



PRODUCCIÓN DE HÍBRIDOS DE TOMATE CON FERTILIZACIÓN FOLIAR ORGÁNICA

PRODUCTION OF TOMATO HYBRIDS WITH ORGANIC FOLIAR FERTILIZATION

Doralice Concepción Noguera Zorrilla^{1*} , Wilfrido Daniel Lugo Pereira¹  y Derlys Fernando López Ávalos¹ 

¹ Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay.

*Autor por correspondencia: litenz.27@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del experimento fue evaluar la producción de híbridos de tomate con fertilización foliar. El experimento se realizó en Cristo Rey Distrito de Belén, Departamento de Concepción, circunscrita en las coordenadas 23° 21' 55" de Latitud sur y 57° 11' 35" de longitud oeste, 200 msnm. El experimento realizado tuvo un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con esquema bifactorial y tres repeticiones, factor A: Híbridos (Híbrido 1 y híbrido 2) y factor B: dosis de humus de lombriz líquido (0, 1,25, 2,5 y 3,75 L ha⁻¹). Cada unidad experimental tuvo una dimensión de 3 x 1 metros totalizando 3 m² por cada parcela. Las determinaciones evaluadas fueron altura de la planta, peso promedio de frutos, número de frutos por plantas y rendimiento por planta. Los datos obtenidos en el estudio fueron evaluados estadísticamente, que para el efecto se recurrió al análisis de varianza (ANAVA), para verificar si existieron o no diferencia significativa entre los tratamientos y las medias que presentaron diferencia significativa fueron comparadas entre sí con el test de Tukey al 1 y 5% de probabilidad. Los resultados obtenidos evidenciaron un comportamiento significativo entre los híbridos sobre la altura de planta, peso promedio de fruto, número de frutos por planta y rendimiento por planta, destacándose el híbrido 1 como el más eficiente. Por otra parte, la aplicación de humus de lombriz líquido, influyó significativamente en la altura de planta y rendimiento de fruto por planta, mostrando un efecto positivo.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum* L., comportamiento, híbrido, fertilización orgánica

ABSTRACT

The objective of the experiment was to evaluate the production of tomato hybrids with foliar fertilization. The experiment was carried out in Cristo Rey, Belén District, Concepción Department, located at the coordinates 23° 21' 55" South latitude and 57° 11' 35" West longitude, 200 masl. The experiment had a randomized complete block design (DBCA), with a bifactorial scheme and three repetitions, factor A: Hybrids (Hybrid 1 and Hybrid 2) and factor B: dose of liquid worm humus (0, 1.25, 2.5 and 3.75 L ha⁻¹). Each experimental unit had a dimension of 3 x 1 meters totaling 3 m² for each plot. The determinations evaluated were plant height, average fruit weight, number of fruits per plant and yield per plant. The data obtained in the study were evaluated statistically, for which purpose the analysis of variance (ANAVA) was used to verify whether or not there were significant differences between the treatments and the means that presented significant differences were compared with each other with the Tukey test at 1 and 5% probability. The results obtained showed a significant behavior between the hybrids on plant height, average fruit weight, number of fruits per plant and yield per plant, with hybrid 1 standing out as the most efficient. On the other hand, the application of liquid worm humus significantly influenced plant height and fruit yield per plant, showing a positive effect.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L., behavior, hybrid, organic fertilization

INTRODUCCIÓN

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una de las principales hortalizas en el mundo por su demanda en el mercado y las grandes ganancias económicas que genera su comercialización. Esta especie es una planta arbustiva que, en su forma silvestre, puede tener un ciclo de vida superior a un año. Esta se distribuye desde América del Sur en países como Perú, Ecuador, Chile e Islas Galápagos y continúa por toda América Central hasta México. Sin embargo, a pesar de que la especie es ampliamente cultivada en el mundo, su diversidad genética se considera restringida (Délices et al. 2019).

En Paraguay se cultivan alrededor de 1300 ha de tomate, siendo la hortaliza de mayor importancia económica del país con un rendimiento de 33 t ha⁻¹ (Zarza, 2018).

La fertilización foliar complementa la fertilización edáfica y así las necesidades nutricionales de los cultivos en circunstancias específicas, donde existe demanda de la planta y el suplemento edáfico no es suficiente. La fertilización foliar, dependiendo de los nutrientes minerales y biomoléculas que se usen, favorecen la floración y fructificación del cacao, y contribuyen a la reducción del nivel de daño ocasionado por patógenos (Palma et al., 2022).

La nutrición foliar no sustituye a la fertilización tradicional de los cultivos, pero sí es una práctica que sirve de respaldo, garantía o apoyo para suplementar o complementar los requerimientos nutrimentales de un cultivo que no se pueden abastecer mediante la fertilización común al suelo (Muñoz, 2018).

El humus de lombriz es el abono orgánico más conocido en el mercado y su composición depende del sustrato con el cual se alimentan las lombrices, al utilizar residuos orgánicos de origen animal o vegetal. Este abono aporta los nutrientes necesarios para que las plantas cultivadas realicen todos sus procesos de crecimiento y desarrollo. El humus líquido se obtiene tratando al material orgánico sólido con agua, separando la solución enriquecida por diferentes vías como decantación, lixiviación etc. de la parte sólida (Méndez-Moreno et al., 2012).

El objetivo general del trabajo fue evaluar la producción de híbridos de tomate con fertilización foliar.

MATERIALES Y MÉTODOS

Este estudio es del tipo experimental mixto. El experimento se realizó en Cristo Rey Distrito de Belén, Departamento de Concepción desde el

20 de marzo hasta el 30 de julio del 2021.

El tipo climático de la zona se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 26°C con máximas que pueden llegar hasta 45°C en verano y mínimas de hasta 4°C en invierno, con leves incidencias de heladas. La precipitación media anual es de 1.400 mm, según datos proveídos por la Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil (DINAC, 2020).

El suelo de la región posee las siguientes características, taxonómicamente pertenece al Orden Alfisol de textura franco arcillosa con panorama en forma de lomada de origen arenisca, con un relieve plano de 0 a 3% de pendiente y una altura aproximada de 200 msnm, con drenaje bueno y de rocosidad nula (López et al., 1995). Para el experimento, se realizó un análisis de suelo del área experimental, el cual presentó las siguientes características químicas y físicas en la profundidad de 0–20 cm: pH (H₂O) 6,00; materia orgánica (Walkley Black): 1,00 %; Ca²⁺, Mg²⁺ y K⁺: 5,06, 1,27 y 0,19 cmol/IS, respectivamente; P(Mehlich) y S: 28,94 y 11,63 mg/LS, respectivamente; Al³⁺: 0,05; CIC: 9,71 cmol/LS; V: 67,21% y la textura franco arenosa.

El experimento realizado tuvo un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con esquema bifactorial y tres repeticiones, el factor A: Híbridos y factor B: Dosis de humus de lombriz líquido. Cada unidad experimental tuvo una dimensión de 3 x 1 metros totalizando 3m² por cada parcela. En la tabla 1 se puede observar los tratamientos en estudio.

Tabla 1. Tratamientos utilizados en el experimento.

Trat.	Factor A - Híbrido	Factor B – Dosis de humus de lombriz*
1	Híbrido 1	0 L ha ⁻¹ (Testigo)
2		1,25 L ha ⁻¹
3		2,5 L ha ⁻¹
4		3,75 L ha ⁻¹
5	Híbrido 2	0 L ha ⁻¹ (Testigo)
6		1,25 L ha ⁻¹
7		2,5 L ha ⁻¹
8		3,75 L ha ⁻¹

*Humus de lombriz líquido.

Antes de la instalación del experimento, se llevó a cabo la eliminación de malezas y rastrojos del ciclo anterior establecido en el lugar de producción y la extracción de muestras de suelo para posterior análisis en laboratorio, luego de forma manual se realizó la remoción y volteo de suelo para dar aireación y mejorar la

retención de agua del suelo.

La siembra de tomate (Híbrido 1: Runner; Híbrido 2: Cariri) se realizó en bandejas de isopor expandido con 128 celdas, utilizando un sustrato comercial para su propagación. Durante la producción de mudas, se efectuaron dos riegos diarios. Los tabloncillos se prepararon manualmente con 0,25 m de altura y 1,20 m de ancho, aplicando 30.000 kg ha⁻¹ de estiércol bien curado ocho días antes del trasplante, junto con 1.000 kg ha⁻¹ de cal agrícola de fuente dolomítica.

Posteriormente, se instaló un sistema de riego por goteo. El trasplante se realizó 30 días después de la siembra, cuando las mudas presentaban cuatro hojas verdaderas. La densidad de siembra fue de 1,20 m entre hileras y 0,50 m entre plantas.

El riego se efectuó diariamente durante 30 minutos. Semanalmente, se aplicó al riego una solución nutritiva potásica a base de nitrato de potasio (150 kg ha⁻¹) y 300 kg ha⁻¹ de fósforo con superfosfato triple como fuente. Según los tratamientos descritos en la Tabla 1, se utilizó humus de lombriz líquido comercial con una composición de N (10%), P (24%), K (20%) y materia orgánica (30%), aplicado de forma foliar a los 30 días después del trasplante mediante un pulverizador costal motorizado y con intervalos de ocho días hasta la primera cosecha.

El tutorado inició 15 días después del trasplante, acompañado de una poda formativa que consistió en eliminar ramas no fructíferas que afectaban el desarrollo de las plantas. Se realizó un monitoreo diario y se atendieron los cuidados culturales necesarios.

La primera cosecha de frutos se realizó a los 60 días después del trasplante para recolectar los datos primarios, la segunda cosecha ocurrió 30 días después de la primera y la tercera, 22 días después de la segunda.

Se realizaron las siguientes determinaciones:

Altura de la planta: Se midieron cinco plantas por tratamiento utilizando una cinta métrica, desde la base del cuello de la planta hasta el ápice, a los 30, 45 y 60 días después del trasplante (DDT).

Peso promedio de frutos: Los frutos recolectados de las cinco plantas seleccionadas al azar se pesaron en una balanza digital. Los resultados se expresaron en gramos por fruto.

Número de frutos por planta: Se contabilizó la cantidad total de frutos de las cinco plantas seleccionadas para cada tratamiento.

Rendimiento: Se pesaron todas las frutas cosechadas utilizando una balanza digital y los resultados se extrapolaron al rendimiento en g por planta.

Los datos obtenidos en el estudio fueron evaluados estadísticamente, que para el efecto se recurrió al análisis de varianza (ANAVA), para verificar si existieron o no diferencia significativa entre los tratamientos y las medias que presentaron diferencia significativa fueron comparadas entre sí con el test de Tukey al 1 y 5% de probabilidad.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Altura de la planta

El análisis estadístico indicó diferencias significativas en la altura de planta a los 30 y 60 DDT debido al efecto de los híbridos (Tabla 2).

Tabla 2. Altura de las plantas de tomate a los 30, 45 y 60 días después del trasplante afectado por híbridos y humus de lombriz líquido.

Factor	Descripción	AP - 30 DDT (cm)	AP - 45 DDT (cm)	AP - 60 DDT (cm)
		**	NS	**
Híbrido	Híbrido 1	34,83 a	64,58	97,75 a
	Híbrido 2	33,00 b	64,41	89,25 b
		NS	**	**
Dosis de humus de lombriz	0 L ha ⁻¹	32,83	60,83 c	88,66 c
	1,25 L ha ⁻¹	34,33	63,33 bc	92,00 bc
	2,5 L ha ⁻¹	34,66	66,33 ab	94,16 ab
	3,75 L ha ⁻¹	33,83	67,50 a	99,16 a
Fc A:		11,72**	0,03 ^{NS}	44,98**
Fc B:		2,23 ^{NS}	9,36**	12,07**
Fc AxB:		0,29 ^{NS}	0,97 ^{NS}	2,17 ^{NS}
CV (%):		3,86	3,73	3,32

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí en el nivel de significancia del 5%. AP: Altura de planta. **Diferencia significativa al 1%. NS: Diferencia no significativa. Fc: Factor. CV: Coeficiente de variación.

En cuanto a la aplicación de humus de lombriz líquido, se observaron diferencias significativas a los 45 y 60 DDT. Sin embargo, la interacción entre ambos factores no mostró efectos significativos.

Comparando los resultados obtenidos para la altura de planta a los 30 y 60 DDT entre los híbridos, se registró una mayor altura en el híbrido 1, con medias de 34,83 cm y 97,75 cm, respectivamente. En relación con la aplicación de humus de lombriz líquido, la dosis de 3,75 L ha⁻¹ favoreció el mayor crecimiento en altura a los 45 y 60 DDT, logrando promedios de 67,50 cm y 99,16 cm. El incremento gradual en la altura de las plantas desde el primer muestreo fue consistente en todos los tratamientos, lo cual coincide con los resultados del experimento de Huillca (2024) y Xavier (2021), en tomate, donde se aplicó fertilización foliar orgánica y cuyas alturas de plantas evaluadas alcanzaron dimensiones similares.

Peso promedio de fruto

Los resultados de peso promedio de fruto de tomate muestran diferencia significativa entre los híbridos, destacándose el Híbrido 1, que alcanzó un peso promedio 220,16 g por fruto. No obstante, las dosis de humus de lombriz líquido aplicadas en el cultivo de tomate, no produjo diferencia significativa en el peso promedio del fruto.

Tabla 3. Peso promedio de los frutos de tomate afectado por híbridos y humus de lombriz líquido.

Factor	Descripción	Peso promedio de fruto (g fruto ⁻¹)
Híbrido**	Híbrido 1	220,16 a
	Híbrido 2	135,00 b
Dosis de humus de lombriz ^{NS}	0 L ha ⁻¹	176,00
	1,25 L ha ⁻¹	175,50
	2,5 L ha ⁻¹	177,83
	3,75 L ha ⁻¹	181,00
Fc A:		2560,91**
Fc B:		2,19 ^{NS}
Fc Ax B:		2,51 ^{NS}
CV (%):		2,3

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí en el nivel de significancia del 5%. **Diferencia significativa al 1%. NS: Diferencia no significativa. Fc: Factor. CV: Coeficiente de variación.

Estos resultados son similares a los reportados por José (2021), en su estudio con tomate observando que el tratamiento aplicado,

correspondiente a Humus 150g por planta, tuvo valores de 195.47 gramos.

Número de frutos por planta

El número de frutos por planta de tomate presentó efectos significativos entre los híbridos, donde siendo mayor cantidad de frutos por planta al utilizar el híbrido 1, con una media de 30,89 frutos por planta. Con respecto a la aplicación de humus de lombriz líquido foliar, no se verificó resultado significativo en el número de frutos por planta. Los resultados obtenidos fueron superiores a los citados por Xavier (2021) quien, en una investigación con fertilización de tomate obtuvo 17,04 frutos por planta con el tratamiento correspondiente a humus de lombriz. sin embargo, fueron menores a los resultados hallados por Rivadeneyra et al. (2024).

Tabla 4. Comparación de medias del número de frutos por plantas de tomate afectado por híbridos y humus de lombriz líquido.

Factor	Descripción	Número de frutos por planta
Híbrido**	Híbrido 1	30,89 a
	Híbrido 2	28,09 b
Dosis de humus de lombriz ^{NS}	0 L ha ⁻¹	29,14
	1,25 L ha ⁻¹	29,97
	2,5 L ha ⁻¹	29,77
	3,75 L ha ⁻¹	29,08
Fc A:		41,37**
Fc B:		1,05 ^{NS}
Fc Ax B:		1,46 ^{NS}
CV (%):		3,61

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí en el nivel de significancia del 5%. **Diferencia significativa al 1%. NS: Diferencia no significativa. Fc: Factor. CV: Coeficiente de variación.

Rendimiento

El análisis estadístico detectó efecto significativo entre los híbridos en el rendimiento de tomate, se destacó mejor comportamiento híbrido 1, con un promedio de 6184 g por planta, superando en 2022 g al rendimiento del otro híbrido.

En cuanto a la aplicación de humus de lombriz, se verificó diferencia significativa, logrando el mayor rendimiento con la dosis más alta aplicada en este experimento con una media 5220 g por planta. Estos resultados son superiores por Triviño y Valencia (2023) quienes, utilizando fertilizante orgánico elaborado a base de té de composta para producir tomate en invernadero, obtuvieron

rendimientos de 4 kg por planta. De la misma manera, Vázquez et al. (2015) lograron un rendimiento promedio que oscilan entre 2,13 y 2,89 kg por planta.

Tabla 5. Rendimiento de tomate por plantas afectado por híbridos y humus de lombriz líquido.

Factor	Descripción	Rendimiento (g planta ⁻¹)
Híbrido**	Híbrido 1	6184 a
	Híbrido 2	4162 b
Dosis de humus de lombriz**	0 L ha ⁻¹	5085 b
	1,25 L ha ⁻¹	5171 a
	2,5 L ha ⁻¹	5216 a
	3,75 L ha ⁻¹	5220 a
Fc A:		12485,62**
Fc B:		12,03**
Fc Ax B:		0,07 ^{NS}
CV (%):		3,61

Medias seguidas por la misma letra no difieren entre sí en el nivel de significancia del 5%. **Diferencia significativa al 1%. NS: Diferencia no significativa. Fc: Factor. CV: Coeficiente de variación.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos evidenciaron un comportamiento significativo entre los híbridos sobre la altura de planta, peso promedio de fruto, número de frutos por planta y rendimiento por planta, destacándose el híbrido 1 como el más eficiente. Por otra parte, la aplicación de humus de lombriz, influyó significativamente en la altura de planta y rendimiento de fruto por planta, mostrando un efecto positivo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DINAC (Dirección Nacional de Aeronáutica Civil). (2020). *Registro de precipitaciones y temperaturas anual*. Departamento de Concepción.
- Huillca Salas, A. (2024). *Efecto del humus de lombriz y bioestimulante, en la producción orgánica de tomate (Lycopersicum esculentum Mill.) variedad río grande, en Vilcabamba-Grau-Apurímac* [Tesis de licenciatura, UNAMBA]. Repositorio Institucional UNAMBA. <https://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1366>
- López, O. E., González, E., de Llamas, P. A., Molinas, A. S., Franco, E., García, S., & Ríos, E. (1995). *Reconocimiento de suelos y capacidad de usos de las tierras: Región Oriental*.

MAG/Dirección de Ordenamiento Ambiental/Banco Mundial.

- Méndez-Moreno, O., León-Martínez, N. S., Gutiérrez-Miceli, F. A., Rincón Rosales, R., & Álvarez-Solís, J. D. (2012). Efecto de la aplicación de humus de lombriz en el crecimiento y rendimiento de grano del cultivo de maíz. *Gayana Botánica*, 69(Número especial), 49–54. https://www2.udel.cl/~gvalencia/pdf/GB2012_69_ne_Mendez-Moreno_et al.pdf
- Muñoz, V. G. I. (2018). *Evaluación de la eficacia del biofertilizante orgánico "Biol mineralizado" en el rendimiento del cultivo de col morada (Brassica oleracea) en la zona de Babahoyo* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Babahoyo]. <https://agris.fao.org/search/en/provider/s/124888/records/6748962e7625988a371e1fff>
- Murillo Cantos, C. I. (2024). *Manejo integrado del mildiu (Phytophthora infestans L.) en el cultivo de tomate (Solanum lycopersicum L.)* [Tesis de licenciatura, Universidad Técnica de Babahoyo]. <https://agris.fao.org/search/en/provider/s/124888/records/6748961e7625988a371e1e47>
- Palma, E. H. B., García, G. C., Olaya, J. R. C., & García, G. A. C. (2022). Fertilización foliar complementaria mejora el rendimiento, sanidad y rentabilidad del cacao en agroecosistemas de secano. *Revista Ciencia y Agricultura*, 19(3), 17–31. <http://dx.doi.org/10.19053/01228420.v19.n3.2022.14569>
- Rivadeneyra-Manzanilla, J. E., Palacios-Torres, R. E., Ramírez-Seañez, A. R., Hernández-Hernández, H., & Amador-Mendoza, A. (2024). Producción de tomate de cáscara (*Physalis ixocarpa* Brot.) con lombricomposta y fertilización química. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 11(IV). <https://doi.org/10.19136/era.a11nIV.4143>
- Triviño Mideros, M. K., & Valencia Angulo, J. C. (2023). *Eficiencia de abonos orgánicos (humus y bocashi) en cultivo de Solanum lycopersicum (tomate) y Capsicum annuum (pimentón), como alternativa de seguridad alimentaria en huertas urbanas* [Tesis doctoral,

- Uniautónoma del Cauca, Facultad de Ciencias Naturales y Desarrollo Sostenible].
<http://repositorio.uniautonomia.edu.co/handle/123456789/771>
- Vázquez, P. V., López, M. Z. G., Cortez, M. C. N., & Hernández, D. G. (2015). Efecto de la composta y té de composta en el crecimiento y producción de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) en invernadero. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 36, 1351–1356.
<https://www.redalyc.org/pdf/141/14132408020.pdf>
- Xavier, M. B. J. (2021). *Eficacia agroproductiva del humus líquido y sólido de lombriz en el cultivo de tomate (Solanum lycopersicum) en General Villamil, Playas* [Tesis doctoral, Universidad Agraria del Ecuador].
- Zarza, H., Huespe, C., Mayeregger, M., Trabuco, M., Guillén, O., Rodas, M., & López, F. (2018). *Manual básico de cultivos sin suelo para producción de tomate en invernadero* [Manual técnico]. Repositorio Digital IPTA.
<http://www.ipta.gov.py:8080/xmlui/handle/123456789/11>