pepino, evidenciándose incrementos en altura de planta y diámetro del tallo. El tratamiento con humus de lombriz presentó los mayores valores en los tres tiempos de evaluación (30, 45 y 60 DDT), lo que confirma su efecto positivo sobre el desarrollo vegetativo y el vigor fisiológico de las plantas.

En los componentes de producción, la aplicación de humus de lombriz generó los mayores valores en longitud de fruto (25,51 cm), diámetro de fruto (6,09 cm) y peso de fruto (480,75 g), por tanto, supera significativamente a los tratamientos compost, bocashi y control. Estos resultados evidencian que el vermicompost favorece la eficiencia en la translocación de fotoasimilados hacia los órganos reproductivos y mejora la calidad física del fruto.

El rendimiento del cultivo presentó diferencias estadísticas entre tratamientos, con una respuesta superior en el tratamiento a base de humus de lombriz, que alcanzó 30 028, kg ha⁻¹. Este valor representó un incremento del 109 % en comparación con el tratamiento control, que obtuvo 14 375, kg ha⁻¹.

La incorporación de fertilización orgánica en el cultivo de pepino bajo invernadero representa una estrategia que trasciende lo meramente productivo, al vincular la eficiencia agronómica con beneficios sociales y ambientales de largo alcance. Al reducir la dependencia de insumos sintéticos y promover el uso de recursos locales, se fortalece la sostenibilidad de los sistemas hortícolas, se generan oportunidades económicas en comunidades rurales y se contribuye a la producción de alimentos más saludables para la población. En este sentido, la fertilización orgánica mejora la calidad y rendimiento del cultivo, y también impulsa un modelo agrícola resiliente, responsable y socialmente inclusivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adekiya, A. O., Dahunsi, S. O., Ayeni, J. F., Aremu, C., Aboyeji, C. M., Okunlola, F., & Oyelami, A. E. (2022). Organic and in-organic fertilizers effects on the performance of tomato (*Solanum lycopersicum*) and cucumber (*Cucumis sativus*) grown on soilless medium. *Scientific reports*, *12*(1), 12212. <https://doi.org/10.1038/s41598-022-16497-5>
- Blanchet, G., Gavazov, K., Bragazza, L., & Sinaj, S. (2016). Responses of soil properties and crop yields to different inorganic and organic amendments in a Swiss conventional farming system. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *230*, 116–126. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2016.05.032>
- Food and Agriculture Organization. (2023). *World Food and Agriculture – Statistical Yearbook 2023*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/6e04f2b4-82fc-4740-8cd5-9b66f5335239/content>
- Hernández, T., Chocano, C., Moreno, J.-L., & García, C. (2014). Towards a more sustainable fertilization: Combined use of compost and inorganic fertilization for tomato cultivation. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, *196*, 178–184. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.07.006>
- Ibrahim, R. M., Abdul-Hussein, R. A., Al-Mosawi, Z. J., & Abd, W. M. (2025). Effect of using organic fertilizers in greenhouses on yield, quality and antioxidant content of cucumber: A review article. *Journal of Medicinal and Industrial Plant Sciences*, *3*(3), 117–132. <https://doi.org/10.32894/MEDIP.25.3.3.9>
- Jamir, S. Y., Topno, S. E., & Bahadur, V. (2022). Effect of organic and inorganic fertilizers on growth, yield and quality of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under protected cultivation. *International Journal of Plant & Soil Science*, *34*(21), 1–10. <https://doi.org/10.9734/ijpss/2022/v34i2131324>
- Katsoulas, N., Elvanidi, A., Ferentinos, K., Kacira, M., Bartzanas, T., & Kittas, C. (2016). Crop reflectance monitoring as a tool for water stress detection in greenhouses: A review. *Biosystems Engineering*, *151*, 374–384. <https://doi.org/10.1016/j.biosystem-seng.2016.10.003>
- Kharga, S., Sarma, P., Warade, S. D., & Debnath, P. (2019). Effect of integrated nutrient management on growth and yield attributing parameters of cucumber (*Cucumis sativus* L.) under protected condition. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, *8*(8), 1862–1871. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.808.219>
- Kumar, S., Diksha, Sindhu, S. S., & Kumar, R. (2021). Bio-fertilizers: An ecofriendly technology for nutrient recycling and environmental sustainability. *Current research in microbial sciences*, *3*, 100094. <https://doi.org/10.1016/j.crmicr.2021.100094>
- Li, F., Ren, Y., Zhang, Y., Zhang, J., & Wang, X.-X. (2026). Exploring the potential of vermicompost in horticulture: A meta-analysis of seedling growth and sustainable cultivation. *Scientia Horticulturae*, *357*, 114658. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2026.114658>

Memeli, İ., Tüzel, Y., Durdu, T., Tepecik, M., & Gruda, N. S. (2026). Enhancing cucumber production through compost and plant growth promoting rhizobacteria in an unheated soil based greenhouse. *Scientific reports*, *16*(1), 6742. <https://doi.org/10.1038/s41598-026-36907-2>

Oyebiyi, O. O., Laezza, A., Hoque, M. M., Thammavongsa, S., Li, M., Tsipas, S., Tasiopoulos, A. J., Scopa, A., & Drosos, M. (2026). Organic Amendments for Sustainable Agriculture: Effects on Soil Function, Crop Productivity and Carbon Sequestration Under Variable Contexts. *C*, *12*(1), 7. <https://doi.org/10.3390/c12010007>

Pasqualoto Canellas, L., Lopes Olivares, F., Aguiar, N., Jones, D. L., Nebbioso, A., Mazzei, P., & Piccolo, A. (2015). Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, *196*, 15–27. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013>

Rouphael, Y., & Colla, G. (2020). Toward a Sustainable Agriculture Through Plant Biostimulants: From Experimental Data to Practical Applications. *Agronomy*, *10*(10), 1461. <https://doi.org/10.3390/agronomy10101461>

Srivastava, A. K. (2017). The role of biochar and biochar-compost in improving soil quality and crop performance: A review. *Applied Soil Ecology*, *119*, 156–170. <https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2017.06.008>

Wang, X.-X., Zhao, F., Zhang, G., Zhang, Y., & Yang, L. (2017). Vermicompost improves tomato yield and quality and the biochemical properties of soils with different tomato planting history in a greenhouse study. *Frontiers in Plant Science*, *8*, 1978. <https://doi.org/10.3389/fpls.2017.01978>

Zhang, M., Liu, Y., Wei, Q., Liu, L., Gu, X., Gou, J., & Wang, M. (2023). Ameliorative Effects of Vermicompost Application on Yield, Fertilizer Utilization, and Economic Benefits of Continuous Cropping Pepper in Karst Areas of Southwest China. *Agronomy*, *13*(6), 1591. <https://doi.org/10.3390/agronomy13061591>

Roger Pincay-Ganchozo	Encargado de: Curación de datos, Software, Metodología, Redacción – Revisión y Edición
Luis Carlos Pilla-Bardales	Encargado de: Supervisión, Validación y Visualización

Universidad & Sociedad publica sus artículos bajo una licencia Creative Commons <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/deed.es>



CONFLICTO DE INTERESES:

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Contribución de los autores bajo taxonomía CRediT: Los autores deben conformar en una tabla la contribución que tuvo cada cual, en el artículo, tomando como base los 14 roles principales propuestos en la taxonomía CRediT.

Contribución de los autores

Autor	Roles
Luis Llerena-Ramos	Encargado de: Redacción-Revisión, Conceptualización y Metodología
Juan José Reyes-Pérez	Encargado de: Escritura – borrador original, Adquisición de financiación Validación y Análisis Formal

