

Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, Ciudad de México, México.
ISSN 2707-2207 / ISSN 2707-2215 (en línea), marzo-abril 2026,
Volumen 10, Número 2.

https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v10i2

**EFFECTO BIOCONTROLADOR DE
PSEUDOMONAS SPP. EN NICOTIANA
TABACUM L. INFECTADA CON
FUSARIUM OXYSPOURUM Y
ENTEROBACTER HORMAECHEI**

**BIOCONTROL EFFECT OF PSEUDOMONAS SPP. ON
NICOTIANA TABACUM L. INFECTED WITH
FUSARIUM OXYSPOURUM AND ENTEROBACTER
HORMAECHEI**

Johana Carolina Guanoquiza Calero
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Fernando Abasolo Pacheco
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Emilio Ramiro Freire Vaca
Universidad Técnica Estatal de Quevedo

Efecto biocontrolador de *Pseudomonas* spp. en *Nicotiana tabacum* L. infectada con *Fusarium oxysporum* y *Enterobacter hormaechei***Johana Carolina Guanoquiza Calero¹**carolina.guanoquiza2015@uteq.edu.ec<https://orcid.org/0009-0003-1072-0642>Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Quevedo, Ecuador**Fernando Abasolo Pacheco**fabasolo@uteq.edu.ec<https://orcid.org/0000-0003-2268-7432>Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Quevedo, Ecuador**Emilio Ramiro Freire Vaca**emilio.freire2015@uteq.edu.ec<https://orcid.org/0009-0002-1741-048X>Universidad Técnica Estatal de Quevedo
Quevedo, Ecuador**RESUMEN**

El presente estudio tuvo como objetivo evaluar el efecto biocontrolador de *Pseudomonas* spp. en *Nicotiana tabacum* L. infectada con *Fusarium oxysporum* y *Enterobacter hormaechei* bajo condiciones de invernadero. Se empleó un diseño completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, aplicados de manera independiente para cada patógeno. Se evaluaron la incidencia y severidad de la enfermedad, así como variables agronómicas como longitud radicular, altura de planta y biomasa de raíz. Los resultados evidenciaron que la incidencia no presentó diferencias significativas entre tratamientos; sin embargo, se observaron reducciones en la severidad en plantas tratadas con *Pseudomonas* spp. Por otro lado, las variables agronómicas mostraron diferencias estadísticas, destacándose incrementos en la longitud radicular (hasta 18.17 cm frente a 14.07 cm en el control) y en el peso fresco de raíz (1.07 g frente a 0.58 g), especialmente en tratamientos con *Pseudomonas putida* y *Pseudomonas veronii*. Estos resultados indican que *Pseudomonas* spp. no reduce directamente la infección, pero contribuye a disminuir sus efectos y a mejorar el desarrollo de las plantas, lo que respalda su potencial como agente de biocontrol en el cultivo de tabaco.

Palabras claves: bacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR); fitopatógenos; respuesta de la planta

¹ Autor principal

Correspondencia: carolina.guanoquiza2015@uteq.edu.ec

Biocontrol Effect of *Pseudomonas* spp. on *Nicotiana tabacum* L. Infected with *Fusarium oxysporum* and *Enterobacter hormaechei*

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the biocontrol effect of *Pseudomonas* spp. on *Nicotiana tabacum* L. infected with *Fusarium oxysporum* and *Enterobacter hormaechei* under greenhouse conditions. A completely randomized design with six treatments and three replicates was used, applied independently for each pathogen. Disease incidence and severity were evaluated, as well as agronomic variables such as root length, plant height, and root biomass. The results showed that disease incidence did not differ significantly among treatments; however, a reduction in disease severity was observed in plants treated with *Pseudomonas* spp.. In contrast, agronomic variables showed significant differences, with increases in root length (up to 18.17 cm compared to 14.07 cm in the control) and fresh root weight (1.07 g compared to 0.58 g), particularly in treatments with *Pseudomonas putida* and *Pseudomonas veronii*. These findings indicate that *Pseudomonas* spp. does not directly reduce infection, but helps to mitigate its effects and improve plant growth, supporting its potential as a biocontrol agent in tobacco cultivation.

Keywords: plant growth-promoting bacteria (PGPR); phytopathogens; plant response

Artículo recibido 02 febrero 2026
Aceptado para publicación: 27 febrero 2026



INTRODUCCIÓN

El tabaco es un cultivo de gran importancia a nivel industrial que se ha cultivado durante siglos. Su producción se centra principalmente en sus hojas, las cuales se utilizan como materia prima para la elaboración de cigarrillos, puros y otros productos derivados del tabaco (Mavroeidis et al., 2024; Suatunce-Zambrano et al., 2025).

Su productividad y calidad pueden verse seriamente afectadas por diversas enfermedades, entre las que destaca el marchitamiento vascular causado por *Fusarium oxysporum*, generando obstrucción del transporte de agua y nutrientes, lo que conduce a la reducción del crecimiento y, en casos severos, a la muerte del hospedero (LaMondia, 2015) (Michielse & Rep, 2009).

Diversas bacterias del género *Enterobacter* también han sido reportadas como agentes asociados a enfermedades en plantas. *Enterobacter hormaechei* ha sido identificado como el agente causal de pudriciones en tallos *Hylocereus costaricensis* en Costa Rica, confirmándose su patogenicidad mediante análisis morfológicos y moleculares (Retana-Sánchez et al., 2019).

En los últimos años, el uso de microorganismos con actividad antagonista ha sido considerado una alternativa sostenible para el manejo de enfermedades en plantas. Dentro de estos, las bacterias del género *Pseudomonas* han sido ampliamente estudiadas debido a su capacidad para producir metabolitos secundarios con actividad antifúngica y antibacteriana, tales como antibióticos, sideróforos y enzimas hidrolíticas que limitan el desarrollo de diversos fitopatógenos (Haas & Défago, 2005; Tienda et al., 2024)

Aunque numerosos estudios han demostrado la actividad antagonista de *Pseudomonas* spp. contra patógenos vegetales en condiciones de laboratorio, es necesario evaluar su desempeño en plantas bajo condiciones de invernadero, donde intervienen interacciones más complejas entre el hospedero, el patógeno y el ambiente. El objetivo del presente estudio fue evaluar el efecto biocontrolador de *Pseudomonas* spp. sobre la incidencia, severidad de la enfermedad y parámetros de crecimiento en plantas de *Nicotiana tabacum* L. infectadas con *Fusarium oxysporum* y *Enterobacter hormaechei* bajo condiciones de invernadero.

METODOLOGÍA

Microorganismos utilizados

Los fitopatógenos *Fusarium oxysporum* y *Enterobacter hormaechei* empleados en el presente estudio corresponden a aislados previamente obtenidos a partir de plantas enfermas y posteriormente identificados mediante análisis molecular por PCR (Guanquiza Calero, et al., 2025a). Por otra parte, las cinco cepas de *Pseudomonas* spp. utilizadas como bacterias antagonistas fueron previamente evaluadas por su actividad de biocontrol frente a estos patógenos en ensayos de antagonismo *in vitro* (Guanquiza Calero, et al., 2025b). Para el presente experimento, todos los microorganismos fueron reactivados en medios de cultivo apropiados antes de su utilización en los ensayos realizados bajo condiciones de invernadero.

Condiciones de invernadero

Las semillas fueron sembradas en bandejas de germinación con sustrato preparado y mantenidas bajo riego periódico hasta la germinación. A los 25 días después de la germinación, las plántulas fueron trasplantadas a recipientes plásticos con orificios de drenaje, los cuales contenían una mezcla de suelo, turba y vermiculita en proporción 2:1. Durante el desarrollo del experimento, las plantas recibieron fertilización y riego periódico cada tres días con aproximadamente 500 mL de agua por planta. El ensayo se mantuvo bajo condiciones de invernadero con una temperatura promedio de 33 °C. Se establecieron dos ensayos independientes, uno para cada fitopatógeno evaluado (*Fusarium oxysporum* y *Enterobacter hormaechei*).

Inoculación de los fitopatógenos

A las cuatro semanas de edad las plantas fueron inoculadas con *Fusarium oxysporum* y *Enterobacter hormaechei* en ensayos independientes. Para la inoculación de *F. oxysporum* se utilizó el método de herida descrito por Berruezo et al. (2021), mediante la colocación de un disco micelial de 7 mm de diámetro obtenido de cultivos desarrollados en medio PDA. El disco fue fijado en el punto de inoculación (tallo) con algodón humedecido y sellado con Parafilm para favorecer la colonización del patógeno.

Para la inoculación de *E. hormaechei*, se preparó una suspensión bacteriana con una concentración de 1×10^5 UFC mL⁻¹. Posteriormente, se inyectaron 5 µL de la suspensión en el tallo de las plantas, a aproximadamente 5 cm por encima del nivel del suelo y con un ángulo de 30°.

Aplicación de *Pseudomonas* spp.

Las cepas de *Pseudomonas* spp. se cultivaron en 50 mL de caldo nutritivo King B bajo agitación constante de 150 rpm durante 48 h. Luego, se preparó una suspensión bacteriana con una concentración de 1×10^5 UFC mL⁻¹. La inoculación se realizó mediante la aplicación de 5 mL de la suspensión bacteriana en cada planta. Este procedimiento se efectuó en dos ocasiones, durante la tercera y quinta semana de edad de las plantas, aplicando cada cepa de forma individual de acuerdo con el tratamiento correspondiente.

Evaluación de incidencia y severidad

Incidencia

Se determinó a los 25 días después de la segunda inoculación de *Pseudomonas* spp, contabilizando el número de plantas que presentaron síntomas visibles en cada tratamiento. El valor se expresó como porcentaje con respecto al total de plantas evaluadas, utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Incidencia} = \frac{\text{Numero de plantas enfermas}}{\text{Numero total de plantas}} * 100$$

Porcentaje de Severidad

Se estimó mediante una escala descriptiva de cuatro categorías basada en Cristiane-Delmadi et al. (2018) y adaptada para el estudio. Los síntomas observados en las plantas se clasificaron en los siguientes niveles: sano (0–25 %), leve (25–50 %), moderado (50–75 %) y severo (75–100 %). Esta escala se utilizó para evaluar el grado de daño ocasionado por *Fusarium oxysporum* y *Enterobacter hormaechei* en los grupos experimentales,

Tabla 1. Escala visual utilizada para la evaluación de la severidad de la enfermedad en plantas de *Nicotiana tabacum* L.

Síntomas	Agente	Sana	Leve	Moderada	Severa
externos de la	causal	Grado 1	Grado 2	Grado 3	Grado 4
hoja		(0%-25%)	(25%-50%)	(50%-75%)	(75%- 100%)
Marchitez, manchas foliares, reducción del tamaño de las hojas y deformación.	<i>F. Oxysporum</i>				
Necrosis foliar, deformaciones, marchitez, reducción del tamaño.	<i>E. hormoechei</i>				

Variables de crecimiento

Al finalizar el periodo experimental, se midieron; altura de la planta (cm), longitud de la raíz (cm), peso fresco de raíz (g). Posteriormente, las raíces fueron sometidas a un proceso de secado en estufa hasta obtener peso seco (g).

Análisis estadístico

Se estableció bajo un diseño completamente al azar con seis tratamientos y tres repeticiones, considerando cinco plantas como unidades experimentales por repetición. Este diseño se aplicó de manera independiente para los ensayos con *Fusarium oxysporum* y *Enterobacter hormaechei*, evaluándose un total de 180 plantas (Tabla 2).

Los datos correspondientes a la incidencia de la enfermedad y a las variables de crecimiento de las plantas fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA). Cuando se detectaron diferencias

significativas entre tratamientos, se aplicó la prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia de $p \leq 0.05$. La severidad de la enfermedad se estimó mediante una escala descriptiva basada en la clasificación de los síntomas observados en las plantas. Los análisis estadísticos se realizaron utilizando el software InfoStat.

Tabla 2. Tratamientos evaluados para el control de patógenos en plantas de *Nicotiana tabacum*

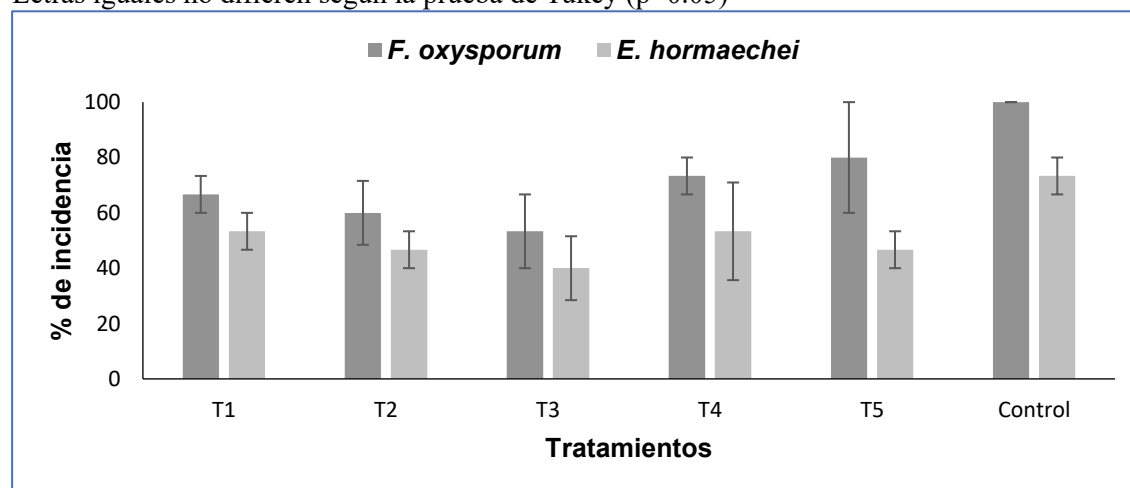
Tratamientos	Descripción	Repeticiones
T1	<i>Pseudomona putida</i> BMR 2-4 + Patógeno	3
T2	<i>Pseudomona putida</i> PB 3-6 + Patógeno	3
T3	<i>Pseudomona putida</i> BO 4-4 + Patógeno	3
T4	<i>Pseudomona protegens</i> CHAO + Patógeno	3
T5	<i>Pseudomona veronii</i> R4 + Patógeno	3
Control	Control (Patógeno)	3

RESULTADOS

Incidencia

No presentó diferencias significativas entre los tratamientos en plantas inoculadas con *Fusarium oxysporum* ($F= 1.95$; $p= 0.173$) ni con *Enterobacter hormaechei* ($F= 1.59$; $p= 0.249$). Los tratamientos con *Pseudomonas* spp. no evidenciaron una reducción significativa en la proporción de plantas enfermas en comparación con el control inoculado únicamente con el patógeno (Figura1).

Figura 1. Incidencia de la enfermedad en *Nicotiana tabacum* bajo tratamientos con *Pseudomonas* spp. Letras iguales no difieren según la prueba de Tukey ($p<0.05$)



Porcentaje de severidad

Se observó variaciones entre los tratamientos para ambos patógenos. En plantas inoculadas con *Fusarium oxysporum*, los tratamientos T1, T2, T3 y T4 se clasificaron en nivel 3 de severidad (50–75 % de afectación), mientras que el control y el tratamiento T5 presentaron nivel 4 (75–100 % de afectación) (Figura 2). De forma similar, en la inoculación con *Enterobacter hormaechei*, los tratamientos T1 y T2 se ubicaron en nivel 3, mientras que el control y los tratamientos T3, T4 y T5 mostraron nivel 4 de severidad, indicando un mayor grado de daño en las plantas (Figura 3).

Figura 2. Grado de severidad de la enfermedad causada por *Fusarium oxysporum* en plantas de *Nicotiana tabacum* bajo diferentes tratamientos con *Pseudomonas* spp.

					
T1	T2	T3	T4	T5	Control
Grado 3	Grado 3	Grado 3	Grado 3	Grado 4	Grado 4

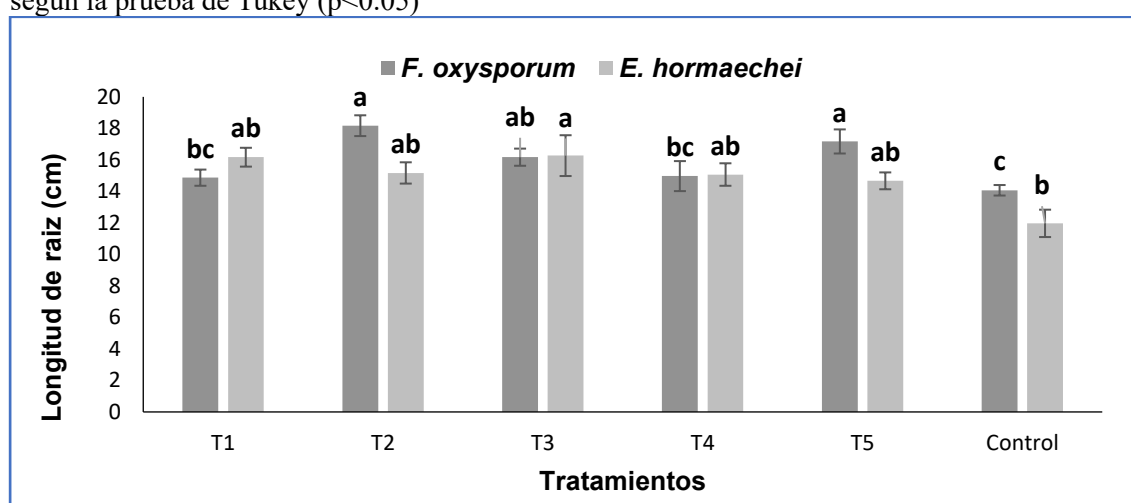
Figura 3. Grado de severidad de la enfermedad causada por *Enterobacter hormaechei* en plantas de *Nicotiana tabacum* bajo diferentes tratamientos con *Pseudomonas* spp.

					
T1	T2	T3	T4	T5	Control
Grado 3	Grado 3	Grado 4	Grado 4	Grado 4	Grado 4

Longitud radicular

La longitud de raíz inoculada con *Fusarium oxysporum* mostró diferencias significativas entre tratamientos ($F= 13.54$; $p= 0.0003$). Los tratamientos con *Pseudomonas* spp. presentaron mayores valores radiculares que el control, destacando T2 (*Pseudomonas putida* PB 3-6) y T5 (*Pseudomonas veronii* R4). En plantas inoculadas con *Enterobacter hormaechei* también se observaron diferencias significativas ($F= 3.43$; $p= 0.046$), donde T3 (*Pseudomonas putida* BO 4-4) registró el mayor crecimiento radicular (Figura 4).

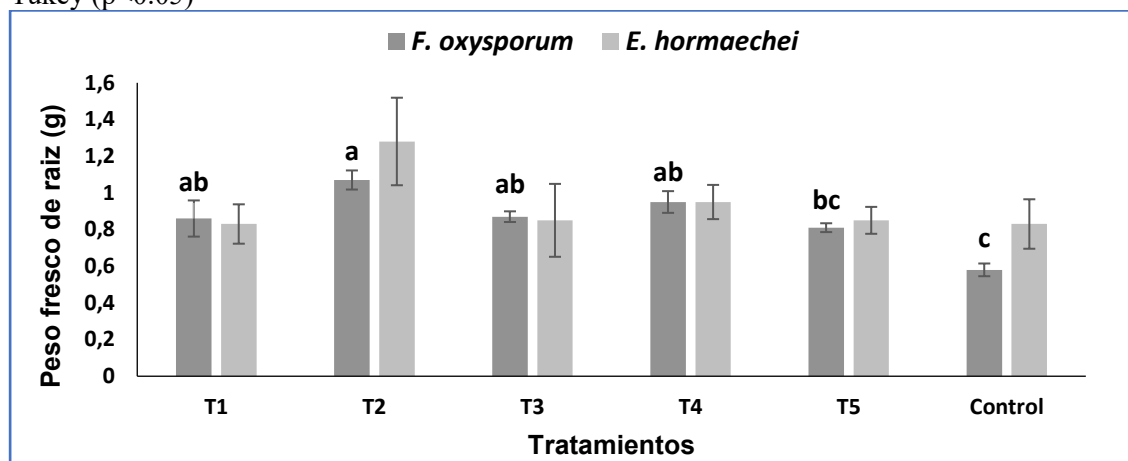
Figura 4. Longitud de raíz de plantas de *Nicotiana tabacum* inoculadas con *Fusarium oxysporum* y *Enterobacter hormaechei* bajo diferentes tratamientos con *Pseudomonas* spp. Letras iguales no difieren según la prueba de Tukey ($p<0.05$)



Altura de planta

Hubo diferencias significativas entre tratamientos, *Fusarium oxysporum* ($F=5.27$; $p= 0.0125$) como con *Enterobacter hormaechei* ($F= 5.17$; $p= 0.0133$). En presencia de *F. oxysporum*, el tratamiento T2 (*Pseudomonas putida* PB 3-6) presentó el mayor crecimiento en comparación con el control. De manera similar, en plantas inoculadas con *E. hormaechei*, el tratamiento T1 (*Pseudomonas putida* BMR 2-4) registró la mayor altura de planta (Figura 5).

Figura 5. Altura de plantas de *Nicotiana tabacum* inoculadas con *Fusarium oxysporum* y *Enterobacter hormaechei* bajo tratamientos con *Pseudomonas* spp. Letras iguales no difieren según la prueba de Tukey ($p < 0.05$)



Biomasa radicular

La biomasa radicular de *Nicotiana tabacum* inoculada con *Fusarium oxysporum* presentó diferencias significativas entre tratamientos. El peso fresco de raíz mostró diferencias estadísticas ($F = 10.95$; $p = 0.0008$), donde el tratamiento T2 (*Pseudomonas putida* PB 3-6) presentó los valores más altos en comparación con el control (Figura 6). El peso seco de raíz también evidenció diferencias significativas ($F = 7.46$; $p = 0.0037$), destacándose el tratamiento T5 (*Pseudomonas veronii* R4) (Figura 7). Por otro lado, las plantas inoculadas con *Enterobacter hormaechei* no se observaron diferencias significativas entre tratamientos (Figura 6 y 7).

Figura 6. Peso fresco radicular en plantas de *Nicotiana tabacum* inoculadas con *Fusarium oxysporum* y *Enterobacter hormaechei* bajo tratamientos con *Pseudomonas* spp. Letras iguales no difieren según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).

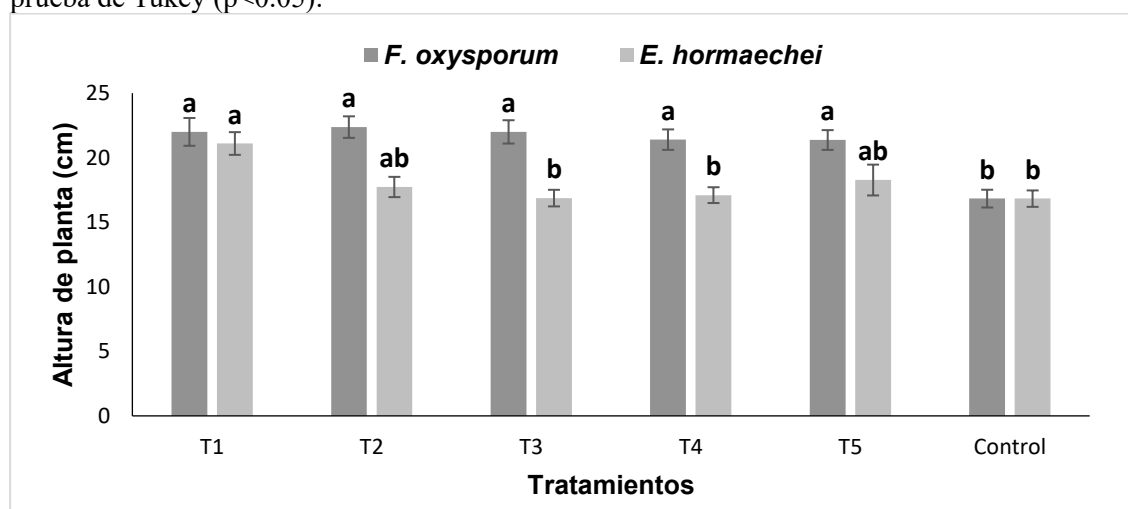
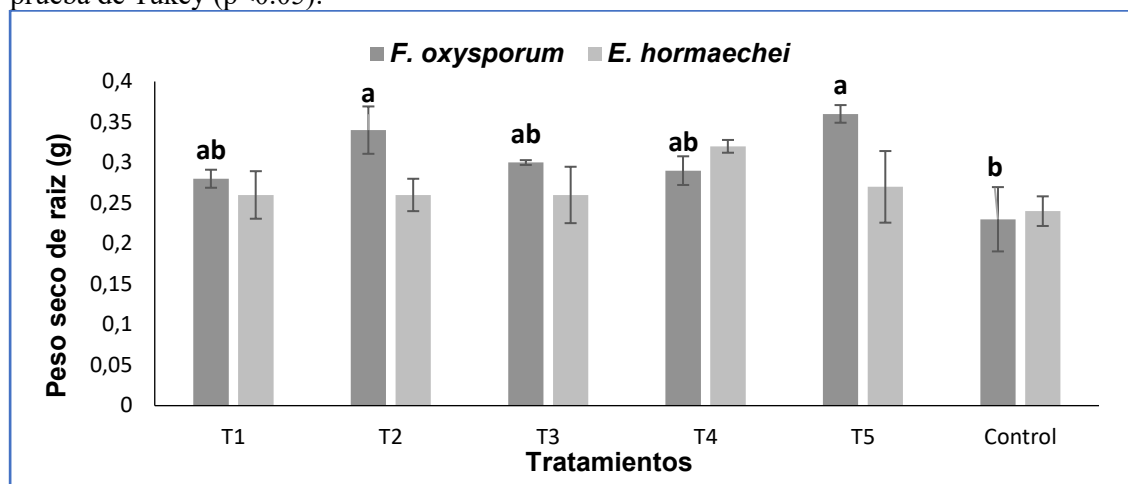


Figura 7. Peso seco radicular en plantas de *Nicotiana tabacum* inoculadas con *Fusarium oxysporum* y *Enterobacter hormaechei* bajo tratamientos con *Pseudomonas* spp. Letras iguales no difieren según la prueba de Tukey ($p < 0.05$).



DISCUSIÓN

En el presente estudio, aunque no se observaron diferencias significativas en la incidencia de la enfermedad entre los tratamientos, sí se evidenciaron variaciones en la severidad y en algunos parámetros de crecimiento vegetal. Resultados similares han sido reportados en investigaciones previas, donde la inoculación con bacterias no siempre reduce completamente la incidencia de la enfermedad, pero puede disminuir la intensidad del daño y mejorar la tolerancia de las plantas al estrés causado por los patógeno (Hakim et al., 2021).

En relación con el efecto promotor del crecimiento observado, la longitud de la raíz y la altura de la planta mostraron incrementos en los tratamientos con las cepas *Pseudomonas putida* y *Pseudomonas veronii*. Asimismo, se registró un aumento significativo en el peso fresco y seco de la raíz en las plantas tratadas con *P. putida*, *P. veronii* y *Pseudomonas protegens*. Estos resultados respaldan lo reportado en diversos estudios que describen a *Pseudomonas* spp. como rizobacterias promotoras del crecimiento vegetal (PGPR), capaces de estimular el desarrollo de las plantas debido a la producción de hormonas vegetales y la solubilización de nutrientes (Abo-Zaid et al., 2023; Hernández-Hernández et al., 2018).

Otras investigaciones también han demostrado que *Pseudomonas* spp. posee una notable capacidad de biocontrol frente a fitopatógenos del suelo, particularmente hongos como *Fusarium oxysporum*. Este efecto antagonista se asocia principalmente con la producción de metabolitos secundarios con actividad antimicrobiana, entre los que se incluyen antibióticos, enzimas hidrolíticas y sideróforos, los cuales

limitan el crecimiento y la colonización de los patógenos en la rizosfera (Molina-Romero et al., 2015; Pandey & Gupta, 2020) (Bennis et al., 2023) (Santos et al., 2024).

CONCLUSIÓN

La inoculación con *Pseudomonas spp.* favoreció el desarrollo agronómico de *Nicotiana tabacum* L. en presencia de *Fusarium oxysporum* y *Enterobacter hormaechei*, evidenciado en mejoras en variables de crecimiento y biomasa, a pesar de no registrarse diferencias significativas en la incidencia de la enfermedad. Estos resultados sugieren que el efecto de estas bacterias se relaciona más con la atenuación del daño y la mejora de la tolerancia vegetal que con la supresión directa de la infección. Las cepas evaluadas, particularmente *Pseudomonas putida* y *Pseudomonas veronii*, destacan por su potencial como agentes de biocontrol y promotores del crecimiento, lo que respalda su posible incorporación en estrategias de manejo sostenible en el cultivo de tabaco.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ) por las facilidades brindadas para el desarrollo de esta investigación, especialmente a los laboratorios de Biotecnología Y Microbiología. De igual manera, se reconoce el apoyo del personal encargado de los laboratorios durante la ejecución del ensayo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abo-Zaid, G. A., Abdullah, A. S., Soliman, N. A.-M., El-Sharouny, E. E., Al-Askar, A. A., Su, Y., Abdelkhalek, A., & Sabry, S. A.-F. (2023). Evaluation of Bio-Friendly Formulations from Siderophore-Producing Fluorescent *Pseudomonas* as Biocontrol Agents for the Management of Soil-Borne Fungi, *Fusarium oxysporum* and *Rhizoctonia solani*. *Agriculture*, 13(7). <https://doi.org/10.3390/agriculture13071418>
- Bennis, M., Kaddouri, K., Badaoui, B., Bouhnik, O., Chaddad, Z., Perez-Tapia, V., Lamin, H., Alami, S., Lamrabet, M., Abdelmoumen, H., Bedmar, E. J., & Missbah El Idrissi, M. (2023). Plant growth promoting activities of *Pseudomonas sp.* And *Enterobacter sp.* Isolated from the rhizosphere of *Vachellia gummifera* in Morocco. *FEMS Microbiology Ecology*, 99(11), fiad114. <https://doi.org/10.1093/femsec/fiad114>



- Berruezo, L. A., Harries, E. M., Galván, M. Z., Stenglein, S. A., & Cárdenas, G. M. (2021). Evaluation of tolerance to *Fusarium oxysporum* and *Fusarium solani* in Virginia-type tobacco (*Nicotiana tabacum* L.) varieties under controlled conditions in Northwestern Argentina. *Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo*, 53(2), 214-224. <https://doi.org/10.48162/rev.39.054>
- Cristiane-Delmadi, L., De Pieri, C., Sander-Porcena, A., & Luiz-Furtado, E. (2018). Escala diagramática para cuantificación de la severidad de la roya en hojas de teca. *Revista Mexicana de Fitopatología, Mexican Journal of Phytopathology*, 36(2). <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1708-5>
- Guanokuiza Calero, J. C., Abasolo Pacheco, F., & Macias Holguin, C. J. (2025a). Capacidad In Vitro de los Metabolitos de *Pseudomonas* Spp. Para Inhibir Patógenos Asociados al Cultivo de *Nicotiana Tabacum* L. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(6), 450-459. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i6.20870
- Guanokuiza Calero, J. C., Freire Vaca, E. R., & Quintana Zambrano, J. J. (2025b). Caracterización morfológica y molecular de fitopatógenos causantes de pudrición del tallo en *Nicotiana tabacum* L. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 9(3), 1244-1255. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.17723
- Haas, D., & Défago, G. (2005). Biological control of soil-borne pathogens by fluorescent pseudomonads. *Nature Reviews Microbiology*, 3(4), 307-319. <https://doi.org/10.1038/nrmicro1129>
- Hakim, S., Naqqash, T., Nawaz, M. S., Laraib, I., Siddique, M. J., Zia, R., Mirza, M. S., & Imran, A. (2021). Rhizosphere Engineering With Plant Growth-Promoting Microorganisms for Agriculture and Ecological Sustainability. *Frontiers in Sustainable Food Systems*, 5. <https://doi.org/10.3389/fsufs.2021.617157>
- Hernández-Hernández, E. J., Hernández-Ríos, I., Almaraz-Suarez, J. J., López-López, A., Torres-Aquino, M., Morales Flores, F. J., Hernández-Hernández, E. J., Hernández-Ríos, I., Almaraz-Suarez, J. J., López-López, A., Torres-Aquino, M., & Morales Flores, F. J. (2018). Caracterización in vitro de rizobacterias y su antagonismo con hongos causantes del damping



- off en chile. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 9(3), 525-537.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v9i3.335>
- LaMondia, J. A. (2015). Fusarium wilt of tobacco. *Crop Protection, Ecology and management of Fusarium diseases*, 73, 73-77. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.03.003>
- Mavroeidis, A., Stavropoulos, P., Papadopoulos, G., Tsela, A., Roussis, I., & Kakabouki, I. (2024). Alternative Crops for the European Tobacco Industry: A Systematic Review. *Plants*, 13(2), 236.
<https://doi.org/10.3390/plants13020236>
- Michielse, C. B., & Rep, M. (2009). Pathogen profile update: Fusarium oxysporum. *Molecular Plant Pathology*, 10(3), 311-324. <https://doi.org/10.1111/j.1364-3703.2009.00538.x>
- Molina-Romero, D., Bustillos-Cristales, M. del R., Rodríguez-Andrade, O., Morales-García, Y. E., Santiago-Saenz, Y., Castañeda-Lucio, M., & Muñoz-Rojas, J. (2015). Vista de Mecanismos de fitoestimulación por rizobacterias, aislamientos en América y potencial biotecnológico | Biológicas Revista de la DES Ciencias Biológico Agropecuarias Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. *Biológicas*, 17(2), 24-34.
- Pandey, S., & Gupta, S. (2020). Evaluation of Pseudomonas sp. For its multifarious plant growth promoting potential and its ability to alleviate biotic and abiotic stress in tomato (Solanum lycopersicum) plants. *Scientific Reports*, 10, 20951. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77850-0>
- Retana-Sánchez, K., Castro-Zúñiga, O., Blanco-Meneses, M., Quesada-González, A., Retana-Sánchez, K., Castro-Zúñiga, O., Blanco-Meneses, M., & Quesada-González, A. (2019). Etiología de las pudriciones en el tallo DE Hylocereus costaricensis, Provocadas por Enterobacter hormaechei, en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 43(2), 61-73.
<https://doi.org/10.15517/rac.v43i2.37949>
- Santos, A. M., Soares, A., Luz, J., Cordeiro, C., Silva, M. S., Dias, T., Melo, J., Cruz, C., & Carvalho, L. (2024). Microbial Interactions as a Sustainable Tool for Enhancing PGPR Antagonism against Phytopathogenic Fungi. *Sustainability*, 16(5). <https://doi.org/10.3390/su16052006>
- Suatunce-Zambrano, P., López-Bósquez, J., Pincay-Ronquillo, W., Campi-Mayorga, J., & Heredia-Pinos, M. (2025). Enmiendas biológicas con fertilización mineral en la producción de tabaco en



el subtrópico de La Maná. *Ciencia y Tecnología*, 18(1), 31-40.
<https://doi.org/10.18779/cyt.v18i1.895>

Tienda, S., Vida, C., Villar-Moreno, R., de Vicente, A., & Cazorla, F. M. (2024). Desarrollo de un consorcio de biocontrol basado en *Pseudomonas* con colonización eficaz de raíces y efectos secundarios beneficiosos extendidos para plantas sometidas a estrés por altas temperaturas. *Microbiological Research*, 285, 127761. <https://doi.org/10.1016/j.micres.2024.127761>

