

# CULTIVO AGROECOLÓGICO DEL TOMATE CHERRY CON USO DE BIOFERTILIZANTES EN AMBIENTE PROTEGIDO

Wellington Farias Araújo<sup>1</sup>, Rafael Jorge do Prado<sup>2</sup>, Mauricio Augusti<sup>1</sup>, João L. Lopes Monteiro Neto<sup>1</sup>, Raimundo De Almeida Pereira<sup>1</sup> y Ricardo M. Bardales-Lozano<sup>3,1</sup>

## RESUMEN

El tomate cherry está aumentando su demanda en el mercado de Brasil, especialmente por presentar características deseables para el consumo. Los estudios que buscan optimizar el cultivo del tomate cherry de forma agroecológica aún son escasos y poco concluyentes. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de biofertilizantes en el desarrollo vegetal y en la producción de tomate cherry en el estado de Roraima, Brasil. El experimento se llevó a cabo en un invernadero en el Centro de Ciencias Agrarias de la Universidad Federal de Roraima, Boa Vista. En el experimento se utilizó un diseño en bloques completos al azar, con arreglo factorial 2 x 4, con cuatro repeticiones. Se evaluaron dos tipos de fertilización orgánica utilizando el biofertilizante común (BC: 50 % de estiércol de ganado vacuno + 50 % de agua) y el biofertilizante enriquecido (BE: 15 % de estiércol de ganado vacuno + 15% de estiércol de aves + 10 % de cáscara de arroz carbonizada + 10 % de polvo de grava basáltica + 50 % de agua), con las siguientes dosis (0; 800; 1600 y 2400 mL planta<sup>-1</sup>). El análisis de los resultados reveló efectos significativos en ambos factores y su interacción, promoviendo respuestas crecientes en la masa seca de la parte aérea, masa seca de las raíces, número de frutos producidos y diámetro ecuatorial de los frutos. Sin embargo, las plantas tratadas con el biofertilizante enriquecido presentaron mayores valores en comparación con las plantas tratadas con el biofertilizante común. El mayor rendimiento fue promovido por las dosis crecientes de los biofertilizantes, independientemente del tratamiento. El uso de biofertilizantes en dosis crecientes promueve el desarrollo vegetativo y productivo del cultivo de tomate cherry.

**Palabras clave adicionales:** Crecimiento, interacción, producción orgánica, *Solanum lycopersicon*

## ABSTRACT

### Agroecological cultivation of cherry tomatoes using biofertilizers under protected environment

Cherry tomato has been increasing its market demand in Brazil, primarily due to desirable consumption characteristics. Studies aimed at optimizing the agroecological cultivation of cherry tomato remain limited and inconclusive. The aim of this work was to evaluate the effect of biofertilizers on the plant development and production of cherry tomatoes in the cerrado of Roraima. The experiment was carried out in a greenhouse at the Agricultural Sciences Center of the Federal University of Roraima, Boa Vista. For the experiment, a randomized block design was used, arranged in a 2 x 4 factorial scheme (2 types of biofertilizers and 4 doses), with four replications. Two types of organic fertilizer were evaluated, using ordinary biofertilizer (BC: 50 % cattle manure + 50 % water) and enriched biofertilizer (BE: 15 % cattle manure + 15 % poultry manure + 10 % carbonized rice husk + 10 % gravel powder + 50 % water), with the following doses (0; 800; 1600 and 2400 mL·plant<sup>-1</sup>). The analysis revealed a significant effect of the dose of biofertilizer, type of biofertilizer and their interaction, promoting increasing responses in the dry mass of the aerial part, dry mass of the roots, number of fruits produced and the equatorial diameter of the fruits. However, the plants treated with enriched biofertilizer showed higher values when compared to the plants treated with ordinary biofertilizer. Increasing doses of biofertilizers promoted higher yields, regardless of treatment. The use of biofertilizers in increasing doses promotes the vegetative and productive development of cherry tomatoes.

**Additional keywords:** Growth, interaction, organic production, *Solanum lycopersicon*

Editor Asociado: Dra. Iris Pérez-Almeida

## INTRODUCCIÓN

El tomate cherry (*Solanum lycopersicon* var. cerasiforme) es una fruta silvestre de sabor

agradable, con porte erecto y ciclo anual (Olmedo *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2020). Originario de América, se distribuye desde Estados Unidos hasta el norte de Chile (Costa *et al.*, 2021). Estos

Recibido: Noviembre 6, 2024

Aceptado: Abril 22, 2025

<sup>1</sup>Universidade Federal de Roraima (UFRR). Programa de Pós-Graduação em Agronomia,. Brasil. e-mail: wellingtonufr@gmail.com; mauricioaugusti86@gmail.com; Joao.monteiro.neto@hotmail.com; ralmeida@ifrr.edu.br.

<sup>2</sup>Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Instituto Federal de Pernambuco, Brasil. e-mail: rafael.prado@ufrpe.br.

<sup>3</sup>Universidad Nacional de la Amazonía Peruana (UNAP). Facultad de Agronomía, Perú. e-mail: rbardaleslozano@gmail.com (autor de correspondencia)

tomates se encuentran principalmente en mercados de grandes centros urbanos, y su disponibilidad en algunas regiones aún es limitada. Asociado a esto, las plantas presentan alta rusticidad, tolerancia a plagas y enfermedades y características nutricionales importantes, lo que las convierte en un cultivo atractivo debido al significativo retorno financiero (Maia *et al.*, 2013; Silva *et al.*, 2017; Costa *et al.*, 2021).

En el proceso de producción del cultivo, uno de los principales factores a observar es el uso de prácticas culturales adecuadas y la elección del cultivar de tomate cherry más adaptado a cada región, lo que posibilita mayores rendimientos al productor (Galdino *et al.*, 2017). Entre estas prácticas, el cultivo agroecológico se destaca por promover la agregación de valor comercial al cultivo. Sin embargo, los datos cuantitativos de cultivo agroecológicos de tomate cherry aún son escasos e imprecisos, lo que confiere importancia a la realización de trabajos que ayuden en la toma de decisiones más precisas para este tipo de cultivo.

Entre las prácticas culturales y tipos de fertilización, un insumo que actualmente está ganando espacio en el escenario productivo es el uso de biofertilizantes (Zhang *et al.*, 2023). Estos productos representan una alternativa viable e importante para lograr el desarrollo ecológicamente sostenible, pues permiten una producción de bajo costo, no contaminan el medio ambiente y mantienen la calidad de los suelos desde el punto de vista de la fertilidad y biodiversidad, debido a su alto contenido de materia orgánica y alta actividad microbiana (Mitrán *et al.*, 2018; Quirós *et al.*, 2022; Zhou *et al.*, 2022).

Diversas investigaciones han mostrado los efectos de los biofertilizantes sólidos y líquidos sobre la producción de hortalizas, especialmente en el tomate (Barzee *et al.*, 2019; Souza *et al.*, 2020; Giannakis *et al.*, 2021). Estos estudios muestran que los efectos de los biofertilizantes en la producción de tomate provienen predominantemente de la aplicación aislada de un solo producto o fuente de materia orgánica; sin embargo, se destaca que también se pueden obtener buenos resultados mediante la combinación enriquecedora de diversas fuentes de fertilizantes orgánicos, como los biofertilizantes evaluados por Galdino *et al.* (2017), Choi (2020) y

Traoré *et al.* (2022). En este contexto, es fundamental identificar un sistema de cultivo agroecológico que sea productivo y sostenible, evaluando combinaciones viables y eficientes de compuestos orgánicos. Esto resulta clave para proporcionar la información necesaria que impulse la expansión hortícola en diversas regiones productoras. Por lo tanto, este trabajo tiene como objetivo analizar el impacto de los biofertilizantes en el desarrollo vegetativo y la productividad del tomate cherry cultivado en un ambiente protegido bajo las condiciones específicas del cerrado de Roraima. Este enfoque tiene como objetivo resaltar las ventajas de la producción agroecológica como una alternativa frente a los sistemas tradicionales, subrayando la importancia de estas prácticas sostenibles para un desarrollo agrícola más equilibrado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Área del estudio.** El experimento se llevó a cabo en el Centro de Ciencias Agrarias de la Universidade Federal de Roraima (CCA/UFRR). Campus Cauamé (2° 49'11" N, 60° 40'24" O, 90 m de altitud), entre los meses de noviembre de 2020 y marzo de 2021. Durante el período experimental, los valores medios de temperaturas máxima y mínima oscilaron entre 40.4±7,7 y 24,3±2,2 °C, y la humedad relativa osciló entre 66,4±17,6 y 32,0±11,8 %. Las plantas se cultivaron en un ambiente protegido tipo capilla, cubierto con película plástica de polietileno de 150 µm y rodeado por una malla sombrite® con 50 % de sombreado.

**Producción de Plántulas.** El tomate cherry utilizado fue el híbrido BRS Iracema, tipo "cereza redonda" de hábito de crecimiento indeterminado. Las plántulas se produjeron en bandejas de poliestireno expandido de 200 celdas, llenas con el compuesto orgánico OrganoAmazon, un producto regional elaborado a partir de estiércol de ganado vacuno, caballo, gallina y oveja, aserrín, cáscara de arroz carbonizada, turba, recortes de césped, ramas y follaje (Monteiro *et al.*, 2022). El análisis químico del compuesto indicó: pH (H<sub>2</sub>O) = 5,8; Materia orgánica = 69,20 g·kg<sup>-1</sup>; Ca = 10,50 cmol<sub>c</sub>·dm<sup>-3</sup>; Mg = 7,90 cmol<sub>c</sub>·dm<sup>-3</sup>; K = 1,60 cmol<sub>c</sub>·dm<sup>-3</sup>; H+Al = 2,08 cmol<sub>c</sub>·dm<sup>-3</sup>; S = 20,00 cmol<sub>c</sub>·dm<sup>-3</sup>; capacidad de intercambio catiónico (CIC) = 20,00 cmol<sub>c</sub>·dm<sup>-3</sup>; Saturación de bases

(SB) = 90,5 %; P = 176,77 mg·dm<sup>-3</sup>; Zn = 19,47 mg·dm<sup>-3</sup>; Fe = 27,08 mg·dm<sup>-3</sup>; Mn = 123,96 mg·dm<sup>-3</sup>; Cu = 0,34 mg·dm<sup>-3</sup> y B = 0,33 mg·dm<sup>-3</sup>.

Después de 20 días de la siembra, las plántulas se trasplantaron a macetas con capacidad de 12 litros, perforadas en las bases para permitir el drenaje. Las plántulas se regaron cuatro veces al día (07:00, 11:00, 15:00 y 18:00 horas) con un pulverizador manual. En los primeros 30 días después del trasplante (DDT), todos los tratamientos se mantuvieron con humedad cercana a la capacidad de campo, regándose dos veces al

día por un espacio de 20 minutos (8:00 y 17:00 horas); después de los 30 DDT hasta los 127 DDT, los riegos fueron realizados tres veces al día (8:00; 12:00 y 17:00 horas). Para la irrigación se utilizó un sistema de riego por goteo con emisores con un caudal de 4 L·h<sup>-1</sup>. El suelo utilizado para la preparación del sustrato fue un Oxisol de textura franco arcillosa, cuya caracterización química se presenta en el Cuadro 1. A partir del análisis químico, se realizó la corrección de la acidez con la aplicación de cal dolomítica según la recomendación para el cultivo.

**Cuadro 1.** Características químicas y clasificación del suelo colectado en el Campus Cauamé (CCA/UFRR) para corrección de acidez y aplicación de los tratamientos. Boa Vista, Roraima, Brasil

Horizonte	Latosolo Amarelo Distrófico										
	Prof. Cm	pH H <sub>2</sub> O	Ca	Mg	K	Al	H + Al	S	CIC	SB	P
A	0 – 20	4,90	0,08	0,07	0,06	0,70	2,40	0,21	2,61	8,05	0,40

Prof. - Profundidad del suelo; CIC = Capacidad total de intercambio catiónico (S+H<sup>+</sup>+Al<sup>3+</sup>); SB = Saturación de bases (S/CIC\*100).

**Diseño experimental.** El ensayo se realizó con un diseño de bloques completos al azar, arreglado en un esquema factorial 2 x 4 (2 tipos de biofertilizantes y 4 dosis), con 4 repeticiones. Se evaluaron dos tipos de biofertilizantes: 1) biofertilizante común (BC) – con 50% de estiércol de ganado vacuno + 50 % de agua; y, 2) biofertilizante enriquecido (BE) con 15 % de estiércol de ganado vacuno + 15% de estiércol de aves de postura + 10 % de cáscara de arroz carbonizada (CAC) + 10 % de polvo de grava + 50% de agua. Ambos aplicados en las siguientes dosis: 0; 800; 1600 y 2400 mL·planta<sup>-1</sup>. El Cuadro 2 expresa la caracterización química de los biofertilizantes evaluados.

**Preparación de los Biofertilizantes.** El estiércol de ganado vacuno se obtuvo de animales criados extensivamente. El estiércol de aves de postura se adquirió de un galpón comercial de la región; el polvo de grava basáltica se recolectó en una trituradora local en el municipio de Boa Vista. La CAC se produjo mediante la carbonización total de la cáscara de arroz adquirida de arroceros locales. La mezcla de los componentes de los biofertilizantes se realizó en tambores plásticos de 200 L. Tras la deposición de los componentes, los

biofertilizantes se homogeneizaron, dejando un espacio vacío de 15 cm en su interior, y luego en reposo para el proceso de fermentación anaeróbica durante 46 días.

Las plantas de tomate cherry fueron tutoradas a los 35 DDT y se condujeron en tallos múltiples, realizando, a partir de eso, todos los manejos culturales necesarios. Las dosis de los biofertilizantes se aplicaron en cobertura y se fraccionaron de la siguiente manera: 10 % un día antes del trasplante, y 15% distribuidos a los 7; 14; 21; 28; 35 y 42 DDT.

**Variables analizadas.** Para analizar el efecto de los tratamientos sobre la producción de frutos de tomate cherry, se evaluaron las siguientes variables: número de frutos (NF), y la masa de los frutos, con los cuales posteriormente se calculó el rendimiento (REND) (kg planta<sup>-1</sup>), diámetro longitudinal (DL) (mm) y ecuatorial (DE) (mm) de los frutos, masa seca de la parte aérea (MSPA) (g) y la masa seca de las raíces (MSR) (g). Las variables DL y DE se evaluaron con el uso de un vernier digital con una precisión de 0,01 mm en una muestra de 20 frutos por cada cosecha. Para determinar la masa seca, cinco plántulas se dividieron en raíces y parte aérea, cortándolas a la

altura del cuello de la planta. Ambas partes se colocaron por separado en bolsas de papel Kraft, identificadas, y se llevaron a secar en un horno a 65 °C durante 72. Después de este período, las muestras se pesaron en una balanza analítica con

una precisión de 0,001 g. La primera cosecha comenzó a los 52 DDT, realizándose dos veces por semana hasta el final del experimento, totalizando 21 cosechas.

**Cuadro 2.** Composición química de los biofertilizantes sin dilución de los tratamientos. Boa Vista, Roraima

Biofertilizante	Macronutrientes						Micronutrientes					
	----- (g·L <sup>-1</sup> ) -----						----- (mg·L <sup>-1</sup> ) -----					
	N	P	K	Ca	Mg	S	Fe	Zn	Cu	Mn	B	Na
Común	1,61	0,39	0,06	1,03	1,01	0,01	97,38	12,40	1,78	47,24	0,48	226
Enriquecido	2,93	3,52	0,06	19,63	1,79	0,05	376,80	22,20	33,30	63,70	3,78	298
	C.E.			C		M.O.		C/N		pH		
	(dS/m)			----- (%) -----								
Común	9,33			2,51		4,52		16		7,33		
Enriquecido	6,19			2,30		4,14		8		7,35		

C.E. – Conductividad Eléctrica; M.O. – Materia Orgánica; C/N – Relación Carbono/Nitrógeno

**Análisis estadístico.** Para los análisis estadísticos, se verificaron los supuestos del análisis de varianza (ANOVA), siendo estos: a) normalidad, verificada mediante la prueba de Shapiro-Wilk ( $p > 0,05$ ); b) homogeneidad de varianzas, evaluada mediante la prueba de Bartlett ( $p > 0,05$ ), y c) Independencia de errores, verificada por la prueba de Durbin-Watson ( $p > 0,05$ ). La significancia del factor dosis se realizó mediante análisis de regresión polinómica lineal y cuadrática. Así mismo, se calculó la relación entre el número de frutos producidos con los valores adquiridos del diámetro ecuatorial y la longitud de los frutos. Todos los análisis estadísticos se realizaron en el programa R versión 4.3.2 (R Core Team, 2023) utilizando el paquete AgroR (Shimizu *et al.*, 2024) al nivel de  $p \leq 0,05$  de significancia y los gráficos se elaboraron con el paquete ggplot2 (Wickham, 2016).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

De acuerdo con el análisis de varianza presentado en el Cuadro 3, se constató que los biofertilizantes y las dosis aplicadas influyeron significativamente ( $p \leq 0,01$ ) en la masa seca de la parte aérea (MSPA), masa seca de las raíces (MSR), número de frutos producidos (NF), en el diámetro ecuatorial de los frutos (DE) y en la interacción entre ambos factores ( $p \leq 0,01$  y

$p \leq 0,05$ ). En el rendimiento (REND) y diámetro longitudinal de los frutos (DL) también se observó significancia estadística ( $p \leq 0,01$ ) para el factor dosis de biofertilizante (D).

Conforme con los resultados, el aumento de las dosis de biofertilizantes promovió una respuesta cuadrática en la masa seca de la parte aérea (MSPA), masa seca de las raíces (MSR) y el número de frutos producidos por planta (NF) (Figuras 1A, 1B y 1C). Se verificó que las plantas tratadas con biofertilizante enriquecido (BE) presentaron mayor MSPA, MSR y NF en comparación con las plantas tratadas con el biofertilizante común (BC). Estos resultados concuerdan con los de Medeiros *et al.* (2011) y Galdino *et al.* (2017), quienes reportaron la acción positiva de los biofertilizantes a base de estiércol de ganado vacuno en la producción de MSPA y MSR y también demostraron la superioridad para los biofertilizantes enriquecidos.

De acuerdo con las evidencias científicas previas, la superioridad mencionada para las características evaluadas, en relación con el incremento de la masa seca del cultivo, probablemente está relacionado con los mayores niveles de la composición química del biofertilizante enriquecido a nivel de macro y micronutrientes (Cuadro 2). En este sentido, esta hipótesis se alinea a lo descrito por Maia *et al.* (2013), Ye *et al.* (2020) y Traoré *et al.* (2022),

quienes indicaron que el cultivo de tomate requiere de una importante demanda de nutrientes para lograr un desarrollo vegetativo y productivo óptimo. Adicionalmente, otros autores indican que, los efectos del uso de biofertilizantes, cuando se aplican en asociación con otros productos

químicos y biológicos, además de contribuir a la mejora en el desarrollo de las plantas y la producción de frutos, pueden promover el control de plagas en el cultivo del tomate (Giannakis *et al.*, 2021; Traoré *et al.*, 2022; Gao *et al.*, 2023).

**Cuadro 3.** Cuadrados medios esperados para el número de frutos (NF), rendimiento (REND, kg·planta<sup>-1</sup>), diámetro ecuatorial (DE, mm) y diámetro longitudinal (DL, mm) de frutos, la masa seca de la parte aérea (MSPA, g), masa seca de las raíces (MSR, g) en plantas de tomate cherry en función del tipo de biofertilizante y dosis de aplicación, Boa Vista, Roraima, Brasil

F,V	GL	Cuadrados Medios					
		NF	REND	DE	DL	MSPA	MSR
Bloque	3	3028,9 <sup>ns</sup>	0,157 <sup>ns</sup>	0,007 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	375,1*	0,074*
Biofertilizante (B)	1	67712,0**	0,023 <sup>ns</sup>	0,054**	0,001 <sup>ns</sup>	13489,0**	0,339**
Dosis (D)	3	503054,4**	4,523**	0,014**	0,011**	14393,1**	1,733**
B x D	3	20360,6*	0,040 <sup>ns</sup>	0,034**	0,004 <sup>ns</sup>	1535,9**	0,753**
Error	21	4440,2	0,059	0,003	0,002	77,3	0,023
Total	31	-	-	-	-	-	-
CV (%)		13,17	12,01	2,82	6,44	8,59	5,30

GL = Grado de libertad; CV= Coeficiente de variación; \*, \*\*, \*\*\* y ns: Significativo a 5%, 1% e no significativo por la prueba de F, respectivamente.

El tratamiento con BE resultó en plantas que alcanzaron una MSPA máxima de 168 g con una dosis de 2251 mL·planta<sup>-1</sup>, mientras que el tratamiento BC alcanzó un valor máximo de 108 g con una dosis de 1696 mL·planta<sup>-1</sup> (Figura 1A). La misma tendencia se observó para la producción de NF, donde el tratamiento BE alcanzó una producción máxima de 784 NF con una dosis de 1806 mL·planta<sup>-1</sup>, y el tratamiento BC alcanzó una producción máxima de 629 NF con una dosis de 1862 mL·planta<sup>-1</sup> (Figura 1C). En cuanto a la MSR, las respuestas de los modelos cuadráticos de los tratamientos mostraron una tendencia inversamente proporcional, ya que el BE alcanzó un valor medio máximo de 60 g a la mayor dosis de 2400 mL·planta<sup>-1</sup>; mientras que el BC alcanzó un valor máximo de 20 g con una dosis de 1889 mL·planta<sup>-1</sup> (Figura 1B).

Los resultados encontrados en este trabajo coinciden con las tendencias reportadas por Maia *et al.* (2013) para el número de frutos y la producción de materia seca de hojas y tallo, encontrando respuestas crecientes con el aumento de las dosis de biofertilizante a base de estiércol de ganado vacuno. Es importante indicar, conforme Gomes Júnior *et al.* (2011) Maia *et al.* (2013) y Choi (2020), que la fertilización orgánica administrada mediante dosis crecientes

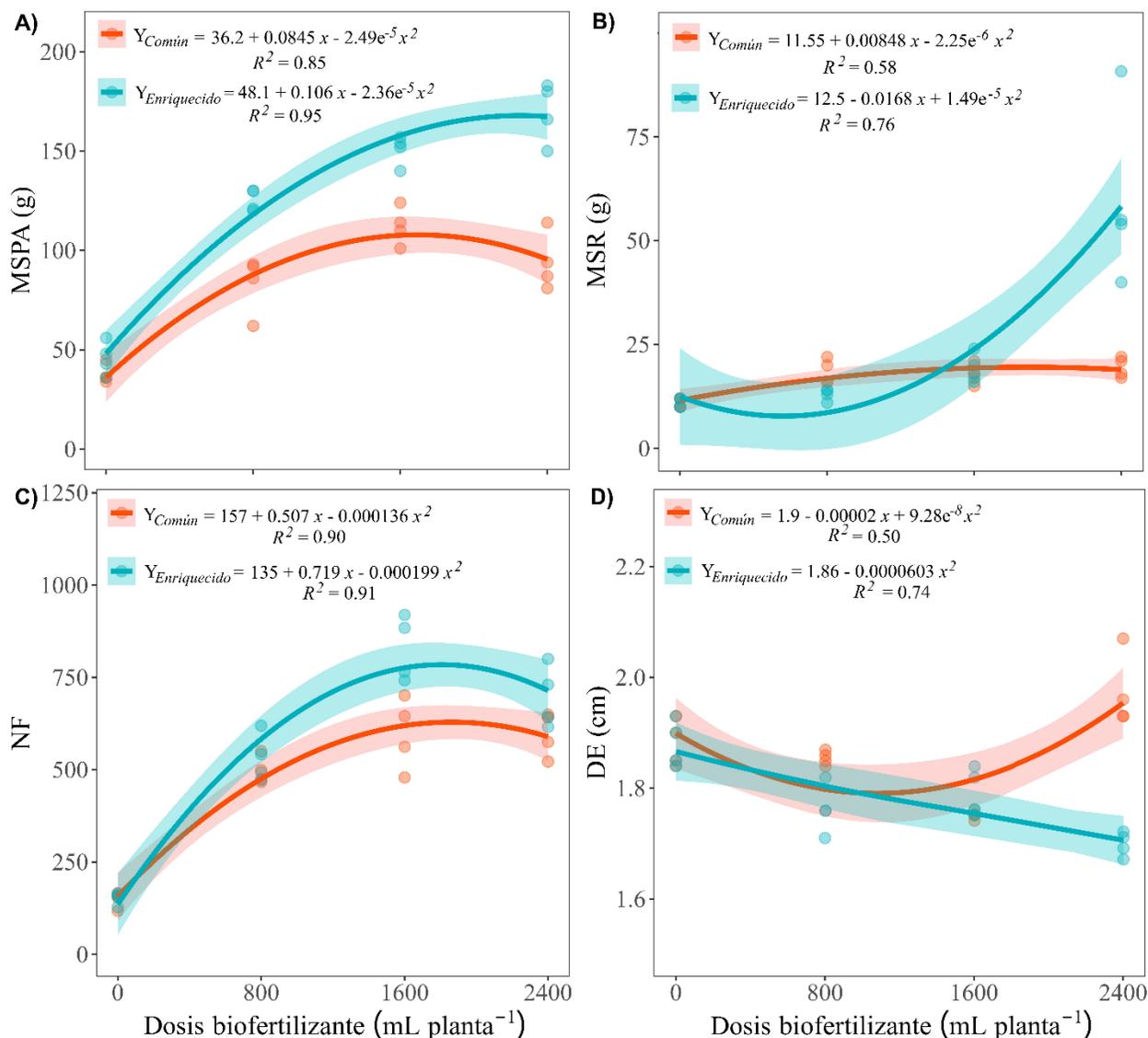
de biofertilizantes activa los microorganismos presentes en los compuestos utilizados, los cuales contribuyen al suministro de elementos minerales y químicos que los frutos del tomate cherry necesitan para completar su desarrollo.

El aumento de la dosis de biofertilizante en el tratamiento BE también promovió una respuesta lineal decreciente del diámetro ecuatorial de los frutos (DE), a diferencia del tratamiento BC, que presentó una respuesta creciente con ajuste cuadrático, alcanzando un valor máximo de 1,80 cm con una dosis de 1077 mL·planta<sup>-1</sup> (Figura 1D). El rendimiento por planta de tomate (REND, kg·planta<sup>-1</sup>), presentó una respuesta un ajuste cuadrático significativo en el factor dosis de biofertilizante, indicando que el aumento de los niveles de biofertilizantes alcanzó un rendimiento medio máximo de 2,60 kg·planta<sup>-1</sup> con una dosis de 1878 mL·planta<sup>-1</sup> (Figura 2A). El diámetro longitudinal de los frutos (DL) presentó una tendencia lineal decreciente hasta las mayores dosis (Figura 2B).

Estos resultados confirmaron los hallazgos de Wu *et al.* (2020) y Traoré *et al.* (2022), quienes al utilizar una combinación de fertilizantes orgánicos enriquecidos con materiales inorgánicos, obtuvieron efectos positivos en la productividad del tomate. Las combinaciones no solo pueden

mejorar el estado orgánico del suelo, sino que también pueden mitigar los efectos adversos de la sequía en las plantas y aumentar la eficiencia de otras fuentes inorgánicas de fertilización (Geremew *et al.*, 2021; Quirós *et al.*, 2022). Por lo tanto, es posible que la aplicación exclusiva de

biofertilizante a base de estiércol de vacuno, denominado como común en este estudio, haya sido suficiente para cubrir las necesidades nutricionales del cultivo de tomate y mejorar su desarrollo vegetativo e influir en el rendimiento.



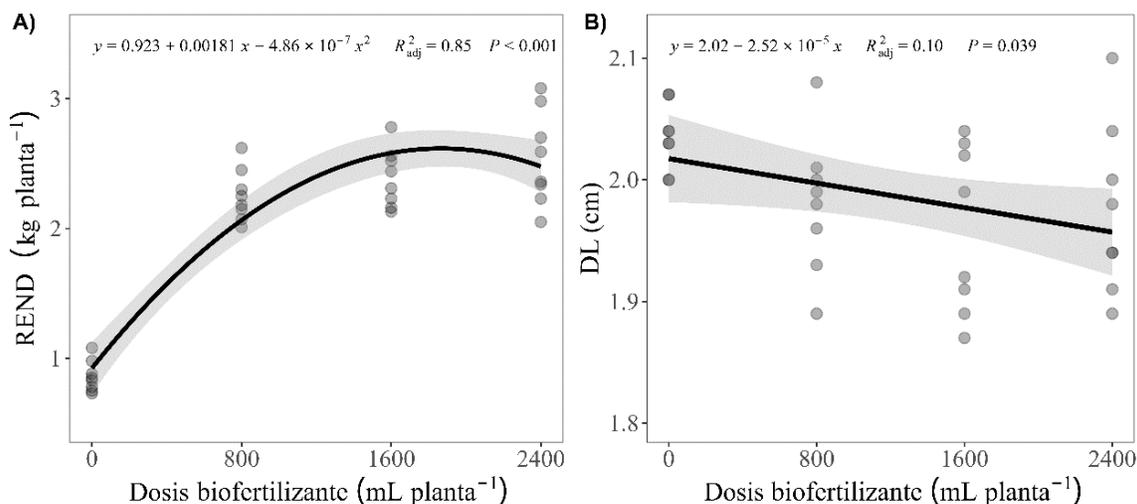
**Figura 1.** Masa seca de la parte aérea (A), masa seca de las raíces (B), número de frutos (C) y diámetro ecuatorial de los frutos (D) en el cultivo de tomate cherry en función del tipo de biofertilizante y la dosis de aplicación. Boa Vista, Roraima, Brasil

Se observó que con el incremento de las dosis de biofertilizantes, hubo un aumento en el REND y en el NF; sin embargo, los DE y DL de los frutos disminuyeron, lo que mostró una relación negativa significativa entre estas variables DE/NF

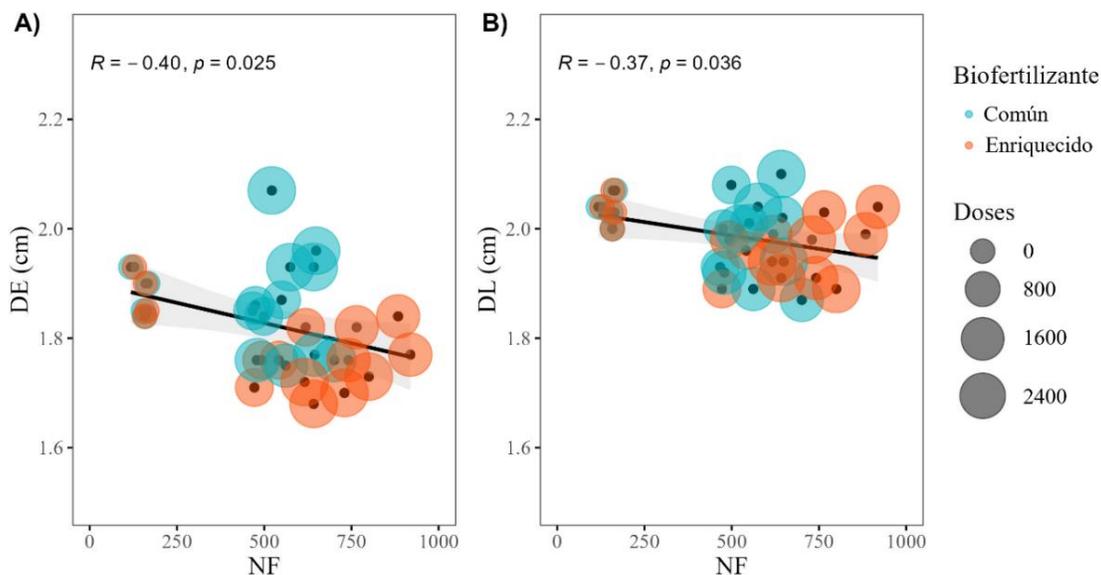
( $R = -0,40$ ;  $p=0,025$ ) y DL/NF ( $R = -0,37$ ;  $p=0,036$ ) (Figura 3), tendencia que no se considera muy controversial; puesto que, la relación inversamente proporcional entre el peso de la cosecha, el número de frutos y el tamaño de

los frutos es muy común en otras especies frutícolas. En ese sentido, cuanto menor es la producción, mayores son los frutos (Brunton *et al.*, 2011). Sin embargo, dependiendo de la variedad del cultivo, esta regla a menudo no se aplica (Chacón y Monge, 2020; Crasque *et al.*,

2020). Así, la relación inversamente proporcional observada entre el número de frutos y el tamaño de los mismos, expresaron una dinámica de compensación natural en la producción, la cual es importante considerar al planificar las estrategias de manejo y comercialización del tomate cherry.



**Figura 2.** Rendimiento (A) y diámetro longitudinal de los frutos (B) en el cultivo de tomate cherry en función de diferentes dosis de biofertilizantes. Boa Vista, Roraima, Brasil



**Figura 3.** Relación del número de frutos con el diámetro ecuatorial de los frutos (A) y con el diámetro longitudinal de los frutos (B) en el cultivo de tomate cherry en función del tipo de biofertilizante y las dosis de aplicación. Boa Vista, Roraima, Brasil.

Por tanto, el uso de biofertilizantes en el cultivo de tomate cherry representa una alternativa viable y sostenible que puede llevar a un mayor rendimiento y a un mejor aprovechamiento de los

recursos locales, con el potencial de generar beneficios económicos para los productores de la región.

## CONCLUSIONES

El uso de biofertilizantes, tanto común como enriquecido, en dosis crecientes, promueve el desarrollo vegetativo y productivo del cultivo de tomate cherry. Específicamente, el biofertilizante enriquecido muestra una mayor eficacia en mejorar la masa seca de la parte aérea y raíces, así como en incrementar el número de frutos producidos a dosis mayores de 1600 mL por planta.

La producción de tomate cherry con el uso de biofertilizantes a base de estiércol bobino y enriquecidos con estiércol de aves de corral y polvo de basalto se presentan como una alternativa productiva viable para el mejor aprovechamiento de los recursos minerales existentes en la región del productor.

## LITERATURA CITADA

1. Barzee, T.J., A. Edalati, H. El-Mashad, D. Wang, K. Scow y R. Zhang. 2019. Digestate biofertilizers support similar or higher tomato yields and quality than mineral fertilizer in a subsurface drip fertigation system. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 3(July): 1-13.
2. Brunton, J.G., M.C.S. Jácome y J.F.R. Santacreu. 2011. Estimación de la productividad del melocotonero de maduración precoz. *Vida Rural* 1(323): 49-51.
3. Chacón-Padilla, K. y J.E. Monge-Pérez. 2020. Cucumber (*Cucumis sativus* L.) production under greenhouse conditions: correlations among variables. *Revista Posgrado y Sociedad Sistema de Estudios de Posgrado* 18(2): 53-70.
4. Choi, H.S. 2020. Effects of organic liquid fertilizers on biological activities and fruit productivity in open-field cherry tomato. *Bragantia* 79(3): 447-457.
5. Costa, J.H.P., V. Cambiaso, L.A. Picardi, G.R. Pratta y G.R. Rodríguez. 2021. Mejoramiento de la calidad del fruto por la incorporación de genes de especies silvestres en el tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Journal of Basic and Applied Genetics* 32 (2): 40-47.
6. Crasque, J., B.C. Neto, G.A.R. de Souza, R.J. Costa, L. de O. Arantes, S.D. Arantes y F. de L. Alves. 2020. Características físico-químicas de frutos de laranja en diferentes porta-enxertos. *International Journal of Development Research* 10(8): 37258-37266.
7. Fernandes, C., J.E. Corá y L.T. Braz. 2007. Classificação de tomate-cereja em função do tamanho e peso dos frutos. *Horticultura Brasileira* 25(2): 275-278.
8. Galdino, A.G., M.F. Costa, F.T. Camara, W.Á. Rodrigues y P.V. Silva. 2017. Produtividade de tomate cereja em sistema orgânico em função do uso de calcário, esterco e mulching. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 12(3): 612.
9. Gao, F., H. Li. X. Mu, H. Gao, Y. Zhang, R. Li *et al.* 2023. Effects of organic fertilizer application on tomato yield and quality: a meta-analysis. *Applied Sciences (Switzerland)* 13(4): 2-17.
11. Geremew, A., L. Carson, S. Woldesenbet, C. Carpenter, E. Peace y A. Weerasooriya. 2021. Interactive effects of organic fertilizers and drought stress on growth and nutrient content of *Brassica juncea* at vegetative stage. *Sustainability (Switzerland)* 13(24): 10-14.
12. Giannakis, I., C. Manitsas, I. Eleftherohorinos, G. Menexes, C. Emmanouil, A. Kungolos y A. L. Lagopodi. 2021. Use of biosolids to enhance tomato growth and tolerance to *Fusarium oxysporum f. sp. radicles-lycopersici*. *Environmental Processes* 8(4): 1415-1431.
13. Gomes Júnior, J., A.J.N. Da Silva, L.L.M. Silva, F.T. De Souza y J.R. Da Silva. 2011. Crescimento e produtividade de tomateiros do grupo cereja em função da aplicação de biofertilizante líquido e fungo micorrízico arbuscular. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 6(4): 627-633.
14. Maia, L.S.J.T., J.M. Clemente, N.H. De Souza, de O.J. Silva y P.H.E. Martinez. 2013. Adubação orgânica em tomateiros do grupo cereja. *Biotemas* 26(1): 37-44.
15. Medeiros, R.F., L.F. Cavalcante, F.O. Mesquita, R.M. Rodrigues, G.G. Sousa y

- A.A. Diniz. 2011. Crescimento inicial do tomateiro-cereja sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizantes bovino. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 15(5): 505-511.
16. Mitran, T., P. Kumar Mani, P. Kumar Bandyopadhyay y N. Basak. 2018. Effects of organic amendments on soil physical attributes and aggregate-associated phosphorus under long-term rice-wheat cropping. *Pedosphere* 28(5): 823-832.
  17. Monteiro Neto, J.L.L., D.A.A. Albuquerque, A.J.T. Oliveira, R.T. Sakazaki, E.S. da Silva, I.L.G. da S. Carmo, S. da S. Maia, L.G.C. Sborowski, B.J.Z. Monteiro y J.Z.E. Amaya. 2022. Environments and substrates for “pimenta-de-cheiro” (*Capsicum chinense Jacq.*) seedling production in the Amazon savanna. *Revista Agro@Mambiente On-Line* 16: 1-15.
  18. Olmedo-López, F.A., R. Ortiz-Rodríguez, R.E. Pérez-Sánchez, A. Morales-Guerrero, T. del C. Ávila Val y P.A. García-Saucedo. 2019. Caracterización fisicoquímica de frutos de tinguaraque (*Solanum lycopersicum var. Cerasiforme*) cultivados en invernadero. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 23: 325-330.
  19. Quirós, R., A. Halog y P. Muñoz. 2022. Environmental assessment of two irrigation systems in an organic tomato crop system under manure compost fertilization: a sustainable circular economy approach in Catalonia (Spain). *Circular Economy and Sustainability* 2(4): 1445-1462.
  20. R Core Team. 2023. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing (4.2.2). <https://www.r-project.org/>
  21. Shimizu, G.D., R.Y.P. Marubayashi y L.S. A. Gonçalves. 2024. AgroR: experimental statistics and graphics for agricultural sciences. R Package Version 1.3.6. <https://n9.cl/3tx5e>
  22. Silva, P.A. da, J. da S. Rabelo, M. de A. Guimarães, J.C. do V. Silva y L.S.C. de Oliveira. 2017. Sistemas de condução na produção comercial de tomate “cereja.” *Nativa* 5(5): 316-319.
  23. Singh, D.K. 2021. Polyhouse vegetable crop breeding. En D.K. Singh y K.V. Peter (eds.), *Protected Cultivation of Horticultural Crops*. New India.
  24. Souza, M.V.P. de, M. de O. Rebouças, G.G. de Sousa, B.M. de Azevedo, G.F. Goes y C.L. Magalhães. 2020. Estresse salino e uso de biofertilizante bovino na cultura do tomate. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada* 13(4): 3524-3532.
  25. Traoré, A., A.A. Bandaogo, O. M. Savadogo, F. Saba, A.L. Ouédraogo, Y. Sako, I. Sermé y S. Ouédraogo. 2022. Optimizing tomato (*Solanum lycopersicum L.*) growth with different combinations of organo-mineral fertilizers. *Frontiers in Sustainable Food Systems* 5(March): 1-7.
  26. Wickham, H. 2016. ggplot2: elegant graphics for data analysis. Springer-Verlag. <https://ggplot2.tidyverse.org/>
  27. Wu, Y., S. Yan, J. Fan, F. Zhang, J. Zheng, J. Guo y Y. Xiang. 2020. Combined application of soluble organic and chemical fertilizers in drip fertigation improves nitrogen use efficiency and enhances tomato yield and quality. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 100(15): 5422-5433.
  28. Ye, L., X. Zhao, E. Bao, J. Li, Z. Zou y K. Cao. 2020. Bio-organic fertilizer with reduced rates of chemical fertilization improves soil fertility and enhances tomato yield and quality. *Scientific Reports* 10(1): 1-11.
  29. Zhang, L., T. Meng, Z. Zhang y Y. Mu. 2023. Effects of organic fertilizer substitution on the technical efficiency among farmers: evidence from Bohai Rim Region in China. *Agronomy* 13(3): 761.
  30. Zhou, Z., S. Zhang, N. Jiang, W. Xiu, J. Zhao y D. Yang. 2022. Effects of organic fertilizer incorporation practices on crops yield, soil quality, and soil fauna feeding activity in the wheat-maize rotation system. *Frontiers in Environmental Science* 10 (November): 1-13.

