

Respuesta al uso de formulados comerciales a base de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma brevicompactum* y biofertilizante a base de *Bradyrhizobium japonicum* y *Endogone* spp. en la producción de cultivo frutilla (*Fragaria* sp.)

Alonso Giménez, B.B.^{1*} ; Nakayama, H.² ; Samudio, A.² ; Núñez, L.¹; Torres, A.¹ ; Ortellado, M.¹ ; Santacruz, A.¹ 

¹Universidad Nacional de Asunción Facultad de Ciencias Agrarias, Filial Caazapá, Paraguay

²Universidad Nacional de Asunción, Centro Multidisciplinario de Investigaciones Tecnológicas, Laboratorio de Bioproductos. Campus UNA, San Lorenzo, Paraguay

*autor por correspondencia: blanca.alonso@agr.una.py

Respuesta al uso de formulados comerciales a base de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma brevicompactum* y biofertilizante a base de *Bradyrhizobium japonicum* y *Endogone* spp. en la producción de cultivo de frutilla (*Fragaria* sp.). La microbiología del suelo es una herramienta valiosa para mejorar la productividad y sostenibilidad de los cultivos. La ausencia de prácticas adecuadas de manejo de suelo afecta negativamente la producción. Este trabajo planteó como objetivo evaluar la respuesta al uso de formulados comerciales a base de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma brevicompactum* y biofertilizante a base de *Bradyrhizobium japonicum* y *Endogone* spp., en el cultivo de la frutilla. El experimento se realizó en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias (FCA) en Caazapá, la variedad utilizada fue Festival que ha recibido fertilización general de N-P-K, estiércol vacuno y calcáreo. El diseño experimental consistió en bloques completos al azar (DBCA), con cuatro tratamientos T1: Sin inoculación, T2: Biofertilizante, T3: *Trichoderma* y T4: Biofertilizante + *Trichoderma*, con cinco repeticiones. Se evaluaron el número de frutos por planta, la masa fresca de frutos, el rendimiento total y el porcentaje de área foliar con síntomas. Se realizaron 29 cosechas desde julio a septiembre, de 2024. Como resultados se destacan que los tratamientos no tuvieron efecto significativo sobre el número de frutos por planta, la masa fresca de fruto y el rendimiento, con un promedio general de 13,14 frutos pl^{-1} , 12,97 g. fruto $^{-1}$ y 165 g. pl^{-1} . En cambio, se observó efecto significativo en la disminución del área foliar afectada con respecto al testigo sin aplicación. Además, entre *Trichoderma harzianum*/ *Trichoderma brevicompactum* y el biofertilizante, y la combinación de ambos no se observaron diferencias en el área foliar afectada en los diferentes momentos de evaluación. Por lo cual, se considera positiva la aplicación de los tratamientos para la disminución de daños foliares. **Palabras clave:** bacterias, frutilla, hongos, microbiología de suelo

Response to the use of commercial formulations based on *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma brevicompactum*, and biofertilizer based on *Bradyrhizobium japonicum* and *Endogone* spp. in the production of strawberry crops. (*Fragaria* sp.). Soil microbiology is a valuable tool for improving crop productivity and sustainability. The absence of proper soil management practices ne-

gatively affects production. This work aimed to evaluate the response to the use of commercial formulations based on *Trichoderma harzianum* and *Trichoderma brevicompactum* and biofertilizer based on *Bradyrhizobium japonicum* and *Endogone* spp., in strawberry cultivation. The experiment was carried out at the Experimental Field of the Faculty of Agricultural Sciences (FCA) in Caazapá, the strawberry variety used was Festival; all plants received the same N-P-K, cow manure, and lime fertilization. The experimental design consisted of randomized complete blocks (RCBD), with four treatments: T1: No inoculation, T2: Biofertilizer, T3: *Trichoderma*, and T4: Biofertilizer + *Trichoderma*, with five replications. The number of fruits per plant, the fresh weight of the fruits, the total yield, and the percentage of leaf area with phytopathological symptoms were evaluated. Twenty-nine harvests were carried out from July to September of 2024. The results show that the treatments had no significant effect on the number of fruits per plant, the fresh weight of the fruit, or the yield, with an overall average of 13.14 fruits pl⁻¹, 12.97 g. fruit⁻¹ and 165 g.pl⁻¹. In contrast, a significant reduction of the affected leaf area was observed compared to the control without application. Furthermore, no differences were observed in the affected leaf area at the different evaluation times when comparing *Trichoderma harzianum*/*Trichoderma brevicompactum* and the biofertilizer, or the combination of both. Therefore, the application of these treatments to reduce foliar damage is considered to have a positive effect.

Keywords: bacteria, strawberry, fungi, soil microbiology

INTRODUCCIÓN

En los sistemas de producción agrícola sostenible, el uso de microorganismos benéficos del suelo ha cobrado un creciente interés debido a su capacidad para mejorar la nutrición vegetal, favorecer la tolerancia a condiciones adversas y contribuir al incremento del crecimiento y la productividad de los cultivos. Estos microorganismos actúan mediante interacciones simbióticas y mecanismos bioquímicos que optimizan la absorción de nutrientes, estimulan el desarrollo radicular y reducen la incidencia de patógenos del suelo, lo que los posiciona como una alternativa viable para disminuir la dependencia de insumos químicos en la agricultura moderna (Cano, 2011).

La frutilla (*Fragaria* sp.) es una especie hortícola de carácter intensivo y micotrófico, con alta capacidad de asociación con hongos micorrícicos arbusculares (HMA), los cuales desempeñan un rol fundamental en la absorción de nutrientes de baja movilidad en el suelo, como el fósforo (P), zinc (Zn) y cobre (Cu) (Smith y Read, 1997; Ortas, 2003). Diversos estudios han demostrado que la inoculación con cepas eficientes de HMA

puede influir positivamente en el desarrollo y comportamiento productivo del cultivo, siendo su efectividad dependiente de factores como la fertilidad del suelo, el manejo agronómico y la compatibilidad entre el hospedero y el microorganismo (Fernández, 2003).

Entre los microorganismos de interés agronómico, especies del género *Trichoderma* tales como *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma brevicompactum* se destacan por su capacidad antagonista frente a diversos fitopatógenos, además de su efecto promotor del crecimiento vegetal. Su utilización ha sido ampliamente reportada como una estrategia eficaz para el manejo preventivo de enfermedades, dado que actúa mediante mecanismos como la competencia por espacio y nutrientes, el micoparasitismo y la inducción de resistencia en las plantas (Cortés-Hernández *et al.*, 2023). Actualmente, existen productos comerciales formulados a base de diferentes cepas de *Trichoderma*, lo que facilita su adopción en sistemas productivos.

Estos microorganismos habitan en la rizosfera de las plantas y mejoran la resiliencia de los sistemas de cultivos, ya que, además de promo-

ver el crecimiento de las plantas, incrementan su protección contra patógeno e insectos.

Por otro lado, el uso de biofertilizantes a base de bacterias simbióticas, como *Bradyrhizobium japonicum*, ha sido ampliamente estudiado en cultivos leguminosos debido a su capacidad de fijación biológica de nitrógeno. Si bien *Fragaria* sp. no forma nódulos, la aplicación de estas bacterias puede generar beneficios indirectos, tales como la promoción del crecimiento vegetal y el control biológico de patógenos fúngicos y bacterianos (Cano, 2011). En este sentido, Schuster Russiano *et al.* (2024) reportaron que cepas de *Bradyrhizobium* spp. presentaron un alto potencial para el control de fitopatógenos como *Fusarium crassispitatum*, *Macrophomina phaseolina*, *Rhizoctonia solani* y *Sclerotinia sclerotiorum*.

Asimismo, la combinación de bacterias benéficas con hongos micorrícicos arbusculares, como *Endogone* spp., puede potenciar los efectos positivos sobre el establecimiento y desarrollo de las plantas, favoreciendo la eficiencia en la absorción de nutrientes y mejorando la sanidad del cultivo (Smith y Read, 1997; Fernández, 2003). No obstante, la respuesta a la inoculación microbiana no es uniforme y depende de múltiples factores, entre ellos el tipo de suelo, la disponibilidad de nutrientes, la presencia de microorganismos nativos y el manejo del cultivo. La efectividad de la inoculación de hongos micorrícicos arbusculares (AMF) depende de la combinación apropiada de especies de hongos, planta hospedante, sustrato y tecnología de cultivo (Bitterlich *et al.*, 2018).

A nivel nacional, las investigaciones relacionadas con el uso de microorganismos benéficos en la producción de frutilla son aún limitadas, a pesar del potencial que estas tecnologías presentan para reducir el uso de fertilizantes minerales y productos fitosanitarios, disminuir los riesgos de contaminación ambiental y garantizar la inocuidad de los frutos. En este contexto, se planteó como objetivo del presente estudio evaluar la respuesta al uso de formulados comerciales a base de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma bre-*

vicomcompactum y un biofertilizante a base de *Bradyrhizobium japonicum* y *Endogone* spp. sobre la producción y la sanidad foliar del cultivo de frutilla (*Fragaria* sp.) bajo condiciones de campo en Caazapá.

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó desde julio a septiembre del año 2024 en el Campo Experimental de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Asunción (FCA–UNA), Filial Caazapá, ubicado en la compañía 20 de Julio del distrito de Caazapá, departamento de Caazapá, Paraguay. El material vegetal utilizado correspondió al cultivo de frutilla (*Fragaria* sp.), variedad Festival.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) (Figura 1), con cuatro tratamientos y cinco repeticiones. Cada unidad experimental estuvo constituida por plantas de frutilla establecidas en condiciones homogéneas de manejo.

BI	BII	BIII	BIV	BV
T2	T4	T1	T1	T2
T4	T2	T3	T2	T1
T3	T1	T2	T4	T3
T1	T3	T4	T3	T4

Figura 1. Croquis del experimento. 20 Unidades Experimentales de 2,88 m². Dimensión total de la parcela experimental 88,33m2. BI: Bloque 1, BII: Bloque 2, BIII: Bloque 3, BIV: Bloque 4, BV: Bloque 5. T1: Tratamiento 1, T2: Tratamiento 2, T3: Tratamiento 3, T4: Tratamiento 4

El marco de plantación fue de 0,30 m entre hileras y 0,30 m entre plantas, bajo un sistema de producción con riego por goteo y cobertura con *mulching* plástico. Las labores culturales incluyeron control manual de malezas y escarificación del suelo. Previo al establecimiento del ensayo, la parcela recibió una fertilización orgánica consistente en estiércol vacuno a razón de 3 kg m⁻²,

y una enmienda calcárea (Cal Cisy) a razón de 100 g m⁻². Antes del trasplante, se aplicó fertilización mineral con la formulación 5-25-25-3,8-1,8 (N-P-K-Ca-Mg) a razón de 15 g planta⁻¹. Posteriormente, se realizaron dos aplicaciones de cobertura con cloruro de potasio (KCl 00-00-60) a razón de 10 g planta⁻¹ en cada aplicación. La aplicación de *Trichoderma* se realizó a razón 500 g/ha⁻¹ y de biofertilizante a 40 g/ha⁻¹. Fueron diluidas en agua en función a los tratamientos establecidos con una pulverizadora, tipo mochila. Las aplicaciones fueron realizadas de forma separada con un intervalo de 15 días, en horas frescas de la mañana (7:00-8:00 am). Los tratamientos aplicados consistieron en formulados comerciales (Tabla 1).

Durante el experimento se realizaron un total de 29 cosechas. Luego de cada cosecha se evaluó el número de frutos por planta, para lo cual se realizó el recuento directo de los frutos cosechados.

La masa fresca de los frutos maduros se determinó dividiendo el peso total de los frutos obtenidos entre el número total de frutos por cosecha.

Posteriormente, se estimó el rendimiento total, el cual se obtuvo mediante la sumatoria del peso de los frutos maduros cosechados correspondientes a todas las cosechas realizadas durante el período experimental. En cuanto a la incidencia de enfermedades (%), esta se determinó mediante la observación visual de las hojas que presentaron síntomas de manchas foliares. El porcentaje de incidencia se calculó utilizando la

siguiente expresión:

$$\frac{\text{Nº de plantas enfermas}}{\text{Total de plantas}} \times 100=$$

Con el objetivo de describir el proceso de monitoreo en campo y laboratorio utilizado para la evaluación sanitaria del cultivo, se documentaron las diferentes etapas del procedimiento. Dicho proceso incluyó la evaluación visual de las plantas en campo, el muestreo de aquellas con síntomas de enfermedades y la verificación en laboratorio del grado de afectación de los tejidos. Estas actividades se presentan de manera ilustrativa en la Figura 2.

Se realizó un análisis de varianza (ANAVA) con un nivel de significancia del 5% para las variables número de frutos, masa fresca, rendimiento total del fruto de la frutilla e incidencia de manchas foliares. Para esta última variable, y ante la presencia de efectos significativos de los tratamientos, se aplicó la prueba de Tukey con el fin de comparar las medias. El procesamiento y análisis de los datos se llevó a cabo utilizando el software InfoStat (Di Rienzo *et al.*, 2020).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mostraron que la aplicación de formulados comerciales a base de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma brevicompactum* y biofertilizante a base de *Bradyrhizobium japonicum* y *Endogone* spp. así como su

Tabla 1. Formulados comerciales aplicados a los tratamientos en la producción de cultivo de frutilla (*Fragaria* sp.)

Tratamientos	Formulados comerciales
T1	Sin inoculación
T2	Con inoculación de biofertilizante a base de <i>Bradyrhizobium japonicum</i> (1×10 ¹⁰ UFC*) + <i>Endogone</i> spp. (80 colonias/g)
T3	Con inoculación de <i>Trichoderma</i> a base <i>Trichoderma harzianum</i> (1×10 ¹⁰ UFC*) <i>Trichoderma brevicompactum</i> (1×10 ¹⁰ UFC*)
T4	Con inoculación de biofertilizante (<i>Bradyrhizobium japonicum</i> (1×10 ¹⁰ UFC*) + <i>Endogone</i> spp. (80 colonias/g)) más <i>Trichoderma</i> (<i>Trichoderma harzianum</i> (1×10 ¹⁰ UFC*), <i>Trichoderma brevicompactum</i> (1×10 ¹⁰ UFC*))

*Concentraciones de Unidades Formadoras de Colonias (UFC) según lo indicado en la etiqueta de los productos

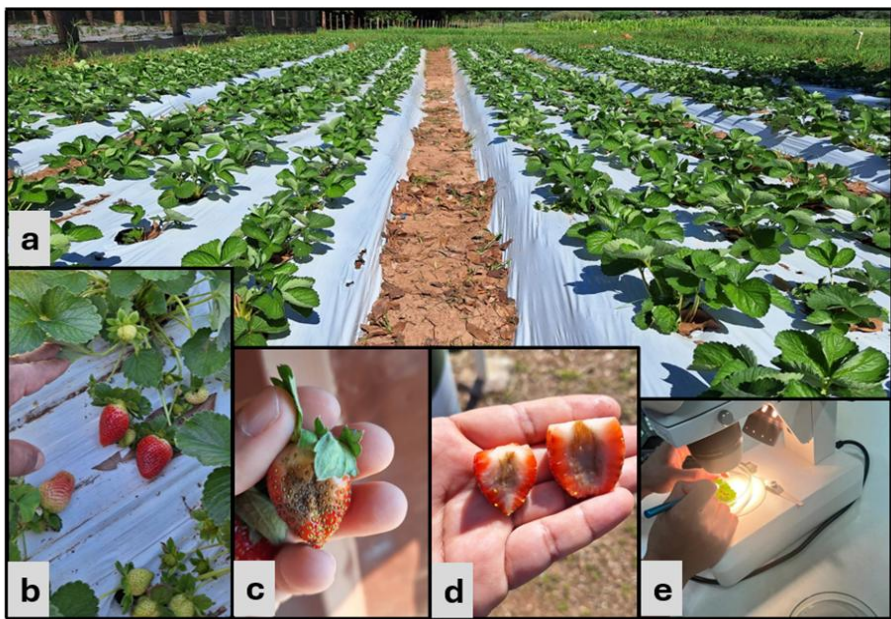


Figura 2. Ensayos en campo: a: evaluación en campo de los diferentes tratamientos, b: monitoreo individual por planta, c: muestreo de frutos con síntomas de enfermedades, d: observación de grado de afectación, e: identificación en laboratorio

combinación, no generaron diferencias significativas ($p < 0,05$) en el número de frutos por planta ni en la masa fresca del fruto (Tabla 2). Los valores observados se mantuvieron dentro de un rango estrecho entre tratamientos, lo que indica una respuesta productiva similar independientemente de la aplicación de los formulados.

La ausencia de respuesta significativa en estas variables puede atribuirse a las condiciones iniciales de fertilidad del suelo, las cuales fueron

favorecidas por la aplicación previa de fertilización orgánica, enmiendas calcáreas y fertilización mineral. Bajo estas condiciones, el cultivo habría tenido una adecuada disponibilidad de nutrientes, reduciendo la dependencia de la planta a la acción de los microorganismos benéficos inoculados. Fernández (2003) señala que cuando el suelo presenta niveles adecuados de fertilidad, los efectos de la inoculación microbiana sobre variables productivas suelen ser limitados.

Tabla 2. Número total de frutos y masa fresca del fruto de frutilla, variedad Festival, como respuesta al uso de formulados comerciales a base de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma brevicompactum* y biofertilizante a base de *Bradyrhizobium japonicum* y *Endogone* spp. en la producción de cultivo de frutilla (*Fragaria* sp.)

Tratamientos	Número de frutos/planta	Masa fresca de fruto (g)
T1: Sin inoculación	12,86 *ns	13,28 *ns
T2: Biofertilizante	12,86	12,17
T3: <i>Trichoderma</i>	13,98	13,01
T4: Biofertilizante + <i>Trichoderma</i>	12,86	13,42

*ns: No se observaron diferencias significativas entre tratamientos según ANAVA ($p < 0,05$)

Asimismo, Cano (2011) indica que la efectividad de los microorganismos benéficos depende de su compatibilidad con el hospedero y de la interacción con la microbiota nativa del suelo. En este sentido, la presencia de poblaciones microbianas nativas eficientes podría haber reducido el impacto de los microorganismos introducidos, especialmente en variables directamente relacionadas con la producción.

La bioestimulación de las plantas de frutilla ‘San Andreas’ mejoró la calidad del fruto sin aumentar significativamente el rendimiento (Chiomiento *et al.*, 2026).

El rendimiento total de frutos por planta no presentó diferencias estadísticas significativas entre tratamientos ($p < 0,05$), con valores que oscilaron entre 154,48 y 180,98 g planta⁻¹ (Tabla 3). Aunque el tratamiento con formulado comercial a base de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma brevicompactum* registró el mayor valor promedio, esta diferencia no fue suficiente para evidenciar un efecto positivo atribuible a la inoculación.

Este comportamiento es consistente con lo reportado por Cano (2011), quien menciona que las interacciones entre microorganismos pueden no traducirse necesariamente en incrementos productivos cuando el cultivo se desarrolla bajo condiciones agronómicas favorables. De igual manera, Fernández (2003) señala que la respuesta al uso de microorganismos benéficos es

altamente variable y depende de factores como la densidad de propágulos nativos, la eficiencia de las cepas aplicadas y el manejo del suelo. Los mejores resultados en los cultivos dependen de una adecuada colonización de bacterias en la rizosfera (Romero-Arias *et al.*, 2019).

En el presente estudio, el rendimiento promedio obtenido fue similar al reportado por Tanaka (2001) para la variedad Festival en condiciones subtropicales, lo que sugiere que el potencial productivo del cultivo se expresó adecuadamente aun sin un efecto significativo de los tratamientos evaluados.

La dificultad del uso de inóculos micorrízicos está relacionada, al mantenimiento de su viabilidad en el tiempo y a la escasez de prácticas de manejo que potencien la acción de estos microorganismos, como la reducción del uso de insumos químicos en favor de la adición de bioestimulantes en el cultivo de planta (Chiomiento *et al.*, 2024).

En relación con la incidencia de enfermedades (Tabla 4), a diferencia de las variables productivas, la incidencia de enfermedades foliares sí presentó diferencias significativas entre tratamientos ($p \leq 0,05$), observándose una reducción del porcentaje de plantas afectadas en los tratamientos con aplicación de microorganismos, especialmente aquellos en los que se incluyeron formulados comerciales a base de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma brevicompactum*.

Tabla 3. Rendimiento total de frutos por planta de frutilla, variedad Festival, al uso de formulados comerciales a base de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma brevicompactum* y biofertilizante a base de *Bradyrhizobium japonicum* y *Endogone* spp. en la producción de frutilla (*Fragaria* sp.)

Tratamientos	Rendimiento (g/planta)
T1: Sin inoculación	169,48*ns
T2: Biofertilizante	154,48
T3: <i>Trichoderma</i>	180,98
T4: Biofertilizante + <i>Trichoderma</i>	157,4

*ns se observaron diferencias significativas entre tratamientos según ANAVA ($p < 0,05$)

Los tratamientos con *Trichoderma* (T3) y con la combinación biofertilizante + *Trichoderma* (T4) tuvieron los menores niveles de incidencia total (36 % y 33 %, respectivamente), en contraste con el control (56 %).

La menor incidencia registrada en los tratamientos con formulados comerciales a base de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma brevicompactum*, puede explicarse por los mecanismos de acción de este género, los cuales incluyen competencia por espacio y nutrientes, micoparasitismo y la inducción de respuestas de defensa en la planta. Estos mecanismos han sido ampliamente documentados en estudios previos, que reportan a *Trichoderma* como una herramienta eficaz en el manejo preventivo de enfermedades fúngicas (Chiriboga *et al.*, 2015; Cortés *et al.*, 2023). Por otro lado, el efecto observado en el tratamiento con biofertilizante podría estar relacionado con acciones indirectas de *Bradyrhizobium japonicum*, aun en cultivos no leguminosos. Schuster Russiano *et al.* (2024) reportaron que cepas de *Bradyrhizobium* spp. poseen una capacidad para suprimir diversos fitopatógenos, lo cual coincide con la tendencia observada en este estudio. De acuerdo con reportes de Lombardi *et al.* (2020) no se observó incidencia de enfermedades en las plantas o frutos de fresa sometidos a los tratamientos biológicos con *Trichoderma* monitoreados durante la duración del

experimento

No obstante, la ausencia de diferencias significativas entre *Trichoderma*, el biofertilizante y su combinación sugiere que no se produjo un efecto sinérgico entre los microorganismos evaluados. Cano (2011) indica que las interacciones microbianas pueden ser sinérgicas, antagónicas o neutras, y que la competencia por nichos ecológicos similares en la rizósfera puede limitar la expresión de efectos combinados, como aparentemente ocurrió bajo las condiciones del presente ensayo. La aplicación de productos a base de *Trichoderma* eventualmente podrían reducir los gastos que genera el uso de productos fitosanitarios (Chiriboga *et al.*, 2015; Cortés *et al.*, 2023).

CONCLUSIONES

Bajo las condiciones en que se desarrolló el presente estudio, la aplicación de formulados comerciales a base de *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma brevicompactum* y biofertilizante a base de *Bradyrhizobium japonicum* y *Endogone* spp. no produjo efectos significativos sobre el número de frutos por planta, la masa fresca del fruto ni el rendimiento total del cultivo de frutilla, lo que sugiere que, en sistemas con adecuada fertilidad y manejo agronómico, la respuesta productiva a la inoculación microbiana puede ser limitada; sin embargo, la utilización de estos microorganismos permitió reducir de manera significativa la incidencia de enfermedades foliares en

Tabla 4. Incidencia de machas foliares en el cultivo de frutilla variedad Festival como respuesta al uso de formulados comerciales a base de *Trichoderma harzianum*, *Trichoderma brevicompactum* y biofertilizante a base de *Bradyrhizobium japonicum* y *Endogone* spp. en la producción de cultivo frutilla (*Fragaria* sp.)

Tratamientos	Incidencia de manchas foliares (%)			Total
	1° Evaluación	2° Evaluación	3° Evaluación	
T1: Sin inoculación	19 b	22 b	15	56 b
T2: Biofertilizante	13 a	15 a	17	44 ab
T3: <i>Trichoderma</i>	10 a	14 a	13	36 a
T4: Biofertilizante + <i>Trichoderma</i>	8 a	13 a	12	33 a

comparación con el tratamiento sin inoculación, evidenciando su potencial como herramienta de manejo sanitario

La ausencia de diferencias significativas entre *Trichoderma*, el biofertilizante y su combinación indica que no se manifestó un efecto sinérgico entre los microorganismos evaluados, posiblemente asociado a interacciones competitivas en la rizósfera y a la influencia de la microbiota nativa del suelo, los resultados respaldan su uso como una estrategia complementaria orientada principalmente a la mejora de la sanidad vegetal más que al incremento directo del rendimiento, contribuyendo al desarrollo de sistemas de producción más sostenibles y con menor dependencia de insumos químicos.

Por lo que en conjunto los resultados respaldan su uso como una estrategia complementaria orientada principalmente a la mejora de la sanidad vegetal más que al incremento directo del rendimiento, contribuyendo a sistemas de producción más sostenible y con menor dependencia de insumos químicos.

APORTE DE LOS AUTORES

AB se desempeñó como investigadora principal y coordinadora de las actividades del estudio. LN y AS actuaron como co-investigadores, siendo responsables de la instalación del experimento en campo y del levantamiento de datos. AS y HN participaron como co-investigadores en la edición de las fotografías de las muestras y en la discusión de los resultados. EO y AT fueron co-investigadores encargados del procesamiento de los datos y de los análisis estadísticos. Todos los autores contribuyeron a la redacción del manuscrito y aprobaron su versión final.

CONFLICTO DE INTERÉS

Los autores declaran que no existe conflicto de interés.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bitterlich, M., Rouphael, Y., Graefe, J., & Franken, P. (2018). Arbuscular mycorrhizas: A promising component of plant production systems providing favourable conditions for plant growth. *Frontiers in Plant Science*, 9, 1329. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01329>
- Cano, M. A. (2011). Interacción de microorganismos benéficos en plantas: Micorrizas, *Trichoderma* spp. y *Pseudomonas* spp. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 14(2), 15–31. https://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-42262011000200001
- Cortés-Hernández, G. F. C., Alvarado-Castillo, G., & Sánchez-Viveros, G. (2023). *Trichoderma* spp., una alternativa para la agricultura sostenible: Una revisión. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 25(2), 73–87. <https://doi.org/10.15446/rev.colomb.biote.v25n2.111384>
- Chiriboga, H. P., Gómez, G. B., & Garcés, K. E. (2015). *Protocolos para formulación y aplicación del bioinsumo: Trichoderma* spp. para el control biológico de enfermedades. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). <https://repositorio.iica.int/handle/11324/2647>
- Chiomento, J. L. T., Fracaro, J., Görgen, M., Fante, R., Dal Pizzol, E., Welter, M., Klein, A. P., Trentin, T. d. S., Suzana-Milan, C. S., & Palencia, P. (2024). Arbuscular mycorrhizal fungi, *Ascophyllum nodosum*, *Trichoderma harzianum*, and their combinations influence the phyllochron, phenology, and fruit quality of strawberry plants. *Agronomy*, 14(4), 860. <https://doi.org/10.3390/agronomy14040860>
- Chiomento, J. L. T., Mandelli, N. A., Ely, A. J. S., Welter, M., Didó, H., Oliveira, M. A. L., Jirkowski, B., Reichert Junior, F. W., Bortoluzzi, M. P., Rieder, R., Trentin, T. d. S., & Sønstebj, A. (2026). Microbial biostimulants and their combinations alter phytochemical quali-

- ty of strawberry fruits in a soilless cultivation system. *Horticulturae*, 12(1), 56. <https://doi.org/10.3390/horticulturae12010056>
- Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, M. G., González, L., Tablada, M., & Robledo, C. W. (2020). InfoStat (versión 2020) [Software]. Universidad Nacional de Córdoba.
- Fernández, F. (2003). *El manejo efectivo de la simbiosis micorrízica, una vía hacia la agricultura sostenible: Estudio de caso: El Caribe*. Ediciones INCA. <https://www.researchgate.net/publication/299979710>
- Lombardi, N., Caira, S., Troise, A. D., Scaloni, A., Vitaglione, P., Vinale, F., Marra, R., Salzano, A. M., Lorito, M., & Woo, S. L. (2020). Applications of *Trichoderma* on strawberry plants modulate physiological processes, influencing fruit production and quality. *Frontiers in Microbiology*, 11, 1364. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2020.01364>
- Ortas, I. (2003). Effect of selected mycorrhizal inoculation on phosphorus sustainability in sterile and non-sterile soils in the Harran Plain in South Anatolia. *Journal of Plant Nutrition*, 26(1), 79–87. <https://doi.org/10.1081/PLN-120016503>
- Romero-Arias, A., Ruz-Reyes, R. M., Nápoles-García, M. C., Gómez-Padilla, E. J., & Rodríguez-Rodríguez, S. (2019). Efecto de la aplicación de tres cepas de *Bradyrhizobium* en el desarrollo morfoagronómico de *Glycine max* L. *Pastos y Forrajes*, 42(4), 290–295. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-03942019000400290
- Schuster Russiano, M. C., Mazaro, S. M., Dos Santos, C. G., Nogueira, M. A., & Da Silva, M. (2024). Cepas de *Bradyrhizobium* spp. en el control biológico de fitopatógenos en la soja. *Revista Ciência Agronômica*, 55, e20207560. <https://www.scielo.br/j/rca/a/3fXDfTWrwrtvH-gqnTzRjXchM/>
- Smith, S. E., & Read, D. J. (1997). *Mycorrhizal symbiosis* (2nd ed.). Academic Press.
- Tanaka Aguirre, F. C. (2001). Comportamiento agronómico de variedades de frutilla (*Fragaria* × *ananassa* Duch.) de día corto y neutro en clima subtropical. *Revista sobre Estudios e Investigaciones del Saber Académico*, 15(15), 1–4. <https://revistas.uni.edu.py/index.php/rseisa/article/view/292>