

Artículo Científico

Comportamiento agronómico de *Capsicum annuum* L bajo aplicación de abonos orgánicos líquidos

Agronomic behavior of Capsicum annuum L. under application of liquid organic fertilizers



Navarro-Patta, Francisco Rolando ¹



<https://orcid.org/0009-0005-6121-7427>



francisco.navarro2015@uteq.edu.ec



Investigador Independiente. Ecuador, Guayas.



Sellán-Canales, María José ³



<https://orcid.org/0009-0001-7165-6280>



maria.jose037@outlook.es



Investigador Independiente, Ecuador, Quevedo.



Puente-Monar, Narcisca Estefanía ⁵



<https://orcid.org/0000-0002-2022-2191>



narcisca.puente2017@uteq.edu.ec



Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, Quevedo.



Manobanda-Bustillo, María José ²



<https://orcid.org/0009-0006-6400-3333>



mariajosemanobanda@hotmail.com



Investigador Independiente, Ecuador, Quevedo.



Zambrano-Leones Cristopher Alexander ⁴



<https://orcid.org/0009-0008-3249-1656>



cristopher.zambrano2016@uteq.edu.ec



Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Ecuador, Quevedo.

Autor de correspondencia ¹



DOI / URL: <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n1/150>

Resumen: El cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) demanda la búsqueda de alternativas que reduzcan la dependencia de insumos químicos y fortalezcan la sostenibilidad. Este estudio evaluó, en invernadero y con enfoque agroecológico, el efecto de abonos orgánicos líquidos sobre el comportamiento agronómico y el desempeño económico del cultivo. Se aplicó un diseño completamente al azar con tres repeticiones y siete tratamientos: testigo sin fertilización y seis dosis de té de estiércol (5, 10 y 15 L/ha) y abono de frutas (2,5; 5 y 7,5 L/ha). Se midieron días a floración, altura y diámetro del tallo, biomasa fresca y seca, y componentes del fruto, además del rendimiento (kg/ha) y un análisis económico. Se detectaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en la mayoría de variables. El té de estiércol a 15 L/ha (T7) destacó con 20.780,67 kg/ha, beneficio neto de 7.624,27 USD/ha y rentabilidad de 200,37%. En conjunto, los biofertilizantes líquidos, especialmente el té de estiércol, constituyen una opción técnicamente viable para sustituir parcialmente el manejo convencional.

Palabras clave: agroecología, bioinsumos, rendimiento, rentabilidad.



Check for updates

Received: 04/Ene/2026

Accepted: 30/Ene/2026

Published: 16/Feb/2026

Cita: Navarro-Patta, F. R., Manobanda-Bustillo, M. J., Sellán-Canales, M. J., & Zambrano-Leones, C. A. (2026). Comportamiento agronómico de *Capsicum annuum* L bajo aplicación de abonos orgánicos líquidos (N. E. Puente-Monar, Trans.). *Revista Científica Ciencia Y Método*, 4(1), 287-305. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v4/n1/150>

Revista Científica Ciencia y Método (RCyM)

<https://revistacym.com>

revistacym@editorialgrupo-aea.com

info@editoriagrupo-aea.com

© 2026. Este artículo es un documento de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la **Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional**.



Abstract:

Pepper cultivation (*Capsicum annuum* L.) requires the search for alternatives that reduce dependence on chemical inputs and strengthen sustainability. This study evaluated, in a greenhouse and with an agroecological approach, the effect of liquid organic fertilizers on the agronomic behavior and economic performance of the crop. A completely randomized design with three replicates and seven treatments was applied: control without fertilization and six doses of manure tea (5, 10, and 15 L/ha) and fruit fertilizer (2.5, 5, and 7.5 L/ha). The days to flowering, stem height and diameter, fresh and dry biomass, and fruit components were measured, in addition to yield (kg/ha) and an economic analysis. Significant differences ($p < 0.05$) were detected in most variables. Manure tea at 15 L/ha (T7) stood out with 20,780.67 kg/ha, a net profit of USD 7,624.27/ha, and a profitability of 200.37%. Overall, liquid biofertilizers, especially manure tea, are a technically viable option for partially replacing conventional management.

Keywords: agroecology, bio-inputs, yield, profitability.

1. Introducción

El pimiento (*Capsicum annuum* L.) es una de las hortalizas de mayor importancia económica y alimentaria a escala global, tanto por su valor nutricional como por su amplia aceptación culinaria (Rosário et al. 2021). Pertenece a la familia Solanaceae y se caracteriza por aportar vitaminas A y C, además de compuestos antioxidantes asociados con beneficios para la salud humana (Siézar & González, 2022). En términos productivos, la oferta mundial supera los 40 millones de toneladas anuales; China lidera la producción, seguida por México, Turquía y España (Preciado-Rangel et al. 2024).

En Ecuador, el cultivo ha ganado relevancia en las últimas décadas y se ha consolidado como una alternativa de interés para pequeños y medianos agricultores por su potencial de rentabilidad (Herrera-Feijoo, 2024). Aunque el volumen nacional sigue siendo reducido frente a los principales países productores, se estima una producción aproximada de 10.000 toneladas anuales, concentrada principalmente en Manabí, Los Ríos, Guayas y Santa Elena (Herrera-Sánchez & Gavilánez-Buñay, 2023). Asimismo, su cadena productiva contribuye al PIB agrícola mediante la generación de empleo y el dinamismo del comercio interno (Franco Ruiz et al. 2021).

Pese a esta importancia creciente, la producción de pimiento en el país enfrenta limitaciones técnicas que afectan su productividad y sostenibilidad (Vélez-Ruiz et al. 2022). Entre ellas se reportan rendimientos por hectárea por debajo del potencial, presión de plagas y enfermedades, y debilidades en el manejo agronómico (Olvera 2020). Dentro de estos factores, la nutrición del cultivo constituye un componente

crítico, dado que un suministro inadecuado de nutrientes compromete el crecimiento, el desarrollo y el desempeño final del cultivo (Quiñonez Bustos et al. 2020). En la práctica, muchos sistemas productivos han recurrido al uso intensivo de fertilizantes químicos para sostener la producción en el corto plazo (Espinales Suárez et al. 2020).

No obstante, la aplicación indiscriminada de fertilizantes sintéticos ha generado impactos adversos en los agroecosistemas (Alcivar-Llivicura et al. 2021). Si bien estos insumos pueden ofrecer respuestas rápidas, su uso continuado se asocia con deterioro de la estructura del suelo, contaminación de fuentes de agua y disminución de la biodiversidad microbiana edáfica (Díaz et al. 2023). Además, el incremento progresivo de costos de producción reduce la sostenibilidad económica de los sistemas agrícolas (Munzón et al. 2022). En este contexto, resulta prioritario incorporar alternativas de nutrición vegetal que sean ambientalmente responsables y que fortalezcan la resiliencia productiva (Rodríguez y Oduardo 2021).

Entre dichas alternativas, los abonos orgánicos líquidos se perfilan como una opción técnicamente viable (Rojas-Pérez et al. 2020). Estos se obtienen mediante procesos de fermentación de residuos orgánicos de origen vegetal, animal o mixto, y pueden aportar nutrientes en formas más disponibles para las plantas (Díaz-Chuquizuta et al. 2022). Su uso incluyendo bioles, lixiviados de lombricompost y extractos fermentados de plantas se ha relacionado con mejoras en la fertilidad del suelo, mayor actividad microbiana, fortalecimiento del estado sanitario de las plantas y un crecimiento más equilibrado, con menor presión ambiental en comparación con esquemas basados exclusivamente en insumos químicos (Javier-López et al. 2022).

Bajo este enfoque, el presente estudio tuvo como objetivo general evaluar el efecto de la aplicación de abonos orgánicos líquidos en caracteres agronómicos y productividad del pimiento (*Capsicum annuum*). A través de esta investigación se busca aportar evidencia científica que respalde prácticas agrícolas sostenibles y contribuya al fortalecimiento del cultivo de pimiento en Ecuador.

2. Materiales y métodos

La investigación se desarrolló en el invernadero de la Facultad de Ciencias Pecuarias y Biológicas de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus Experimental “La María”, ubicado en el km 7,5 de la vía Quevedo–Mocache. El sitio experimental se localiza a 01° 06' 24" latitud Sur y 79° 29' 70" longitud Oeste, con una altitud de 65 msnm. De acuerdo con los registros locales, el área presenta temperatura media anual de 24,9 °C, humedad relativa media anual de 84%, precipitación media anual de 2295,1 mm y heliofanía promedio anual de 870,2 h; corresponde a la zona ecológica BH-T, con topografía plana y clima tropical húmedo (Departamento Agrometeorológico del INIAP 2024).

El estudio fue de tipo experimental, orientado a evaluar el efecto de abonos orgánicos líquidos sobre caracteres agronómicos y el desempeño productivo del pimiento

(*Capsicum annuum* L.) bajo condiciones de invernadero. Para el diseño del trabajo se empleó un enfoque deductivo sustentado en antecedentes sobre nutrición orgánica, complementado con análisis cuantitativo y observación sistemática durante el ciclo del cultivo, con el fin de registrar las respuestas del material vegetal ante los tratamientos establecidos.

La información primaria se obtuvo mediante mediciones directas en las unidades experimentales a lo largo del ciclo del cultivo, registrando variables fenológicas, morfo-agronómicas y reproductivas, además del rendimiento y el componente económico. Como fuente secundaria se realizó una revisión bibliográfica de literatura científica y técnica relacionada con agricultura orgánica y manejo de hortalizas, a fin de sustentar la interpretación de los resultados.

Se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con siete tratamientos y tres repeticiones. Los tratamientos incluyeron un control sin aplicación (T1) y seis aplicaciones de abonos orgánicos líquidos, correspondientes a abono de frutas a 2,5 L/ha (T2), 5,0 L/ha (T3) y 7,5 L/ha (T4), y té de estiércol a 5,0 L/ha (T5), 10 L/ha (T6) y 15 L/ha (T7). El análisis estadístico se realizó mediante Análisis de Varianza (ADEVA) y, cuando se detectaron diferencias, las medias se compararon con la prueba de Tukey al 95% de probabilidad. Los cálculos se efectuaron con el software Infostat 2020. En el esquema del análisis de varianza se consideraron 6 grados de libertad para tratamientos, 14 para el error y 20 para el total.

Para el establecimiento del experimento se preparó un sustrato en proporción 3:1:1, correspondiente a tres carretillas de tierra negra cernida, una de aserrín de madera y una de arena de río; los componentes se mezclaron manualmente hasta lograr homogeneidad, retirando impurezas y materiales que afectaran la uniformidad. La siembra se efectuó en bandejas germinadoras de polietileno de 100 cavidades previamente desinfectadas con hipoclorito de sodio al 1%. Las cavidades se llenaron con el sustrato y se sembró la variedad QUETZAL a ~2 mm de profundidad, cubriendo ligeramente con el mismo material para favorecer una germinación uniforme.

El trasplante se realizó cuando las plántulas alcanzaron aproximadamente 10 cm de altura y al menos dos hojas verdaderas. Se utilizaron maceteros de polietileno con capacidad para 10 kg, llenados con el mismo sustrato, y se colocaron dos plántulas por recipiente, cuidando la adecuada disposición del sistema radicular para favorecer el establecimiento. Se implementó un sistema de tutorio con alambres galvanizados y piola agrícola en los extremos de cada hilera, con el propósito de sostener el crecimiento vertical, disminuir el contacto de frutos con el sustrato y mejorar ventilación e interceptación de luz.

El control de malezas se efectuó de forma manual mediante remoción directa de especies adventicias en los maceteros, realizando cuatro intervenciones quincenales con herramientas menores, para reducir la competencia por agua, nutrientes y radiación. La aplicación de los abonos orgánicos líquidos se ejecutó según los tratamientos del diseño, con un volumen de aspersión equivalente a 200 L/ha. Para

cada tratamiento se prepararon soluciones de 12,5; 25,5; 37,5; 50 y 75 mL de producto por litro de agua, equivalentes a dosis de 2,5; 5,0; 7,5; 10 y 15 L/ha, respectivamente. En cada aplicación se prepararon aproximadamente 10 L de caldo por tratamiento y se distribuyeron uniformemente con bomba de mochila manual en horas de la mañana, a intervalos de 10 días, para favorecer la absorción y minimizar pérdidas por evaporación.

El riego se realizó manualmente con regadera de boquilla fina, aplicando agua de manera homogénea en cada maceta. Durante el crecimiento activo se regó cada dos días en la mañana, con ~300 mL por maceta, ajustando la frecuencia de forma leve según las condiciones del invernadero para evitar déficit o exceso de humedad. El manejo fitosanitario se basó en la sintomatología observada; para áfidos (Aphidoidea) se aplicó ácido piroleñoso en dos ocasiones a 2 L/ha, con intervalo de 12 días. Para la prevención y control de enfermedades asociadas a tizón y pudriciones por *Phytophthora* spp. se aplicó Amistar® (azoxistrobina) en dos ocasiones a 0,4 L/ha, con intervalo de 15 días, realizando las aplicaciones en horas de la mañana para favorecer eficacia y reducir pérdidas.

La cosecha se efectuó manualmente, recolectando frutos con desarrollo y características comerciales adecuadas. Se realizaron tres cortes a los 70, 85 y 100 días después del trasplante (DDT), con el fin de caracterizar el comportamiento del cultivo bajo los tratamientos evaluados. Los días a floración se registraron como el tiempo desde la siembra hasta la aparición del 50% de plantas con estructuras florales visibles (Olvera 2020). La altura de planta y el diámetro del tallo se midieron a los 15, 30 y 45 días después del trasplante (ddt) en cinco plantas seleccionadas aleatoriamente por tratamiento; la altura se determinó desde la base del tallo hasta la yema apical con flexómetro y el diámetro a nivel del cuello con calibrador pie de rey (Alcívar et al. 2021). El número de frutos por planta se obtuvo en cinco plantas al azar por tratamiento y el peso del fruto se determinó pesando individualmente cinco frutos por tratamiento en balanza digital (Olvera 2020). El diámetro y la longitud del fruto se midieron en cinco frutos por tratamiento con calibrador pie de rey, registrando el diámetro en la zona más ancha y la longitud desde base hasta ápice (Bustos et al. 2020).

La biomasa fresca y seca de hojas, tallo y raíz se determinó en cinco plantas por tratamiento. La biomasa fresca se obtuvo por pesaje inmediato y la biomasa seca tras secado en estufa a 75 °C durante 72 h, en el laboratorio de Biotecnología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, registrando posteriormente el peso seco con balanza analítica (Olvera 2020). El rendimiento (kg ha^{-1}) se estimó mediante el pesaje total de los frutos cosechados por unidad experimental y su extrapolación a hectárea (Herrera-Sánchez & Gavilánez-Buñay, 2023). Finalmente, el análisis económico consideró costos de insumos, materiales y mano de obra por tratamiento, e ingresos según el rendimiento y el precio de mercado al momento de cosecha; con estos valores se calculó la relación beneficio/costo, mediante la siguiente fórmula: $B/C = I.B./C.T.P.$

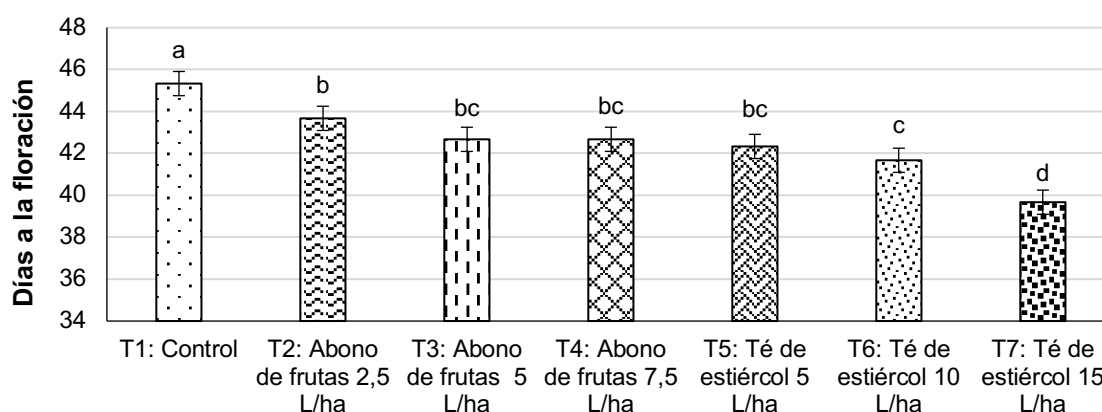
3. Resultados

3.1. Días a la floración

Los tratamientos evaluados mostraron diferencias altamente significativas ($p < 0.05$) en el número de días a la floración de *C. annuum* L., con un coeficiente de variación (CV) del 1.36 %. El mayor tiempo hasta la floración se registró en el tratamiento testigo (T1), con un promedio de 45.33 días, siendo estadísticamente superior a todos los tratamientos con bioinsumos. En contraste, el tratamiento T7 (té de estiércol 15 L/ha) presentó el valor más bajo con 39.67 días, seguido por T6 (41.67 días), lo que evidencia un efecto significativo de los biofertilizantes, especialmente del té de estiércol, en la reducción del tiempo requerido para la inducción floral (Figura 1).

Figura 1

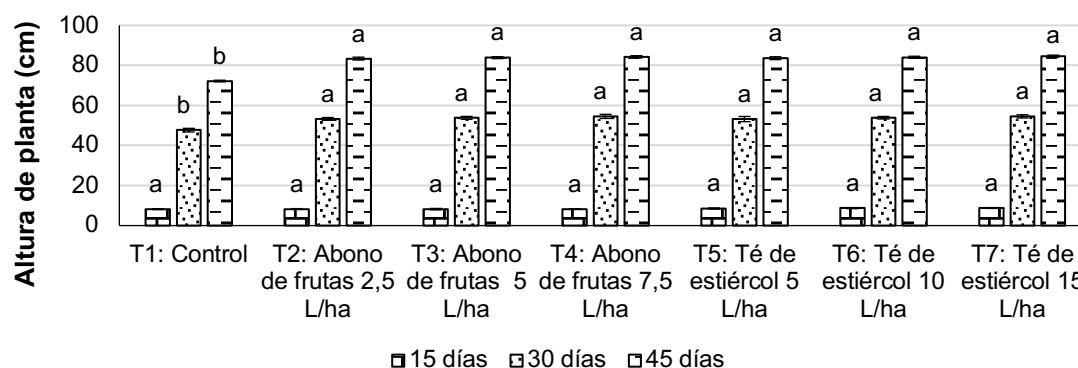
Efectos de los tratamientos sobre días a floración de Capsicum annuum L



Nota: CV: Coeficiente de variación. Las barras de error indican $\pm DE$; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (test de Tukey) (Autores, 2026).

3.2. Altura de la planta (cm)

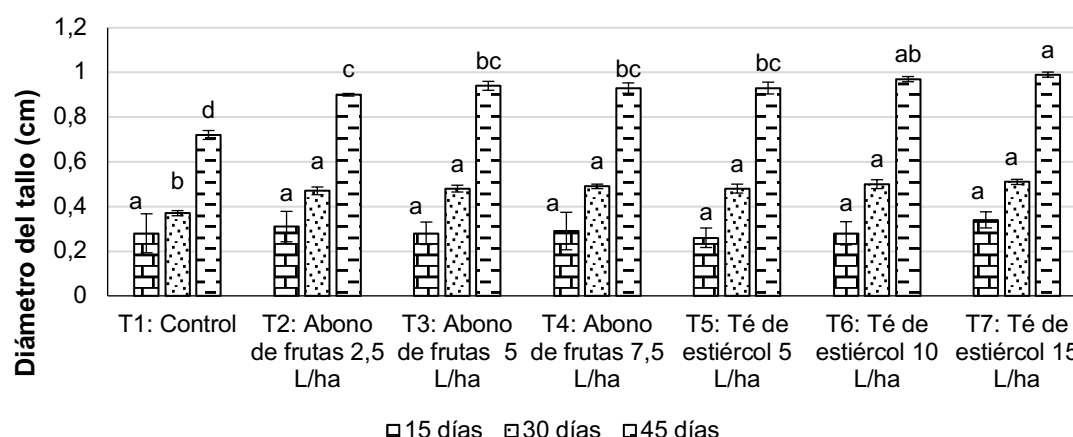
Se observaron diferencias significativas en la altura de las plantas de *C. annuum* L. a los 30 y 45 días después del trasplante (DDS), con coeficientes de variación de 1.70 % y 0.70 %, respectivamente. A los 15 DDS (CV = 2.69 %), no se encontraron diferencias estadísticas. A partir de los 30 DDS, todos los tratamientos con aplicación de bioinsumos superaron significativamente al testigo, registrando alturas entre 53.2 y 54.53 cm, frente a los 47.67 cm del control. A los 45 DDS, el tratamiento T7 mostró el mayor crecimiento con 84.6 cm, mientras que el control alcanzó solo 72.2 cm. Estos resultados indican un efecto positivo sostenido de los bioinsumos, particularmente del té de estiércol, en el crecimiento vegetativo del cultivo (Figura 2).

Figura 2*Altura de Capsicum annuum L. a los 15, 30 y 45 DDS*

Nota: DDS: días después del trasplante. CV: Coeficiente de variación. Las barras de error indican \pm DE; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (test de Tukey) (Autores, 2026).

3.3. Diámetro del tallo (cm)

El análisis del diámetro del tallo evidenció diferencias estadísticamente significativas a los 30 y 45 DDS (CV = 3,30 % y 2,01 %, respectivamente). A los 15 DDS (CV = 21,62 %), no se observaron diferencias entre los tratamientos. A los 45 DDS, el mayor promedio fue registrado en el tratamiento T7 con 0,99 cm, seguido por T6 (0,97 cm), superando significativamente al tratamiento control (0,72 cm). La aplicación de té de estiércol, en especial a dosis de 15 L/ha, favoreció un mayor engrosamiento del tallo, lo cual es indicativo de una mayor acumulación de biomasa y posible mejora en la capacidad de transporte de agua y nutrientes (Figura 3).

Figura 3*Diámetro del tallo de Capsicum annuum L. a los 15, 30 y 45 DDS*

Nota: DDS: días después del trasplante. CV: Coeficiente de variación. Las barras de error indican \pm DE; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (test de Tukey) (Autores, 2026).

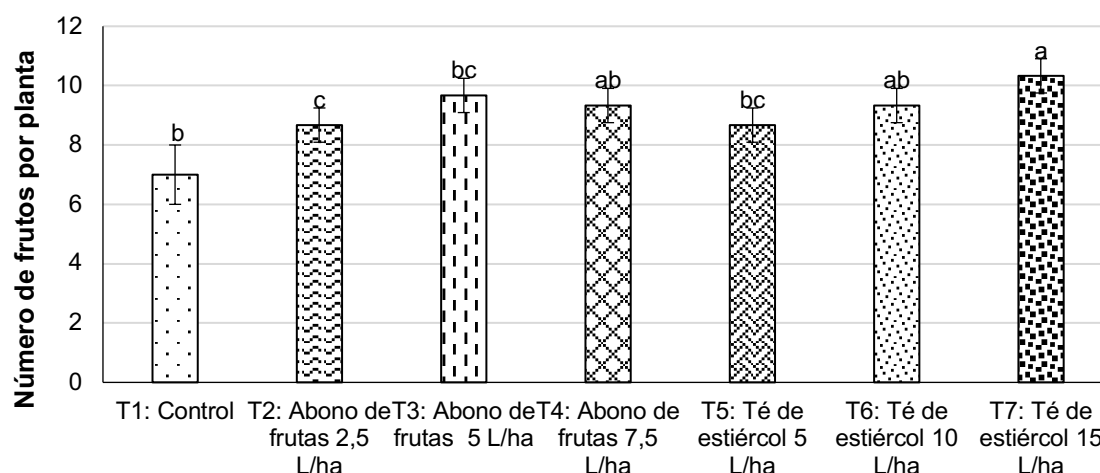
3.4. Número de frutos por planta

Los tratamientos presentaron diferencias significativas (CV = 7.27 %) en cuanto al número de frutos por planta. El tratamiento T7 alcanzó el valor más alto con 10.33

frutos, superando significativamente al resto de tratamientos. Le siguieron T6 y T3 con 9.33 y 9.67 frutos, respectivamente. El testigo registró el menor número con 7 frutos por planta. Estos resultados demuestran que la aplicación de biofertilizantes, y particularmente del té de estiércol, mejora la capacidad reproductiva de las plantas (Figura 4).

Figura 4

Número de frutos por planta de Capsicum annuum L



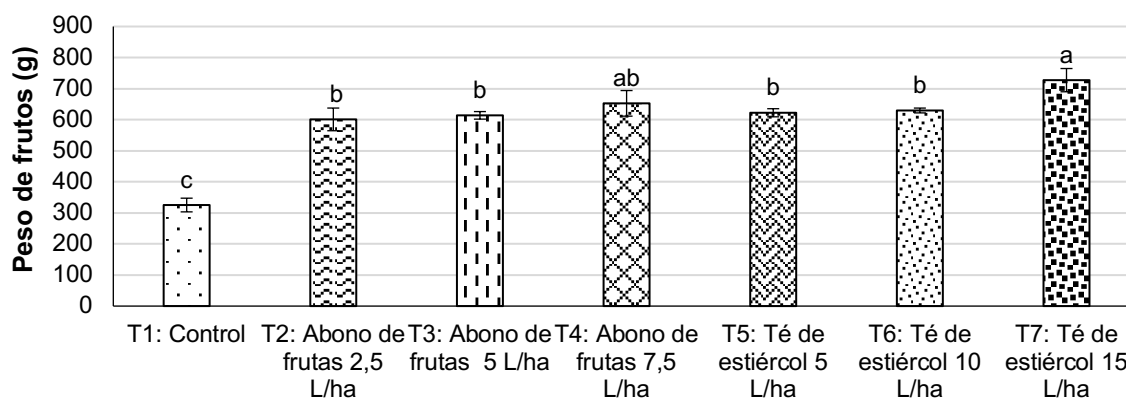
Nota: CV: Coeficiente de variación Las barras de error indican \pm DE; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (test de Tukey) (Autores, 2026).

3.5. Peso de frutos por planta (g)

Se evidenciaron diferencias estadísticamente significativas ($CV = 4.62\%$) en el peso total de frutos por planta. El tratamiento T7 presentó el valor más alto con 727.33 g por planta, seguido de T4 (652.67 g) y T6 (629.67 g), mientras que el control registró el valor más bajo con 325.33 g. La aplicación de bioinsumos, especialmente del té de estiércol, se asoció con un incremento significativo en la producción de masa, lo que repercute directamente en un mayor rendimiento por unidad de superficie (Figura 5).

Figura 5

Peso de frutos por planta de Capsicum annuum L



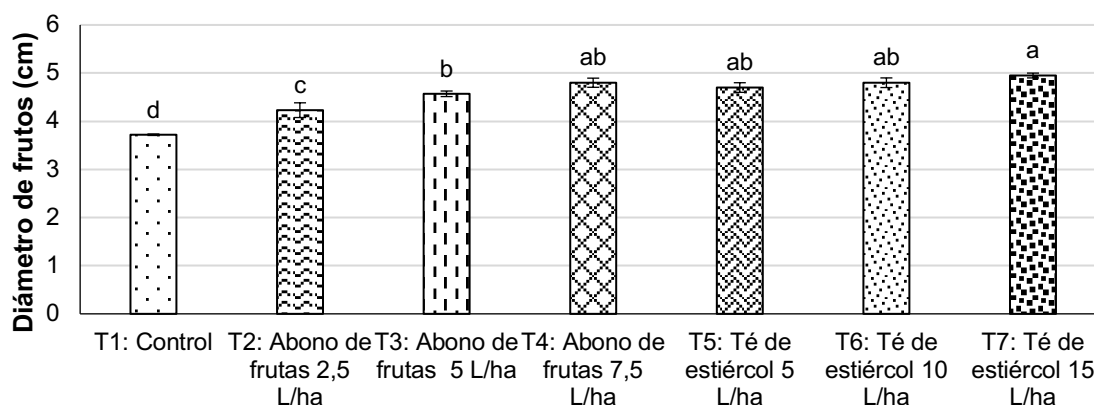
Nota: CV: Coeficiente de variación Las barras de error indican \pm DE; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (test de Tukey) (Autores, 2026).

3.6. Diámetro de frutos (cm)

El diámetro de los frutos mostró diferencias significativas ($CV = 2.01 \%$). El tratamiento T7 alcanzó el mayor valor con 4.95 cm, seguido por T6 y T4 (4.8 cm). En cambio, el control presentó el menor diámetro con 3.72 cm. La aplicación de biofertilizantes, particularmente el té de estiércol promovió una mayor uniformidad y tamaño de fruto, características deseables desde el punto de vista comercial (Figura 6).

Figura 6

Diámetro de frutos de Capsicum annuum L



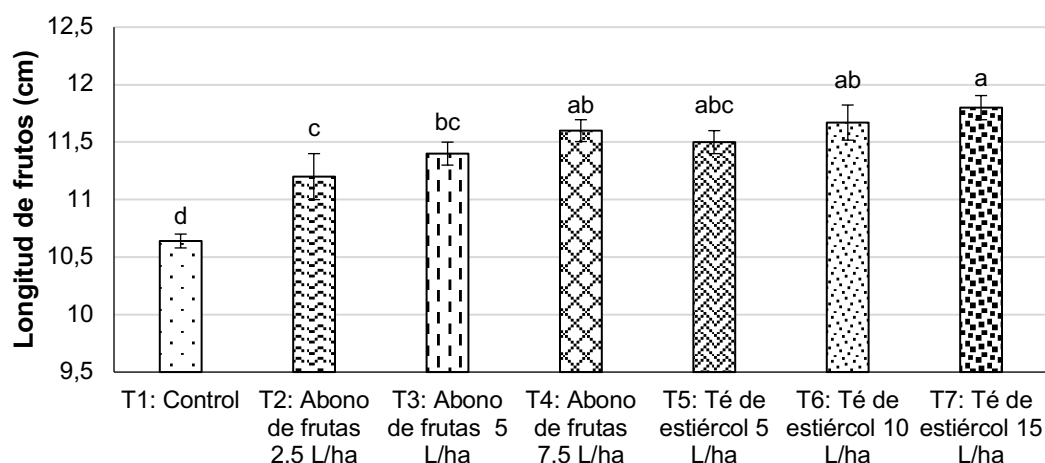
Nota: CV: Coeficiente de variación Las barras de error indican $\pm DE$; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (test de Tukey) (Autores, 2026).

3.7. Longitud de frutos (cm)

Se detectaron diferencias estadísticas significativas ($CV = 1.08 \%$) en la longitud de los frutos. El tratamiento T7 obtuvo la mayor longitud con 11.8 cm, siendo significativamente superior al resto de tratamientos. El control mostró la menor longitud con 10.64 cm. La aplicación de bioinsumos favoreció la elongación de los frutos, lo cual puede estar relacionado con una mejor translocación de fotoasimilados hacia los órganos reproductivos (Figura 7).

Figura 7

Longitud de frutos de Capsicum annuum L



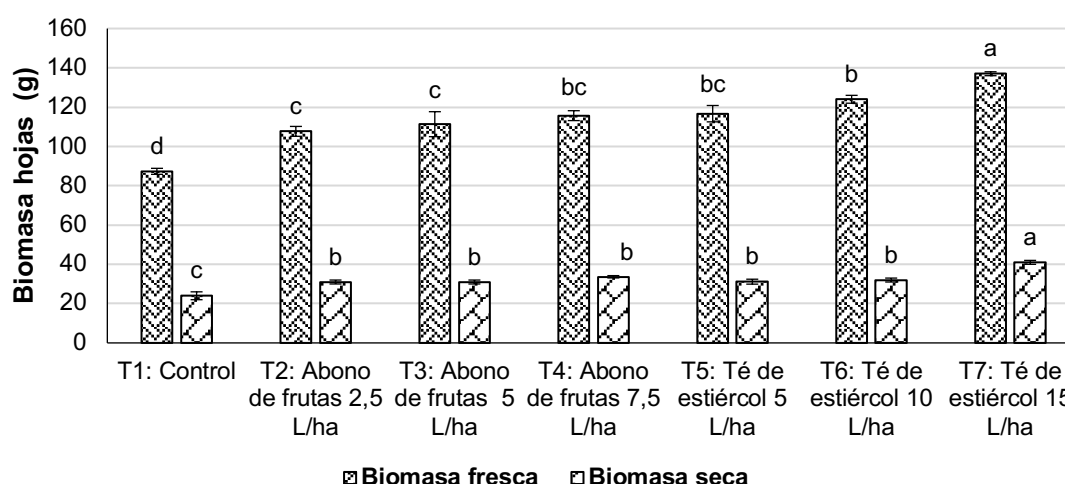
Nota: CV: Coeficiente de variación Las barras de error indican $\pm DE$; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (test de Tukey).

3.8. Biomasa fresca y seca de las hojas (g)

La biomasa foliar, tanto fresca como seca, presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.05$), con coeficientes de variación de 2.92 % y 3.72 %, respectivamente. El tratamiento T7 (té de estiércol 15 L/ha) registró los valores más altos de biomasa fresca y seca, con promedios de 137.00 g y 41.00 g, respectivamente. Por el contrario, el tratamiento T1 (control) mostró los valores más bajos, con 87.33 g de biomasa fresca y 24.00 g de biomasa seca. Los tratamientos con abono de frutas y té de estiércol en dosis intermedias también presentaron incrementos significativos en comparación con el testigo, evidenciando que el uso de biofertilizantes promueve una mayor acumulación de materia en el follaje, lo cual puede estar asociado a una mayor actividad fotosintética y vigor vegetal (Figura 8).

Figura 8

Biomasa fresca y seca en hojas de Capsicum annuum L

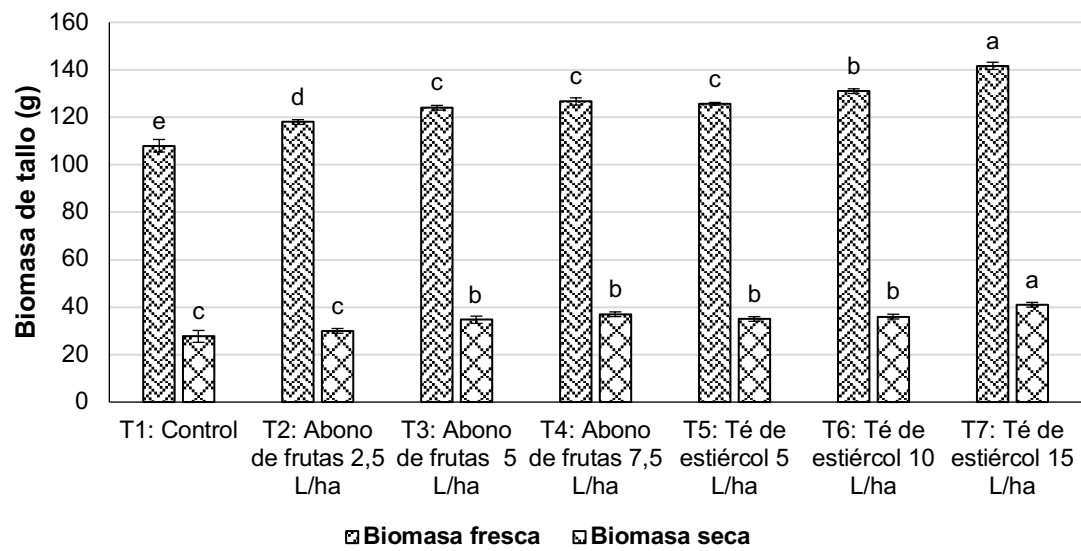


Nota: CV: Coeficiente de variación Las barras de error indican \pm DE; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios a $p < 0.05$ (test de Tukey) (Autores, 2026).

3.9. Biomasa fresca y seca del tallo (g)

Se observaron diferencias estadísticamente significativas ($p < 0.05$) en la biomasa fresca y seca del tallo de *C. annuum* L., con un coeficiente de variación de 1.17 % para biomasa fresca y 4.05 % para biomasa seca. El mayor valor de biomasa fresca se registró en el tratamiento T7 con 141.67 g, mientras que el valor más bajo correspondió al tratamiento T1 con 108.00 g. De forma similar, la biomasa seca del tallo fue superior en T7 (41.00 g), seguido de T6 (36.00 g), y significativamente menor en el testigo (27.67 g). Estos resultados reflejan una mayor acumulación de tejidos estructurales en las plantas tratadas con bioinsumos, especialmente en las dosis más altas del té de estiércol, lo que puede favorecer la estabilidad y capacidad de sostén de la planta (Figura 9).

Figura 9
Biomasa fresca y seca en tallos de Capsicum annuum L

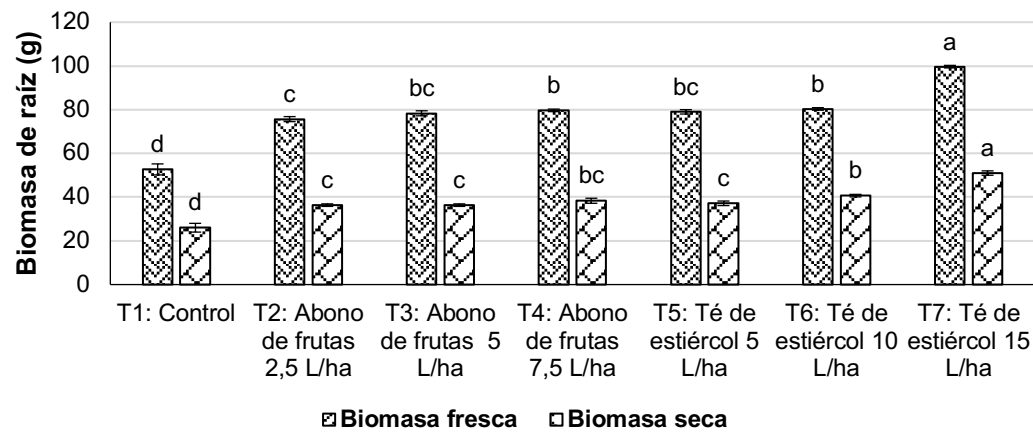


Nota: CV: Coeficiente de variación Las barras de error indican \pm DE; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios a $p<0.05$ (test de Tukey) (Autores, 2026).

3.10. Biomasa fresca y seca de las raíces (g)

Los análisis estadísticos evidenciaron diferencias significativas ($p<0,05$) en la biomasa radicular fresca y seca entre los tratamientos, con coeficientes de variación de 1.61 % y 2.89 %, respectivamente. El tratamiento T7 presentó los valores más altos, con una biomasa fresca de 99.67 g y una biomasa seca de 51,00 g, mientras que el tratamiento testigo (T1) fue significativamente inferior, con valores de 52.67 g para biomasa fresca y 26.00 g para biomasa seca. Los tratamientos T6, T4 y T5 mostraron incrementos intermedios, aunque siempre superiores al testigo. Este incremento en la biomasa radicular sugiere que la aplicación de biofertilizantes mejora el desarrollo del sistema radical, favoreciendo una mayor absorción de agua y nutrientes, y, por ende, un mejor desempeño fisiológico general de la planta (Figura 10).

Figura 10
Biomasa fresca y seca en raíces de Capsicum annuum L

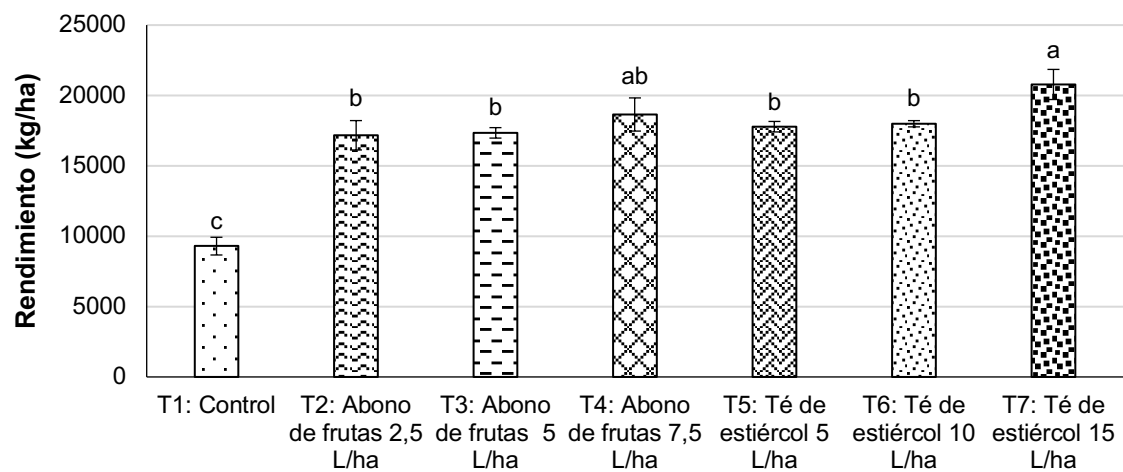


Nota: CV: Coeficiente de variación Las barras de error indican \pm DE; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios a $p<0.05$ (test de Tukey) (Autores, 2026).

3.11. Rendimiento (kg ha⁻¹)

El rendimiento por hectárea mostró diferencias altamente significativas entre tratamientos (CV = 4.63 %). El tratamiento T7 alcanzó el mayor rendimiento con 20.780,67 kg ha⁻¹, siendo significativamente superior al resto, seguido por T4 (18.647,33 kg ha⁻¹) y T6 (17.990 kg ha⁻¹). El tratamiento control presentó el menor rendimiento con 9295 kg ha⁻¹. Estos resultados reflejan la eficacia de los biofertilizantes, particularmente del té de estiércol en dosis altas, en mejorar sustancialmente la productividad del cultivo (Figura 11).

Figura 11
Efectos de los tratamientos sobre el rendimiento de Capsicum annuum L



Nota: CV: Coeficiente de variación Las barras de error indican ±DE; diferentes letras indican diferencias significativas entre los promedios a p<0.05 (test de Tukey) (Autores, 2026).

3.12. Análisis económico

El tratamiento T7 (té de estiércol 15 L/ha) mostró el mejor desempeño económico al registrar el mayor rendimiento (20.780,67 kg/ha), ingreso bruto (11.429,37 USD/ha) y beneficio neto (7.624,27 USD/ha), con relación B/C de 3,00 y rentabilidad de 200,37%, equivalente a triplicar la inversión. En segundo lugar se ubicó T4 (abono de frutas 7,5 L/ha) con ingreso bruto de 10.256,03 USD/ha, beneficio neto de 6.471,93 USD/ha, B/C de 2,71 y 171,03% de rentabilidad. T6 y T5 (té de estiércol 10 y 5 L/ha) mantuvieron alta rentabilidad, con beneficios netos de 6.105,40 y 6.006,27 USD/ha. T2 y T3 fueron viables (5.678,13–5.763,18 USD/ha; B/C 2,51–2,53), aunque con menores ingresos brutos relativos. El control (T1) presentó el menor retorno (B/C 1,38; 38,28%) (Tabla 4).

Tabla 1
Análisis económico de los tratamientos

Descripción	REND (kg/ha)	IB(\$)	CF (\$)	CV (\$)	CT (\$)	BN (\$)	R B/C	RENT (%)
T1: Control	9295.00	5112.25	3697.10	0.00	3697.1	1415.15	1.38	38.28
T2: Abono de frutas 2.5 L/ha	17171.33	9444.23	3697.10	69.00	3766.1	5678.13	2.51	150.77

T3: Abono de frutas 5 L/ha	17342.33	9538.28	3697.1	0	78.00	3775.1	5763.1	0	8	2.53	152.66
T4: Abono de frutas 7.5 L/ha	18647.33	10256.0	3697.1	0	87.00	3784.1	6471.9	0	3	2.71	171.03
T5: Té de estiércol 5 L/ha	17780.67	9779.37	3697.1	0	76.00	3773.1	6006.2	0	7	2.59	159.19
T6: Té de estiércol 10 L/ha	17990.00	9894.50	3697.1	0	92.00	3789.1	6105.4	0	0	2.61	161.13
T7: Té de estiércol 15 L/ha	20780.67	11429.3	3697.1	0	108,0	3805.1	7624.2	0	7	3.00	200.37

Nota: Precio venta \$ 0.54 kg, REND= Rendimiento; IB= Ingreso Bruto; CF= Costo fijo; CV= Costo Variable; CT= Costo Total; BN= Beneficio Neto; R B/C: Relación Beneficio/Costo; RENT= Rentabilidad (Autores, 2026).

4. Discusión

Bajo condiciones de invernadero, la respuesta del pimiento a los abonos orgánicos líquidos evidenció un patrón consistente: a mayor intensidad del tratamiento, mayor desempeño fenológico, vegetativo, reproductivo y económico. En este marco, el té de estiércol a 15 L/ha (T7) se distinguió sistemáticamente del control y del resto de tratamientos, lo que permite discutir sus efectos desde una perspectiva fisiológica, agronómica y de viabilidad productiva.

En el componente fenológico, T7 registró los menores valores de días a la floración en comparación con el tratamiento control, evidenciando un adelanto claro de la fase reproductiva. Este comportamiento puede atribuirse a la presencia, en el té de estiércol, de microorganismos promotores del crecimiento y de compuestos bioactivos capaces de estimular la síntesis de auxinas y giberelinas (González-Hernández et al., 2021), hormonas estrechamente relacionadas con la inducción floral (Abd-Alrahman y Aboud, 2021). De manera coherente, Salim y Ahmed (2025) reportaron en *Capsicum annuum* que las plantas tratadas con té orgánicos florecieron antes que el control y presentaron un crecimiento vegetativo más vigoroso. En términos generales, distintos trabajos sobre biofertilizantes líquidos señalan que estos insumos mejoran la actividad metabólica, incrementan la disponibilidad de nutrientes y potencian respuestas hormonales, lo que puede traducirse en reducciones del ciclo fenológico de entre 10% y 40% (Kumar et al., 2024; Zaccardelli et al., 2018). En conjunto, la evidencia respalda que el té de estiércol favorece la transición vegetativa–reproductiva mediante una combinación de modulación hormonal y mayor disponibilidad de nutrientes de rápida asimilación.

En cuanto al crecimiento, los tratamientos con bioinsumos superaron de manera consistente al control en altura de planta, destacándose nuevamente T7 como el de mejor desempeño en las evaluaciones realizadas. Este patrón sugiere un mayor vigor vegetativo y una mejor capacidad de aprovechamiento de la radiación y de los nutrientes presentes en el sustrato. Salim y Ahmed (2025) observaron efectos similares al aplicar compost tea y vermicompost tea, registrando aumentos en longitud de planta, peso fresco y biomasa seca, asociados a un balance nutricional más

favorable y a una rizosfera activa. De forma complementaria, Nejati et al. (2024) señalaron que el té de estiércol incrementa el contenido foliar de nitrógeno y otros elementos esenciales, lo que ayuda a explicar por qué dosis más elevadas, como las utilizadas en T7, favorecen un crecimiento más pronunciado del cultivo.

El diámetro del tallo también fue superior en los tratamientos con abonos orgánicos líquidos respecto al control, con T7 como el más destacado. Este incremento refleja una mayor acumulación de biomasa estructural y una mejor conformación de tejidos de sostén, fundamentales para la estabilidad de la planta y el transporte de agua y fotoasimilados. Gou et al. (2020) reportaron resultados semejantes en pimiento manejado con compost tea, donde se observó un aumento general en biomasa seca y robustez del tallo. Asimismo, Pilla-Bardales et al. (2022) resaltan que el té de estiércol, al aportar microorganismos aeróbicos, nutrientes y fitohormonas, contribuye al fortalecimiento del sistema vascular y a una mayor eficiencia en el transporte hídrico-nutricional. Estos mecanismos son coherentes con el mejor desempeño observado en las variables estructurales.

En la fase reproductiva, T7 generó el mayor número de frutos por planta en comparación con el control, lo que evidencia un mejor equilibrio entre el crecimiento vegetativo y reproductivo, así como una mayor eficiencia en el cuajado y la retención de frutos. Moneruzzaman et al. (2017) señalan que una nutrición equilibrada y el uso de bioinsumos favorecen la emisión floral y el cuajado, incrementando el número total de frutos cosechados. Resultados similares fueron descritos por Borres et al. (2023), quienes reportaron aumentos del 16% al 22% en el rendimiento de pimiento con aplicaciones de té de estiércol, principalmente por un mayor número de frutos. Por su parte, Ibrahim et al. (2024) demostraron que la combinación de compost tea con levadura seca potencia el cuajado y desarrollo de frutos, lo que refuerza la interpretación de que consorcios microbianos y compuestos bioactivos actúan de forma sinérgica sobre la expresión del potencial productivo.

En concordancia con lo anterior, el peso total de frutos por planta fue favorecido por los tratamientos con biofertilizantes líquidos, posicionándose T7 como el más eficiente desde el punto de vista productivo frente al control. Este comportamiento coincide con lo señalado por Zaccardelli et al. (2018), quienes observaron incrementos significativos en rendimiento bajo aplicaciones de té de estiércol en cultivos hortícolas, especialmente en condiciones semicontroladas. Estos autores destacan que el efecto se manifiesta principalmente mediante el aumento del número de frutos, aunque en escenarios de manejo adecuado también puede reflejarse en mejoras en el tamaño promedio y calidad. En este estudio, el incremento productivo asociado a T7 resulta consistente con una mayor carga frutal respaldada por un mejor estado fisiológico del cultivo.

Las características físicas del fruto, particularmente el diámetro y la longitud, también mejoraron de manera importante en T7 respecto al control, lo que se traduce en frutos de mayor tamaño y mejor uniformidad comercial. Abd-Alrahman y Aboud (2021)

reportaron que la aplicación de biofertilizantes líquidos en pimiento mejora el calibre y la calidad del fruto debido a una nutrición más eficiente y a una regulación fisiológica favorable. De igual modo, Zaccardelli et al. (2018) destacan que los téos orgánicos incrementan la translocación de fotoasimilados hacia los órganos reproductivos, generando frutos de mayor calibre y mejor presentación. Por tanto, el té de estiércol no solo incrementó la respuesta productiva, sino que también se asoció con atributos de calidad relevantes para el mercado.

En cuanto a la biomasa, los tratamientos con biofertilizantes líquidos, y en especial T7, presentaron incrementos notorios tanto en biomasa aérea como radicular frente al control, lo que indica un mejor estado fisiológico general. Este comportamiento es consistente con lo reportado por Salim y Ahmed (2025), quienes observaron aumentos significativos en el desarrollo foliar y radicular bajo el uso de compost tea. Nejati et al. (2024) señalan que los biofertilizantes líquidos activan rutas metabólicas relacionadas con la absorción y movilización de nutrientes, lo que se traduce en una mayor capacidad de exploración del sustrato y aprovechamiento de recursos. De manera similar, Gou et al. (2020) registraron incrementos del 38% en biomasa aérea y del 44% en biomasa radicular en plantas tratadas con té de estiércol y consorcios microbianos, tendencia congruente con la observada aquí y que respalda el fortalecimiento simultáneo de la parte aérea y del sistema radicular.

Finalmente, el análisis económico confirmó que T7 fue el tratamiento más rentable frente al control y al resto de tratamientos. Este hallazgo es coherente con Chanduvi-García et al. (2023), quienes destacan que los bioinsumos mejoran la eficiencia en el uso de fertilizantes y reducen la dependencia de productos de síntesis química, incrementando la rentabilidad neta. Abobatta y El-Azazy (2020) indican que, en sistemas hortícolas, el empleo de biofertilizantes puede aumentar la relación costo-beneficio en más del 80% frente a esquemas convencionales. Asimismo, Hapsoh et al. (2024) señalan que los biofertilizantes líquidos elaborados a partir de residuos locales, como estiércol y subproductos agrícolas, representan una alternativa de bajo costo capaz de mejorar significativamente la productividad sin incrementar de manera proporcional los gastos. En este contexto, los resultados reafirman que el té de estiércol, particularmente a dosis altas, constituye una opción agronómicamente eficaz y económicamente viable, alineada con criterios de sostenibilidad para pequeños y medianos productores.

5. Conclusiones

La aplicación de abonos orgánicos líquidos mejoró significativamente el desempeño del pimiento frente al control, con efectos consistentes en crecimiento, producción y rentabilidad. Entre los tratamientos, T7 (té de estiércol 15 L/ha) mostró el mayor vigor vegetativo, reflejado en mayores valores de altura de planta, diámetro de tallo y biomasa aérea y radicular, lo que sugiere un desarrollo estructural más eficiente. En la fase productiva, T7 registró el rendimiento más alto, mientras que T4 (abono de

frutas 7.5 L/ha) se consolidó como alternativa competitiva al superar al control y a la mayoría de los tratamientos, favoreciendo además una formación de frutos más uniforme. Económicamente, T7 alcanzó el mejor beneficio neto, relación B/C y rentabilidad, sin incrementar de forma desproporcionada los costos.

CONFLICTO DE INTERESES

“Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses”.

Referencias Bibliográficas

- Abd-Alrahman, H. A., & Aboud, F. S. (2021). Response of sweet pepper plants to foliar application of compost tea and dry yeast under soilless conditions. *Bulletin of the National Research Centre*, 45, 119. <https://doi.org/10.1186/s42269-021-00578-y>
- Abobatta, W. F., & El-Azazy, A. M. (2020). Role of organic and biofertilizers in citrus orchards. *Aswan University Journal of Environmental Studies*, 1(1), 13–27. <https://doi.org/10.21608/aujes.2020.124530>
- Alcívar-Llivicura, M. F., Vera-Rodríguez, J. H., Arévalo Serrano, O. J., Arévalo S., B. D., Pachar O, L. E., Castillo R, C. B., Carlosama M, L. K., Arizabal C., J. A., & Paltán M, N. D. (2021). Aplicación de lixiviados de vermicompost y respuesta agronómica de dos variedades de pimiento. *Revista Colombiana de Ciencia Animal - RECIA*, 13(1), e793. <https://doi.org/10.24188/recia.v13.n1.2021.793>
- Borres, E. C., Loraña, J. L., Lachica, J. C., & Ros, M. A. (2023). Effects of different tea manure on growth and yield of selected chilli pepper (*Capsicum annum*) varieties under DEBESMSCAT Masbate Condition, Philippines. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1228(1), 012005. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1228/1/012005>
- Chanduví-García, R., Sandoval-Panta, M. A., Peña-Castillo, R., Javier-Alva, J., Álvarez, L. Á., Quiroz-Calderón, M. V., Granda-Wong, C., Aguilar-Ancota, R., Galecio-Julca, M., & Morales-Pizarro, D. A. (2023). Biofertilizante y su correlación entre parámetros productivos y de calidad en limón sutil (*Citrus aurantifolia* Swingle). *Revista Terra Latinoamericana*, 41, e1685. <https://doi.org/10.28940/terra.v41i0.1685>
- Díaz-Chuquizuta, P., Hidalgo-Meléndez, E., Aguirre-Gil, O. J., & Valdés-Rodríguez, O. A. (2022). Abono líquido e insecticidas para el control de *Spodoptera frugiperda* y rendimiento de maíz. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(3). <https://doi.org/10.19136/era.a9n3.3311>
- Díaz-Chuquizuta, P., Hidalgo-Melendez, E., Cabrejo-Sánchez, C., & Valdés-Rodríguez, O. A. (2022). Respuesta del maíz (*Zea mays* L.) a la aplicación foliar de abonos orgánicos líquidos. *Chilean Journal of Agricultural & Animal Sciences*, 38(2), 144–153. <https://doi.org/10.29393/chjaa38-14rmpo4001>

- Díaz, A. A., Rochetti, M. I., Rodoni, L. M., Lemoine, M. L., & Massolo, J. F. (2023). Tratamientos con prolina en postcosecha de pimiento verde (*Capsicum annum*) almacenado bajo estrés oxidativo. *Investigación Joven*, 10(2), 123. <https://revistas.unlp.edu.ar/InvJov/article/view/16208>
- Espinales Suárez, H. O., Lucia, A., Coronel, E., Alexander, R., & Montes, A. (2020). Cultivos de pimiento con la aplicación de abonos orgánicos foliares y edáficos. *Revista Multidisciplinaria de Desarrollo Agropecuario, Tecnológico, Empresarial y Humanista*, 2(1). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9180963>
- Franco Ruiz, A., Veliz Prado, K., Solís Bowen, L., & Celi Soto, A. (2021). Identificación de la entomofauna presente en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en el sector Lodana del cantón Santa Ana, Ecuador. *Manglar*, 18(4), 397–402. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8181197>
- González-Hernández, A. I., Suárez-Fernández, M. B., Pérez-Sánchez, R., Gómez-Sánchez, M. Á., & Morales-Corts, M. R. (2021). Compost tea induces growth and resistance against *Rhizoctonia solani* and *Phytophthora capsici* in pepper. *Agronomy*, 11(4), 781. <https://doi.org/10.3390/agronomy11040781>
- Gou, J.-Y., Suo, S.-Z., Shao, K.-Z., Zhao, Q., Yao, D., Li, H.-P., Zhang, J.-L., & Rensing, C. (2020). Biofertilizers with beneficial rhizobacteria improved plant growth and yield in chili (*Capsicum annum* L.). *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 36(6), 86. <https://doi.org/10.1007/s11274-020-02863-w>
- Hapsoh, Dini, I. R., Wawan, Wahyunianto, H., & Rifa'i, A. (2024). Sustainable cultivation of red chili plants (*Capsicum annum* L.) through a composition of NPK and biological organics fertilizers. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1302(1), 012076. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1302/1/012076>
- Herrera-Feijoo, R. J. (2024). Principales amenazas e iniciativas de conservación de la biodiversidad en Ecuador. *Journal of Economic and Social Science Research*, 4(1), 33–56. <https://doi.org/10.55813/gaea/jessr/v4/n1/85>
- Herrera-Sánchez, D. J., & Gavilánez-Buñay, T. C. (2023). Estrategias de agricultura regenerativa para mejorar la salud del suelo. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 1(2), 15-28. <https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v1/n2/12>
- Ibrahim, N. F., Amali, M., Lob, S., Soh, N. C., & Nawi, I. H. M. (2024). Assessing the role of compost tea and potassium-based inorganic salts in managing anthracnose in chili plants. *International Journal of Agriculture and Biology*, 33(03), 330304–330304. <https://doi.org/10.17957/IJAB/15.2280>
- Javier-López, L., Palacios-Torres, R. E., Ramírez-Seañez, A. R., Hernández-Hernández, H., Antonio-Luis, M. del C., Yam-Tzec, J. A., & Chaires-Grijalva, M. P. (2022). Producción de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) en lombricomposta con fertilización orgánica. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 9(3). <https://doi.org/10.19136/era.a9n3.3348>
- Kumar, J., Silas, V. J., Yadav, A., Kumar, S., Quatadah, S. M., & Srivastava, A. (2024). Impact of organic and inorganic fertilizers on capsicum (*Capsicum annum* var. *Grossum*) growth, yield, and quality. *International Journal of Advanced*

- Biochemistry Research*, 8(5S), 210–215.
<https://doi.org/10.33545/26174693.2024.v8.i5Sc.1163>
- Moneruzzaman, M., Rohani, F., Dalorima, T., & Mat, N. (2017). Effects of different organic fertilizers on growth, yield and quality of *Capsicum annuum* L. var. Kulai (Red Chilli Kulai). *Biosciences, Biotechnology Research Asia*, 14(1), 185–192.
<https://doi.org/10.13005/bbra/2434>
- Moura Rosário, V. N., Ferreira Chaves, R. P., Pires, I. V., Santos Filho A. F., Uria Toro, M. J. (2021). Capsicum annuum e Capsicum chinense: características físicas, físico-químicas, bioativas e atividade antioxidante. *Brazilian Journal of Development*, 7(5), 50414–50432.
<https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/30060>
- Munzón, M., Holguin, B., & Chávez, G. (2022). Respuesta agronómica del cultivo de pimiento (*Capsicum annuum* L.) a dos condiciones de riego. *Agroindustrial Science*, 12(1), 73–80. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2022.01.09>
- Nejati, H., Barzegar, R., Soodaee Mashae, S., Ghasemi Ghahsare, M., Mousavi-Fard, S., & Mozafarian, M. (2024). Effects of biofertilizer on the production of bell pepper (*Capsicum annuum* L.) in greenhouse. *Journal of Agriculture and Food Research*, 16, 101060. <https://doi.org/10.1016/j.jafr.2024.101060>
- Olvera Alarcón, J. P. (2020). *Interacción de poda y densidad de siembra sobre el calibre del pimiento (Capsicum annuum L.) en el cantón Milagro* [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador]. https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/OLVERA%20ALARCON%20JENNIFFER%20PAULINA_compressed.pdf
- Pilla-Bardales, L. C., Moreira-Moreira, G. E., Barahona-Casanova, L. D., Llerena-Ramos, L. T., & Garcia-Gallirgos, V. J. (2025). Respuesta agronómica de Cucumis sativus a la aplicación de abonos orgánicos bajo invernadero. *Revista Científica Ciencia Y Método*, 3(4), 106–120.
<https://doi.org/10.55813/gaea/rcym/v3/n4/98>
- Preciado-Rangel, P., Murillo-Amador, B., Hernández-Montiel, L. G., Espinoza-Palomeque, B., Parra-Terraza, S., & Rivas-García, T. (2024). Interacción conductividad eléctrica y ácidos húmicos en el rendimiento y calidad nutracéutica de frutos de *Capsicum annuum* L. cv Arista. *Bioagro*, 36(1).
<https://doi.org/10.51372/bioagro361>
- Quiñonez Bustos, J., Tandazo-Garcés, J., & Minda, J. A. (2020). Producción de pimiento (*Capsicum annuum* L.) mediante la aplicación de abonos orgánicos. *Journal of Science and Research*, 5(3), 42–48.
<https://doi.org/10.5281/zenodo.3926919>
- Rodríguez, P., & Oduardo, N. (2021). Producción ecológica de pimiento (*Capsicum annuum* L.) en las condiciones edafoclimáticas del III Frente. *Ciencia en su PC*, 1(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181369731007>
- Rojas-Pérez, F., Palma López, D. J., Salgado-García, S., Obrador-Olán, J. J., & Arreola-Enríquez, J. (2020). Elaboración y caracterización nutricional de abonos orgánicos líquidos en condiciones tropicales. *Agro Productividad*, 13(4).
<https://doi.org/10.32854/agrop.vi.1590>

- Salim, H. Z., & Ahmed, E. A. (2025). Influence of microben and/or compost tea and vermicompost tea on pepper (*Capsicum annuum* L.). *Alexandria Science Exchange Journal*, 46(1), 153–163. <https://doi.org/10.21608/asejaiqjsae.2025.418154>
- Siézar Martínez, M. de la C., & González Martínez, Á. J. (2022). Efecto de sustratos y bioactivadores de crecimiento en plántulas de *Capsicum annuum* L. en invernadero. *Revista Científica de FAREM-Esteli: Medio Ambiente, Tecnología y Desarrollo Humano*, (44), 95–119. <https://doi.org/10.5377/farem.v11i44.15690>
- Vélez-Ruiz, M. C., Meza-Vera, R. J., Abasolo-Pacheco, F., & Álvarez-Romero, P. I. (2022). Uso de extractos botánicos para el control de pulgón (*Myzus persicae*: Aphididae) y mosca blanca (*Bemisia tabaci*: Aleyrodidae) en el cultivo de pimiento (*Capsicum annuum*: Solanaceae), en Ecuador. *Revista Terra Latinoamericana*, 40. <https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1454>
- Zaccardelli, M., Pane, C., Villecco, D., Palese, A. M., & Celano, G. (2018). Compost tea spraying increases yield performance of pepper (*Capsicum annuum* L.) grown in greenhouse under organic farming system. *Italian Journal of Agronomy*, 13(3), 991. <https://doi.org/10.4081/ija.2018.991>