



Artículo

Potencial de un compuesto biológico en ultra-dilución para el manejo de la marchitez bacteriana del banano *Ralstonia solanacearum*

Potential of an ultra-diluted biological compound for the management of bacterial wilt in banana *Ralstonia solanacearum*

Andy Beatriz Guato Molina ¹, Fernando Abasolo-Pacheco ^{2*}, Hugo Gabriel Coroso Muñoz ³, Victor Jorge Garcia Gallirgos ⁴ y Viviana Lisseth Suarez Chichande ⁵

¹ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Posgrado, Ecuador, Quevedo; <https://orcid.org/0009-0009-8444-3514>, guatoandy04@gmail.com

² Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales, Ecuador, Quevedo; <https://orcid.org/0000-0003-2268-7432>

³ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Facultad de Posgrado, Ecuador, Quevedo; <https://orcid.org/0009-0000-3192-348X>, coroso_gabriel@hotmail.com

⁴ Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Dirección de Investigación, Ciencia y Tecnología Ecuador, Quevedo; <https://orcid.org/0000-0003-4547-6187>; victor.garcia2016@uteq.edu.ec

⁵ Investigadora Independiente, Ecuador, Quevedo; <https://orcid.org/0000-0001-9599-0833>; vivianitasuarez10@gmail.com

* Correspondencia: fabasolo@uteq.edu.ec

Cita: Guato Molina, A. B., Abasolo-Pacheco, F., Coroso Muñoz, H. G., Garcia Gallirgos, V. J., & Suarez Chichande, V. L. (2026). Potencial de un compuesto biológico en ultra-dilución para el manejo de la marchitez bacteriana del banano *Ralstonia solanacearum*. *Multidisciplinary Collaborative Journal*, 4(2), 79-101. <https://doi.org/10.70881/mcj/v4/n2/153>

Recibido: 05/03/2026

Revisado: 08/04/2026

Aceptado: 12/04/2026

Publicado: 17/05/2026



Copyright: © 2026 por los autores. Este artículo es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos y condiciones de la [Licencia Creative Commons, Atribución-NoComercial 4.0 Internacional \(CC BY-NC\)](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/).

(<https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>)



<https://doi.org/10.70881/mcj/v4/n2/153>

Resumen: La marchitez bacteriana del banano causada por *Ralstonia solanacearum* es una limitante fitopatológica severa para la producción de *Musa* spp. Con el fin de explorar alternativas de manejo, se evaluó un compuesto biológico altamente diluido (CBAD) en ensayos de laboratorio e invernadero bajo condiciones semicontroladas. Se empleó un diseño completamente al azar con arreglo factorial y tres diluciones: 1C (10⁻²), 3C (10⁻⁶) y 6C (10⁻¹²), aplicadas por vía foliar y edáfica. Se midieron altura, número de hojas y diámetro de pseudotallo, así como la severidad de la enfermedad. La aplicación edáfica a 3C mostró el mejor desempeño, con incrementos estadísticamente significativos en crecimiento y reducción de severidad y daño atribuible al patógeno frente a las demás combinaciones. En general, las aplicaciones edáficas superaron a las foliares en respuesta fitoprotectora. En conclusión, el CBAD aplicado al suelo, particularmente a 3C, presenta potencial como componente de un manejo sostenible, siendo recomendable su validación en campo.

Palabras clave: ultradilución; fitoprotección; marchites; banano.

Abstract: Bacterial wilt of banana caused by *Ralstonia solanacearum* is a severe phytopathological constraint on the production of *Musa* spp. In order to explore management alternatives, a highly diluted biological compound (CBAD) was evaluated in laboratory and greenhouse trials under semi-controlled conditions. A completely randomized design with a factorial arrangement and three dilutions was used: 1C (10⁻²), 3C (10⁻⁶), and 6C (10⁻¹²), applied via foliar and soil application. Height, number of leaves, pseudostem diameter, and disease severity were measured. Soil application at 3C showed the best performance, with statistically

significant increases in growth and reduction in severity and damage attributable to the pathogen compared to the other combinations. In general, soil applications outperformed foliar applications in terms of phytoprotective response. In conclusion, CBAD applied to the soil, particularly at 3C, has potential as a component of sustainable management, and its validation in the field is recommended.

Keywords: ultradilution; phytoprotection; wilting; banana.

1. Introducción

La producción bananera sostiene una parte estratégica de la economía agrícola del Ecuador y se beneficia de condiciones ambientales que favorecen la diversificación de cultivos (Valle-Carrión et al. 2017). En términos macroeconómicos, el banano aporta el 2 % del PIB total y el 35 % del PIB agrícola, lo que confirma su peso en la estructura productiva nacional (CFN 2024). Esta importancia se expresa también en la expansión reciente del sistema, en 2023 la superficie de cosecha crece 4,6% hasta 175.181 ha y la producción alcanza 7,2 millones de toneladas anuales, con una alta concentración territorial, pues Los Ríos contribuye con el 42% del volumen nacional (CFN 2024). En consecuencia, amenazas fitosanitarias que comprometen el rendimiento y la permanencia del cultivo adquieren relevancia económica y ambiental.

Dentro de esas amenazas, la marchitez bacteriana del banano (moko) causada por *Ralstonia solanacearum* se posiciona como un problema crítico por su agresividad, alta capacidad de dispersión y el daño fisiológico que induce, afectando el sistema vascular de la planta y provocando marchitez y muerte (Ramírez et al., 2020; Vinatzer, 2012; Yuliar y Toyota, 2015). La enfermedad conduce a la muerte de la planta y se asocia al taponamiento del sistema vascular, lo que impide el flujo normal de agua y nutrientes (Veloz 2015). Su avance se intensifica en zonas productoras, durante 2024 se reportan 7874,9 ha afectadas en la provincia de Los Ríos, cifra correspondiente únicamente a las áreas oficialmente registradas (Agrocalidad 2024). Este escenario delimita un problema científico central, cómo disminuir el impacto de *R. solanacearum* en banano mediante estrategias compatibles con sostenibilidad y manejo integrado.

Las medidas de contención se apoyan en protocolos de bioseguridad orientados a limitar la dispersión; sin embargo, la persistencia del patógeno constituye una restricción operativa relevante, ya que la bacteria puede permanecer hasta 195 días después de tratamientos con herbicidas, lo que evidencia su alta resistencia (Barrios et al. 2011). Esta condición refuerza la necesidad de alternativas que complementen la bioseguridad y reduzcan la presión de la enfermedad sin añadir externalidades negativas en el agroecosistema.

En este marco, los compuestos biológicos altamente diluidos (CBAD) se proponen como una vía de interés por su potencial como inductores de resistencia sistémica. La literatura reporta resultados promisorios en otros patosistemas, CBAD elaborados a partir de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* en tomate, aplicados por vía foliar, edáfica e inyectada, reducen hasta

50% la severidad y mejoran el estado fisiológico de las plantas (Abasolo-Pacheco et al. 2020). De manera similar, compuestos bioactivos derivados (CBAD) de *Lasiodiplodia theobromae* reducen hasta 73% la severidad del patógeno en plántulas de cacao, con mejoras en variables agronómicas; además, un compuesto obtenido del gusano cogollero disminuye la incidencia de esta plaga en maíz (Abasolo-Pacheco et al. 2025). En conjunto, estos antecedentes sostienen la pertinencia de evaluar CBAD en el sistema banano-*R. solanacearum*. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo es evaluar un CBAD derivado de *R. solanacearum* en plantas de banano infectadas con el patógeno, bajo condiciones experimentales.

2. Materiales y Métodos

2.1. Sitio del estudio y enfoque experimental

El estudio se realizó en la parroquia San Camilo, sector “El Pantano”, cantón Quevedo, provincia de Los Ríos (Ecuador), en un invernadero experimental localizado a -1.16099 de latitud y -79.47881 de longitud, a 74 m s.n.m. La zona correspondió a un clima tropical húmedo, con temperatura media de $25,4$ °C, precipitación anual de 3029,3 mm, humedad relativa aproximada de 88 % y alrededor de 894 h/año de radiación. La investigación se desarrolló con enfoque experimental e incluyó dos fases complementarias, ensayos de laboratorio y ensayos en invernadero bajo condiciones semicontroladas.

2.2. Diseño experimental y estructura de tratamientos

Se empleó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo bifactorial. El factor A correspondió al método de aplicación del tratamiento (foliar y edáfico) y el factor B a las diluciones centesimales del compuesto biológico altamente diluido (CBAD): 1C (10^{-2}), 3C (10^{-6}) y 6C (10^{-12}). En total se consideraron nueve tratamientos, seis combinaciones factoriales (2×3) y tres controles (sin aplicación, CBAD y *R. solanacearum*). El experimento se condujo con tres repeticiones, sumando 105 unidades (Tabla 1).

Tabla 1.

Esquema de los tratamientos aplicados en plantas de banano

Tratamientos	Descripción
T1(a1b1)	Foliar + 1C (concentración alta: 10^{-2})
T2(a1b2)	Foliar + 3C (concentración media: 10^{-6})
T3(a1b3)	Foliar + 6C (concentración baja: 10^{-12})
T4(a2b1)	Edáfico + 1C (concentración alta: 10^{-2})
T5(a2b2)	Edáfico + 3C (concentración media: 10^{-6})
T6(a2b3)	Edáfico + 6C (concentración baja: 10^{-12})
T7(Control 1)	Sin aplicación

T8(Control 2)

CBAD

T9(Control 3)

R. solanacearum

2.3. Aislamiento, patogenicidad y confirmación de *R. solanacearum*

La bacteria se aisló a partir de tejido vegetal con síntomas compatibles. Los fragmentos ($\approx 5 \text{ mm}^2$) se desinfectaron con alcohol al 96 % y posteriormente con hipoclorito de sodio al 0,5 %, y se maceraron en buffer Tris-HCl (10 mM) con EDTA (1 mM) a pH 7,6. La suspensión se sembró en medio selectivo TZC e incubó a 28 °C durante 3–5 días, identificando colonias típicas mediante criterios morfológicos; la preparación del medio TZC se realizó conforme a Denny (2001). La patogenicidad se verificó mediante postulados de Koch, se ajustó la suspensión bacteriana a 10^6 UFC/mL, se inocularon plántulas sanas y se registraron síntomas entre 7 y 14 días postinoculación, realizando el reisolamiento en TZC. La identidad del patógeno se complementó con PCR (Seal et al. 1993; Seal et al. 1999), considerando un producto esperado de 288 pb, y se confirmó por secuenciación Sanger (Cellier et al. 2015).

2.4. Elaboración del CBAD y preparación de diluciones

El compuesto biológico altamente diluido (CBAD) se elaboró a partir de biomasa bacteriana (1 g) en etanol. La ruptura celular se realizó con disruptor, seguida de ciclos de choque térmico (80 °C/–20 °C), centrifugación a 10 000 rpm y obtención de tintura madre bajo un procedimiento 1:10, conforme a Mazón-Suástegui et al. (2019). Posteriormente, se prepararon las diluciones centesimales de trabajo mediante diluciones seriadas 1:100 hasta alcanzar 1C (10^{-2}), 3C (10^{-6}) y 6C (10^{-12}).

2.5. Preparación del inóculo, inoculación y aplicación de tratamientos

La cepa se cultivó en SMSA (28 °C, 48 h) y se multiplicó en caldo nutritivo (150 rpm, 28 °C, 24 h). La suspensión se ajustó a 1×10^8 UFC/mL y luego se diluyó 1:100 para obtener una concentración de inoculación de 1×10^6 UFC/mL. Cada plántula se inoculó con 0,25 mL sobre la raíz mediante punción y se mantuvo a 28 °C \pm 2 con 70–80 % de humedad relativa. La aplicación del CBAD se realizó en tres momentos (0, 10 y 20 días), utilizando 200 mL por planta y aplicándolo por vía foliar o edáfica de acuerdo con el tratamiento asignado.

2.6. Muestreo de suelo y cuantificación de UFC

Se efectuó muestreo de suelo en dos momentos, después de la inoculación y al finalizar las aplicaciones. Las submuestras por tratamiento se homogenizaron, se tomaron 10 g y se suspendieron en 100 mL de buffer fosfato de potasio (pH 7,0). A partir de esta suspensión se prepararon diluciones seriadas 1:10; se sembraron 200 μ L en medio TZC con tres repeticiones por dilución, se incubó

entre 24 y 72 h a 30 °C y se realizó el recuento, expresando la carga como UFC×10 g⁻¹ conforme al procedimiento reportado por Barrios et al. (2011).

2.7. Variables de respuesta, severidad, daño y crecimiento

La severidad de la enfermedad se evaluó con una escala ordinal de 0 a 4 (0: sin síntomas; 4: muerte de la planta), iniciando desde los 10 días postinoculación y realizando lecturas a los 10, 20, 30 y 40 días (Gómez et al. 2004). La severidad se expresó además en porcentaje mediante la ecuación de McKinney (1923).

$$\% \text{ Severidad} = \frac{\sum(v \times n)}{N \times V} \times 100$$

El daño del pseudotallo se determinó a los 40 días mediante corte transversal, estimando el porcentaje del tejido vascular afectado (Alfaro et al. 2024). En paralelo, se registraron variables agronómicas de crecimiento, altura de planta (cm), número de hojas funcionales completamente desplegadas y diámetro del pseudotallo (cm, medido a 10 cm de la base), con mediciones a los 10, 20, 30 y 40 días, siguiendo los criterios descritos por Terrero et al. (2025) y Aldana et al. (2020). La cuantificación de UFC en suelo se consideró como indicador complementario de presencia bacteriana y se reportó para 7 dpi y 40 dpi, de acuerdo con el protocolo aplicado.

2.8. Análisis estadístico

Los datos se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) para estimar los efectos del método de aplicación (A), la dilución (B) y su interacción (A×B). La comparación de medias se realizó con la prueba de Tukey con un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$.

3. Resultados

3.1. Porcentaje de severidad

A los 10 días, el método de aplicación (factor A) no fue significativo ($p = 0,0566$) y la dilución (factor B) tampoco ($p = 0,9741$). Sin embargo, la aplicación edáfica (a2) mostró menor severidad (26,67%) que la foliar (a1; 33,89%), mientras que las diluciones 1C, 3C y 6C presentaron valores muy cercanos (30,00–30,83%). A los 20 días se mantuvo la ausencia de significancia (A: $p = 0,2442$; B: $p = 0,8796$), pero persistió la tendencia favorable del tratamiento edáfico (38,9% vs 43,9% foliar), con medias similares entre diluciones (1C = 40,0%; 3C = 41,67%; 6C = 42,50%).

A los 30 días, el factor A fue significativo ($p = 0,0424$) y redujo la severidad en edáfico (50,0%) frente a foliar (60,6%), sin efecto de B ($p = 0,4432$). A los 40 días, A fue altamente significativo ($p = 0,0037$) y mantuvo menor severidad en edáfico (55,6% vs 72,2%), mientras B continuó sin significancia ($p = 0,0822$) (Tabla 2).

Tabla 2.

Efecto del método de aplicación y de la dilución sobre el porcentaje de severidad de la enfermedad a los 10, 20, 30 y 40 días

Descripción	% de severidad (10 días)	% de severidad (20 días)	% de severidad (30 días)	% de severidad (40 días)
Método de aplicación (FA)				
A1: Foliar	33,89 a	43,89 a	60,56 a	72,22 a
A2: Edáfico	26,67 a	38,89 a	50,00 b	55,56 b
Dilución centesimal (FB)				
B1: 1C (10 ⁻²)	30,83	42,50	59,17	70,83
B2: 3C (10 ⁻⁶)	30,00	41,67	55,00	64,17
B3: 6C (10 ⁻¹²),	30,00	40,00	51,67	56,67

Nota: FA= factor A. FB= Factor B. Letras diferentes denotan diferencias significativas (P < 0.05) entre factores.

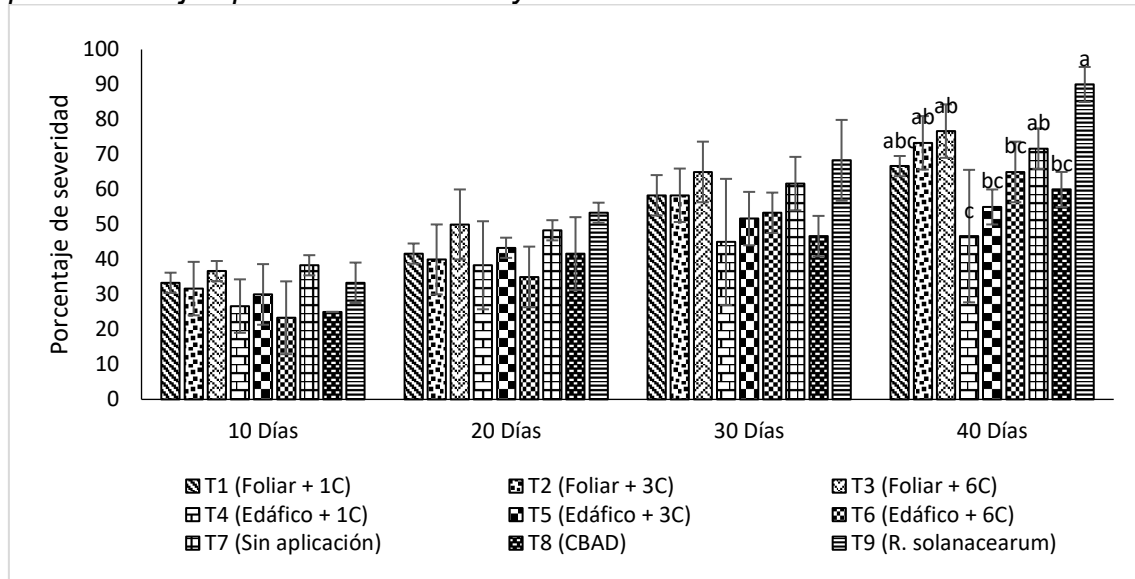
La interacción entre el método de aplicación y la dilución no fue significativa en ninguno de los tiempos evaluados (10 días: p = 0,4056; 20 días; p = 0,22; 30 días: p = 0,8329; 40 días: p = 0,7462), indicando que la eficacia de la aplicación edáfica o foliar sobre la severidad se mantiene independientemente de la concentración utilizada. Estos resultados sugieren que la reducción de severidad depende principalmente del método de aplicación, siendo la aplicación edáfica consistentemente más efectiva que la foliar.

El análisis de los tratamientos mostró que, a los 10 y 20 días, no se detectaron diferencias significativas, con valores de severidad que oscilaron entre 23,33 % y 38,33 % a los 10 días y entre 35,00 % y 53,33 % a los 20 días. A partir de los 30 días, a pesar de no presentar diferencias estadísticas, se observaron promedios entre 45,00 % y 68,33 %.

A los 40 días, las diferencias entre tratamientos fueron más pronunciadas. El tratamiento T4 (Edáfico + 1C) presentó la severidad más baja (46,67 %), significativamente menor que T9 (R. solanacearum) cuyo porcentaje de severidad fue 90,00 %. Los tratamientos T5 (Edáfico + 3C), T8 (CBAD comercial) y T6 (Edáfico + 6C) mostraron valores intermedios de severidad, con 55,00 %, 60,00 % y 65,00 %, respectivamente (Figura1).

Figura 1.

Efecto de los tratamientos de CBAD en el porcentaje de severidad de las plántulas bajo aplicaciones foliares y edáficas a diferentes diluciones.

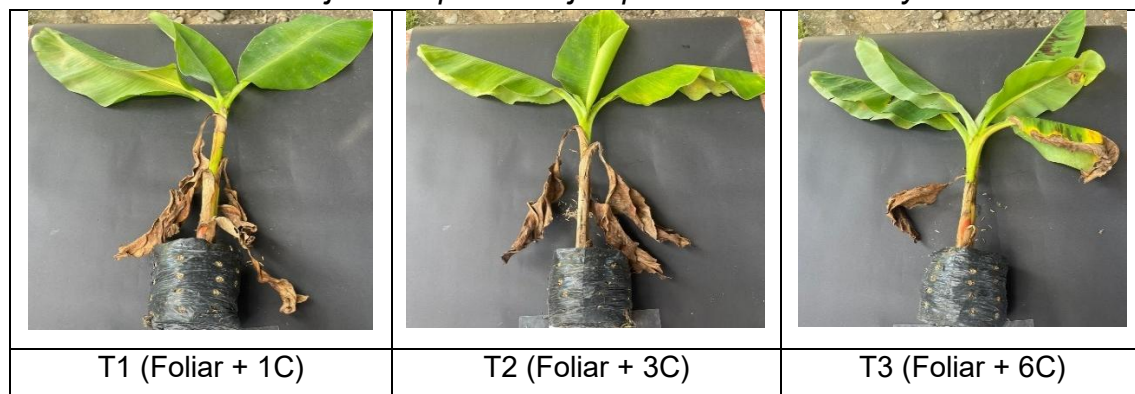








Nota: Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos, si no hay letras no denotan diferencias significativas.

En la Figura 2 se evidencia la severidad de la infección en hojas provocada por *R. solanacearum* en plántulas de banano en los tratamientos con diferentes métodos de aplicación y diluciones, T1 (Foliar + 1C), T2 (Foliar + 3C), T3 (Foliar + 6C), T4 (Edáfico + 1C), T5 (Edáfico + 3C), T6 (Edáfico + 6C) y los tratamientos controles, T7 (sin aplicación), T8 (CBAD comercial) y T9 con inoculación de *R. solanacearum* sin tratamiento.

Figura 2.

*Severidad de infección de *Ralstonia solanacearum* en plántulas de banano tratadas con CBAD bajo el esquema bajo aplicaciones foliares y edáficas.*



		
T4 (Edáfico + 1C)	T5 (Edáfico + 3C)	T6 (Edáfico + 6C)
		
T7 (sin aplicación)	T8 (CBAD)	T9 (R. solanacearum)

Nota: 1C (10^{-2}), 3C (10^{-6}) y 6C (10^{-12}).

3.2. Porcentaje de daño del pseudotallo

El análisis de varianza mostró diferencias significativas entre factores. En cuanto al método de aplicación (Factor A), se detectaron diferencias altamente significativas ($p < 0,0001$). La aplicación edáfica (A2) redujo drásticamente el daño, alcanzando un promedio de 4,22 %, mientras que la aplicación foliar (A1) registró 51,62 %. Respecto a la dilución centesimal (Factor B), se observó un efecto estadísticamente significativo, aunque de menor magnitud ($p = 0,0412$). No obstante, las comparaciones múltiples (Tukey, $\alpha = 0,05$) no mostraron diferencias entre diluciones, ya que los valores fueron estadísticamente similares, 1C = 25,43 %, 3C = 25,17 % y 6C = 33,17 %. Esto indica que, aunque el modelo detecta efecto de B, las diluciones no presentaron contrastes en los promedios (Tabla 3).

Tabla 3.

Efecto del método de aplicación y de la dilución sobre el porcentaje de daño del pseudotallo de plántulas de banano a los 40 días después de inoculación

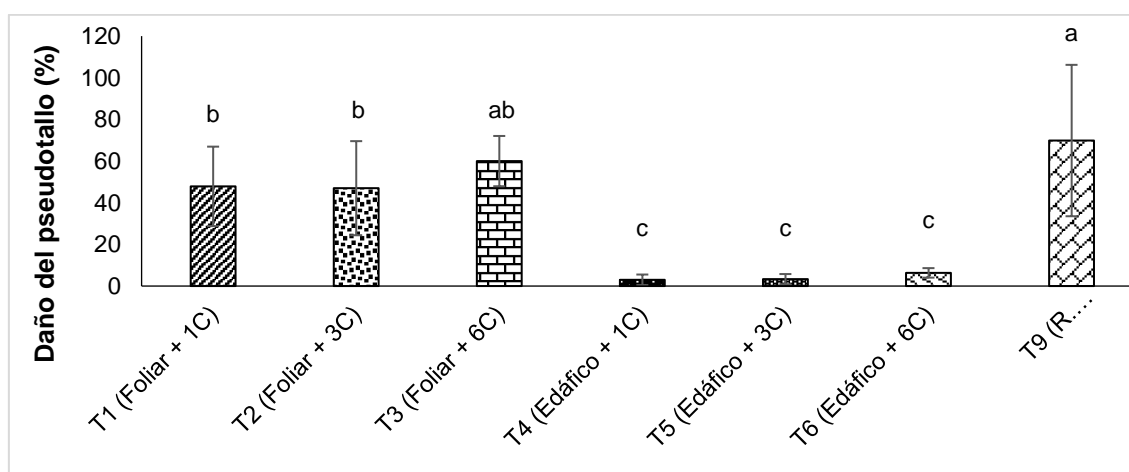
Descripción	% daño del pseudotallo
Método de aplicación (FA)	
A1: Foliar	51,62 a
A2: Edáfico	4,22 b
Dilución centesimal (FB)	
B1: 1C (concentración alta: 10^{-2})	25,43 a
B2: 3C (concentración media: 10^{-6})	25,17 a
B3: 6C (concentración baja: 10^{-12}),	33,17 a

Nota: FA= factor A. FB= Factor B. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre factores.

La interacción entre método de aplicación y dilución no fue significativa para el daño en pseudotallo a los 40 días ($p = 0,3061$), lo que indica que el comportamiento del método se mantuvo independientemente de la concentración. En consecuencia, la reducción del daño se explicó principalmente por la vía de aplicación, destacándose la aplicación edáfica como la más efectiva, mientras que la dilución no modificó la respuesta del pseudotallo. A los 40 días se observaron diferencias significativas entre tratamientos, T4 (Edáfico + 1C), T5 (Edáfico + 3C) y T6 (Edáfico + 6C) registraron los menores daños (3,00%, 3,33% y 6,33%), evidenciando una disminución marcada del daño vascular. En contraste, los controles presentaron mayor afectación, T7 (Sin aplicación) 62,67%, T8 (CBAD comercial) 73,00% y T9 (*R. solanacearum*) 69,87% (Figura 3).

Figura 2.

Efecto de los tratamientos del CBAD en el porcentaje de daño en el pseudotallo de las plántulas bajo aplicaciones foliares y edáficas.



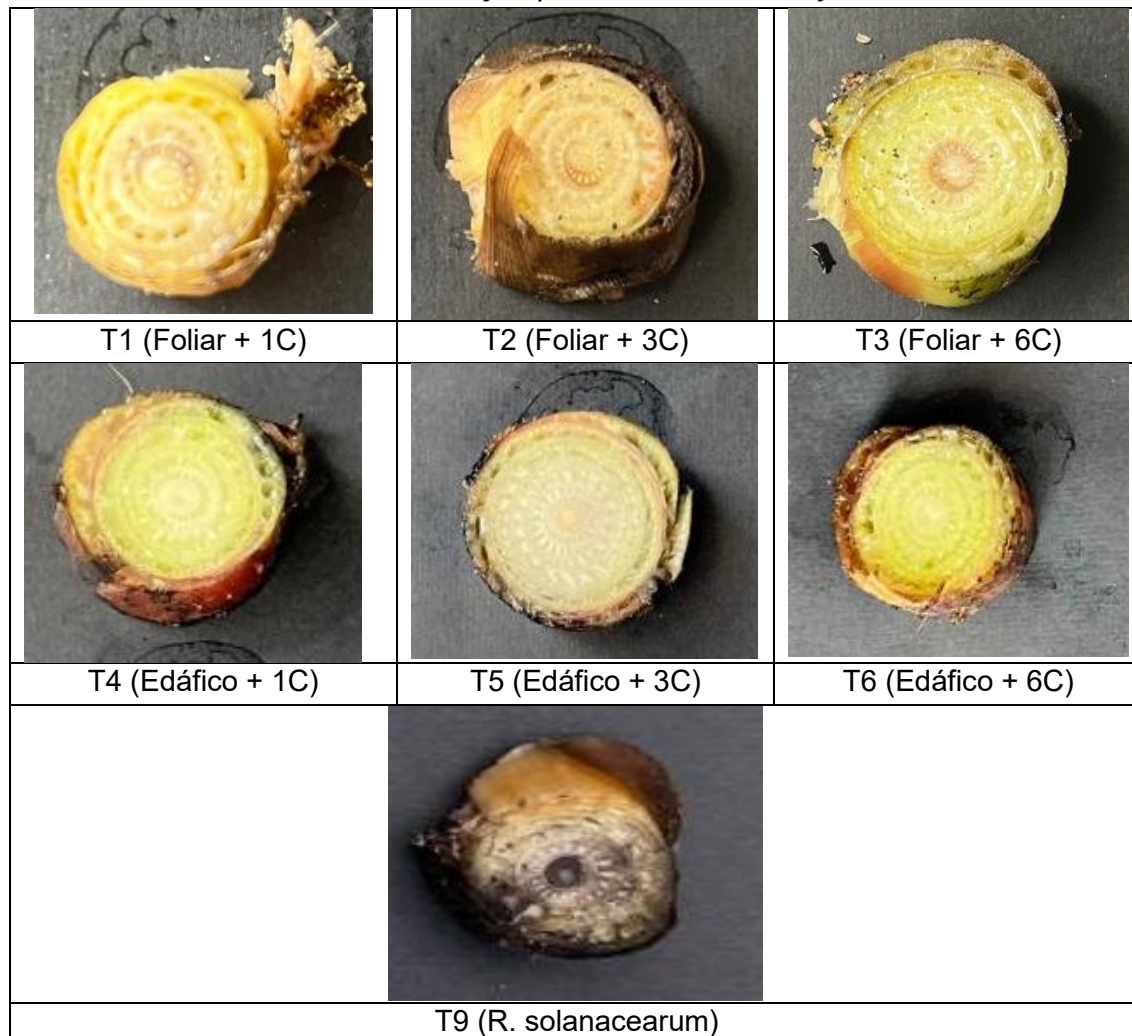
Nota: Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

En la Figura 4 se evidencia la severidad de la infección en el pseudotallo, provocada por *R. solanacearum* en plántulas de banano en los tratamientos con diferentes métodos de aplicación y diluciones, T1 (Foliar + 1C), T2 (Foliar + 3C),

T3 (Foliar + 6C), T4 (Edáfico + 1C), T5 (Edáfico + 3C), T6 (Edáfico + 6C) y el control 3 (T9 con inoculación de *R. solanacearum* sin tratamiento).

Figura 3.

Severidad de infección de Ralstonia solanacearum en el pseudotallo de plántulas de banana tratadas con CBAD bajo aplicaciones foliares y edáficas



Nota: 1C (10^{-2}), 3C (10^{-6}) y 6C (10^{-12}).

3.3. Altura de planta (cm)

El análisis de varianza mostró diferencias significativas asociadas al método de aplicación (A) desde etapas tempranas, mientras que la dilución (B) no evidenció un efecto consistente. A los 10 días, el método fue significativo ($p = 0,0135$) y la aplicación edáfica registró mayor altura promedio (29,78 cm) que la foliar (28,34 cm), sin influencia de la dilución ($p = 0,1856$). A los 20 días se mantuvo este patrón, con significancia para A ($p = 0,0069$) y ausencia de efecto para B ($p = 0,1304$); nuevamente, la vía edáfica superó a la foliar (32,33 vs 29,99 cm). A los 30 días se detectó significancia tanto para A ($p = 0,0028$) como para B ($p = 0,0001$), la aplicación edáfica alcanzó 33,36 cm frente a 30,85 cm de la foliar, y la dilución 3C promovió el mayor crecimiento (33,70 cm), mientras 6C presentó el menor valor (30,23 cm). A los 40 días, solo A permaneció significativo ($p =$

0,0002), con mayor altura en edáfico (34,86 cm) que en foliar (31,24 cm), sin efecto de B ($p = 0,165$) (Tabla 4).

Tabla 4.

Efecto del método de aplicación y de la dilución sobre la altura de plántulas de banano a los 10, 20, 30 y 40 días después de inoculación

Descripción	Altura (10 días)	Altura (20 días)	Altura (30 días)	Altura (40 días)
Método de aplicación (FA)				
A1: Foliar	28,34 b	29,99 b	30,85 b	31,24 b
A2: Edáfico	29,78 a	32,33 a	33,36 a	34,86 a
Dilución centesimal (FB)				
B1: 1C (concentración alta: 10^{-2})	29,45 a	30,79 a	32,48 a	32,62 a
B2: 3C (concentración media: 10^{-6})	29,43 a	32,35 a	33,70 a	32,78 a
B3: 6C (concentración baja: 10^{-12}),	28,31 a	29,34 a	30,23 b	31,55 a

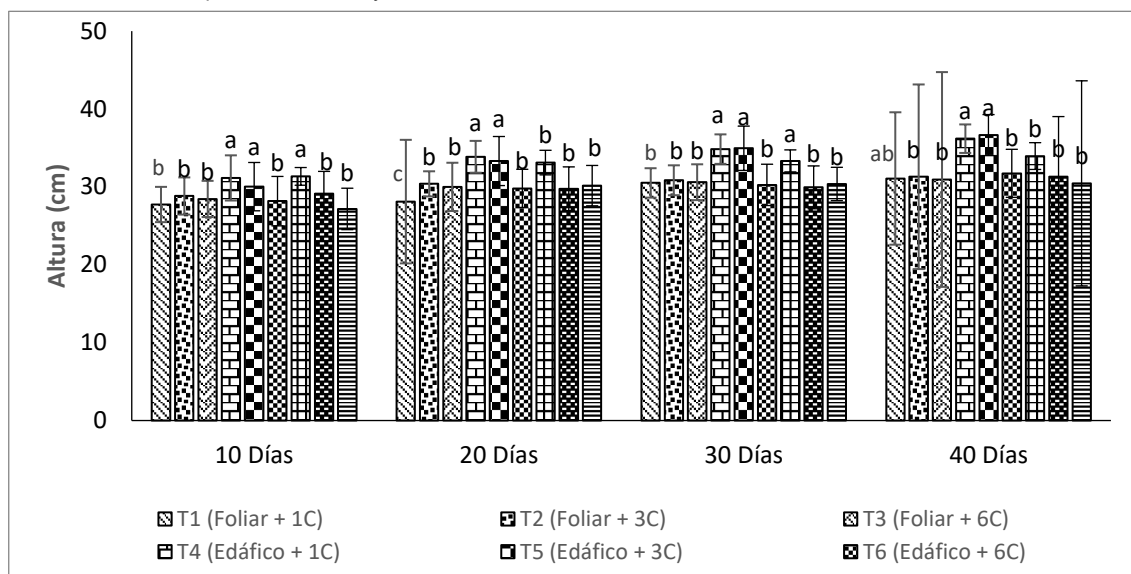
Nota: FA= factor A. FB= Factor B. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre factores.

La interacción entre método de aplicación y dilución fue significativa durante las primeras etapas de crecimiento (10 días: $p = 0,0348$; 20 días: $p = 0,0035$; 30 días: $p < 0,0001$), pero no a los 40 días ($p = 0,8443$), lo que indica que la altura dependió de combinaciones específicas de factores al inicio, mientras que hacia el final la influencia de la interacción se atenuó y predominó el método de aplicación. En el análisis por tratamientos se observaron diferencias significativas en todos los tiempos evaluados. A los 10 días, T7 (sin aplicación) y T4 (edáfico + 1C) registraron las mayores alturas (31,35 y 31,15 cm), mientras T9 (R. solanacearum) presentó el menor valor (27,17 cm). A los 20 días, T4 (33,86 cm) y T5 (33,32 cm) integraron el grupo superior, en contraste con T1 (foliar + 1C), que alcanzó la menor altura (28,11 cm). A los 30 días, T5 y T4 mantuvieron los valores más altos (34,96 y 34,85 cm), mientras T8 (CBAD comercial) registró el promedio más bajo (29,94 cm). Finalmente, a los 40 días, T5 (36,65 cm) y T4 (36,19 cm) conservaron el mejor desempeño, y las menores alturas correspondieron a T3 (foliar + 6C; 30,95 cm) y T9 (30,45 cm) (Figura 5).

Figura 5.

Efecto de los tratamientos del CBAD en la altura de las plántulas de banano bajo aplicaciones foliares y edáficas.

Nota: Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras



diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

3.4. Número de hojas después de la inoculación

El análisis de varianza mostró que el método de aplicación tuvo un efecto altamente significativo sobre el número de hojas en todas las evaluaciones ($p < 0,001$). En promedio, la aplicación edáfica (a2) promovió un mayor desarrollo foliar que la aplicación foliar (a1). A los 10 días, las plantas con aplicación edáfica registraron 5 hojas frente a 4 hojas en el tratamiento foliar. Esta tendencia se mantuvo a los 40 días, con 4 hojas para la aplicación edáfica y 2 hojas para la foliar. La concentración de la dilución mostró efectos menos consistentes. A los 10 y 20 días, el factor B no produjo diferencias significativas entre las concentraciones (1C, 3C, 6C; $p > 0,05$). Sin embargo, a los 30 días, se observaron diferencias significativas ($p = 0,0145$), donde la dilución media (3C) favoreció un mayor número de hojas (~4) en comparación con las concentraciones baja (6C) y alta (1C) con 3 hojas. A los 40 días, la dilución también fue significativa ($p = 0,0017$), destacando nuevamente la dilución 3C (~4 hojas) sobre la baja 6C (3 hojas) (Tabla 5).

Tabla 5.

Efecto del método de aplicación y de la dilución sobre el número de hojas en plántulas de banano a los 10, 20, 30 y 40 días después de inoculación.

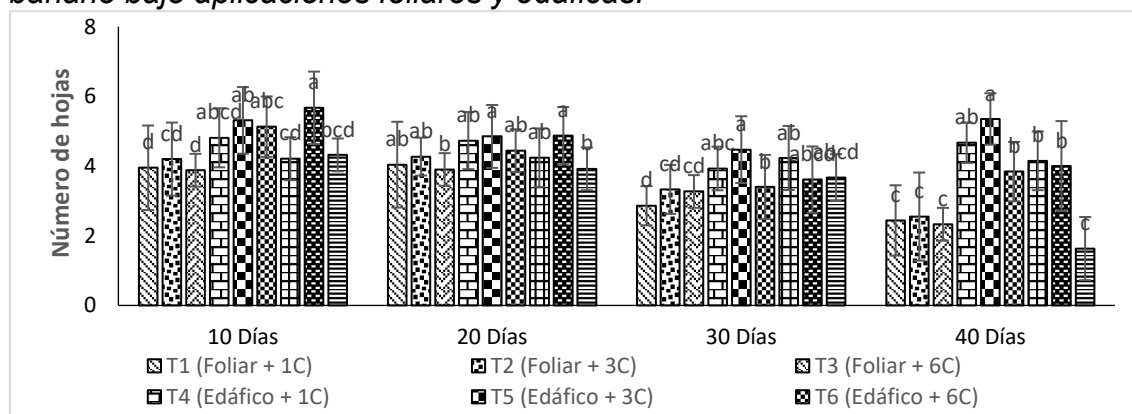
Descripción	Número de hojas (10 días)	Número de hojas (20 días)	Número de hojas (30 días)	Número de hojas (40 días)
Método de aplicación (FA)				
A1: Foliar	4,01 b	4,07 b	3,15 b	2,44 b
A2: Edáfico	5,08 a	4,68 a	3,93 a	4,62 a
Dilución centesimal (FB)				
B1: 1C (concentración alta: 10 ⁻²)	4,38 a	4,39 a	3,40 b	3,55 ab
B2: 3C (concentración media: 10 ⁻⁶)	4,75 a	4,56 a	3,90 a	3,95 a
B3: 6C (concentración baja: 10 ⁻¹²),	4,51 a	4,17 a	3,34 b	3,09 b

Nota: FA= factor A. FB= Factor B. Letras diferentes denotan diferencias significativas (P < 0.05) entre factores.

La interacción entre método de aplicación y dilución no fue significativa durante los primeros 20 días ($p > 0,75-0,94$), lo que indica que la ventaja del método edáfico se mantuvo independiente de la concentración en esa fase. No obstante, a los 30 y 40 días la interacción fue significativa ($p = 0,0308$ y $p = 0,0241$), sugiriendo que el desempeño edáfico dependió claramente de la dilución en etapas posteriores. A los 10 días, T8 (CBAD comercial) presentó el mayor número promedio de hojas (5,67), mientras los tratamientos foliares (T1–T3) y T9 (Ralstonia) mostraron los valores más bajos (3–4). A los 20 días, T5 (Edáfico + 3C) y T8 mantuvieron promedios superiores (4,85–4,87) frente a T9 y T3 (3,90–3,92). A los 30 días, T5 conservó el mayor desarrollo (4,47) y T9 el menor (3,67). A los 40 días, T5 y T4 alcanzaron 5,35 y 4,67 hojas, y T9 descendió a 1,63 (Figura 6).

Figura 4.

Efecto de los tratamientos del CBAD en el número de hojas de las plántulas de banano bajo aplicaciones foliares y edáficas.



Nota: Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas (P < 0.05) entre tratamientos.

3.5. Diámetro del pseudotallo

El diámetro del pseudotallo no mostró diferencias atribuibles al método de aplicación (factor A) a los 10, 20 y 30 días ($p > 0,05$); sin embargo, a los 40 días

este factor fue significativo ($p = 0,0001$). En esa evaluación, la aplicación edáfica (a2) alcanzó 10,46 mm y superó a la foliar (a1) (8,75 mm), evidenciando que la ventaja del manejo edáfico se expresa en etapas avanzadas del cultivo. La dilución (factor B) presentó efectos puntuales, fue significativa a los 10 y 30 días, mientras que en los demás tiempos no se detectaron diferencias ($p > 0,05$). A los 10 días, 1C registró 8,88 mm y 6C 8,36 mm; a los 30 días, 9,84 y 9,13 mm, respectivamente (Tabla 6).

Tabla 6.

Efecto del método de aplicación y de la dilución sobre el número de hojas en plántulas de banano a los 10, 20, 30 y 40 días después de inoculación

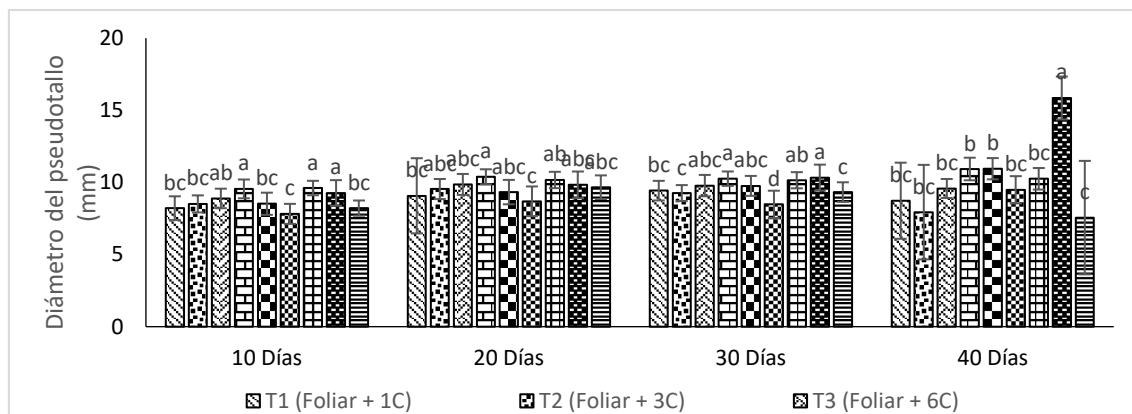
Descripción	Diámetro del pseudotallo (10 días)	Diámetro del pseudotallo (20 días)	Diámetro del pseudotallo (30 días)	Diámetro del pseudotallo (40 días)
Método de aplicación (FA)				
A1: Foliar	8,54 a	9,49 a	9,49 a	8,75 b
A2: Edáfico	8,63 a	9,47 a	9,50 a	10,46 a
Dilución centesimal (FB)				
B1: 1C (concentración alta: 10^{-2})	8,88 a	9,73 a	9,84 a	9,83 a
B2: 3C (concentración media: 10^{-6})	8,51 ab	9,44 a	9,51 ab	9,45 a
B3: 6C (concentración baja: 10^{-12}),	8,36 b	9,27 a	9,13 b	9,53 a

Nota: FA= factor A. FB= Factor B. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre factores.

La interacción entre el tipo de aplicación y la dilución fue significativa en todas las evaluaciones (10, 20, 30 y 40 días; $p < 0,05$), lo que confirma que la respuesta del diámetro del pseudotallo dependió de combinaciones específicas entre ambos factores. A los 10 días, T4 (Edáfico + 1C) alcanzó 9,55 mm y T6 (Edáfico + 6C) registró el menor valor (7,82 mm); de forma concordante, T7 (Sin aplicación), T4 y T8 (CBAD comercial) presentaron los mayores diámetros iniciales (9,61; 9,55 y 9,27 mm). A los 20 días, las diferencias persistieron, con máximos en T4 (10,39 mm) y T7 (10,17 mm), mientras T6 se mantuvo como el tratamiento de menor diámetro (8,69 mm). A los 30 días, T8 y T4 conservaron ventaja (10,33 y 10,26 mm), y T6 volvió a registrar el valor mínimo (8,48 mm), evidenciando que la combinación edáfica con 6C no favoreció el engrosamiento del pseudotallo en esta etapa de crecimiento vegetativo. A los 40 días, el mayor diámetro correspondió a T8 (15,85 mm), seguido por T5 (Edáfico + 3C; 10,95 mm) y T4 (10,93 mm), en contraste con T9 (*R. solanacearum*) (7,56 mm), lo que sugiere un efecto limitante del patógeno y un desempeño superior de los tratamientos edáficos y del CBAD comercial (Figura 7).

Figura 5.

Efecto de los tratamientos del CBAD en el diámetro del pseudotallo de las plántulas de banano bajo aplicaciones foliares y edáficas.



Nota: Las barras expresan la media y las líneas verticales sobre la media muestran la desviación estándar. Letras diferentes denotan diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos.

3.6. Carga de UFC en suelo

A los 7 días después de la inoculación, T4 (Edáfico + 1C) registró la mayor densidad de *R. solanacearum* ($7,83 \times 10^8$ UFC), con diferencia significativa respecto al resto. Los demás tratamientos presentaron densidades intermedias sin diferencias estadísticas, con valores entre 4×10^4 y $1,34 \times 10^7$ UFC. A los 40 dpi, las mayores poblaciones se observaron en T3 (Foliar + 6C) y T6 (Edáfico + 6C), ambos con $1,06 \times 10^{10}$ UFC. En contraste, T5 (Edáfico + 3C) mostró la menor densidad (4×10^6 UFC), lo que sugiere un comportamiento supresor sobre el patógeno. Los tratamientos T1, T2 y T4 presentaron valores intermedios ($4,33 \times 10^9$ – $6,07 \times 10^9$ UFC), mientras que T7, T8 y T9 registraron densidades bajas ($1,24 \times 10^8$ – $3,2 \times 10^8$ UFC) (Tabla 7).

Tabla 7.

Cuantificación de UFC a los 7 y 40 días después de la inoculación de *Ralstonia solanacearum*

Tratamientos	UFC (7 dpi)	UFC (40 dpi)
T1 (Foliar + 1C)	3×10^5 b	$6,07 \times 10^9$ b
T2 (Foliar + 3C)	3×10^5 b	$2,13 \times 10^9$ b
T3 (Foliar + 6C)	3×10^5 b	$1,06 \times 10^{10}$ a
T4 (Edáfico + 1C)	$7,83 \times 10^8$ a	$4,33 \times 10^9$ b
T5 (Edáfico + 3C)	$6,67 \times 10^5$ b	4×10^6 d
T6 (Edáfico + 6C)	$1,34 \times 10^7$ b	$1,06 \times 10^{10}$ a
T7 (Sin aplicación)	$5,33 \times 10^4$ b	$2,90 \times 10^8$ c
T8 (CBAD)	1×10^5 b	$1,24 \times 10^8$ c
T9 (<i>R. solanacearum</i>)	4×10^4 b	$3,2 \times 10^8$ c

Nota: UFC= Unidades formadoras de colonias; dpi= días después de la inoculación.

Figura 6.

Cuantificación de UFC a los 7 días después de la inoculación

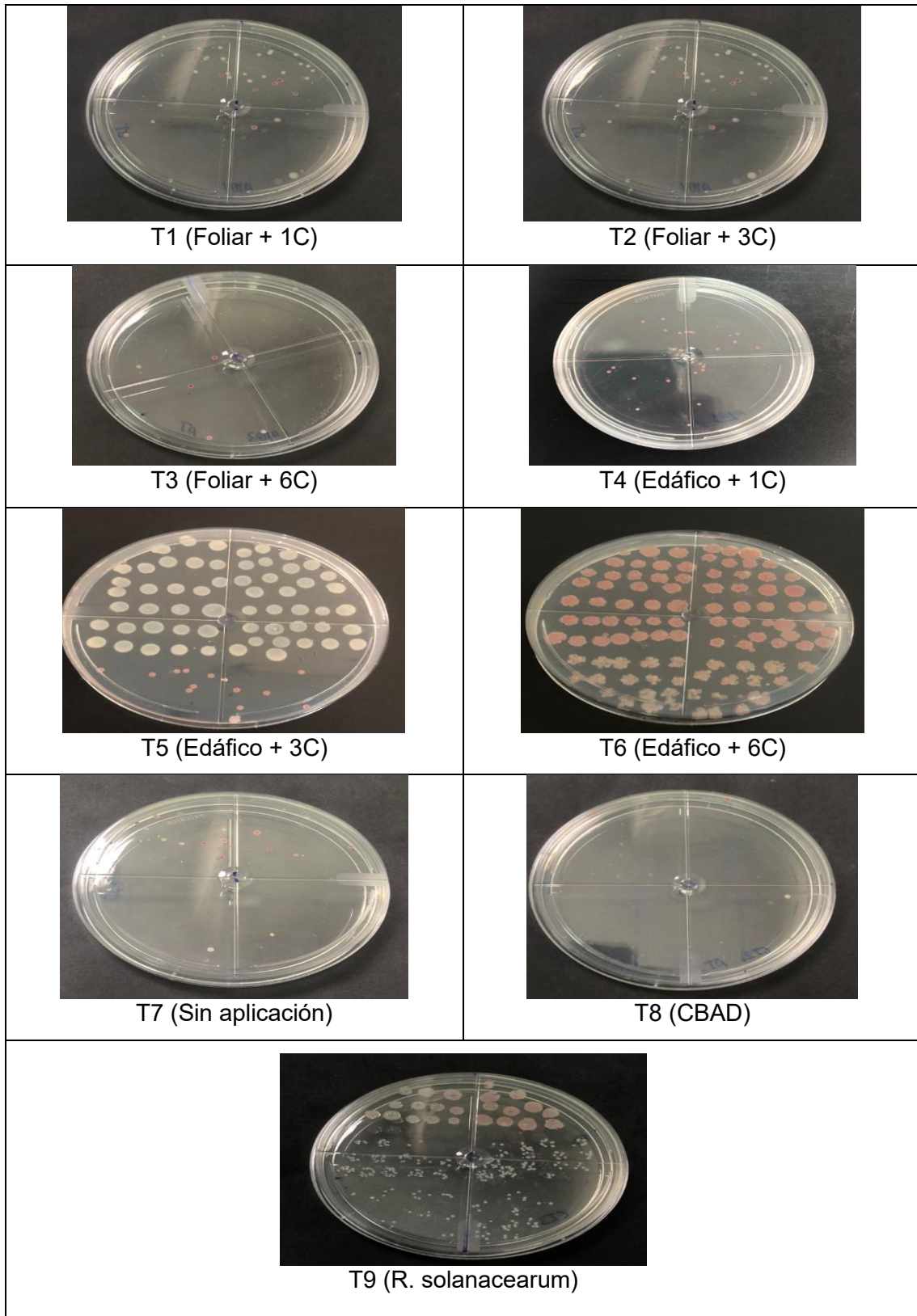
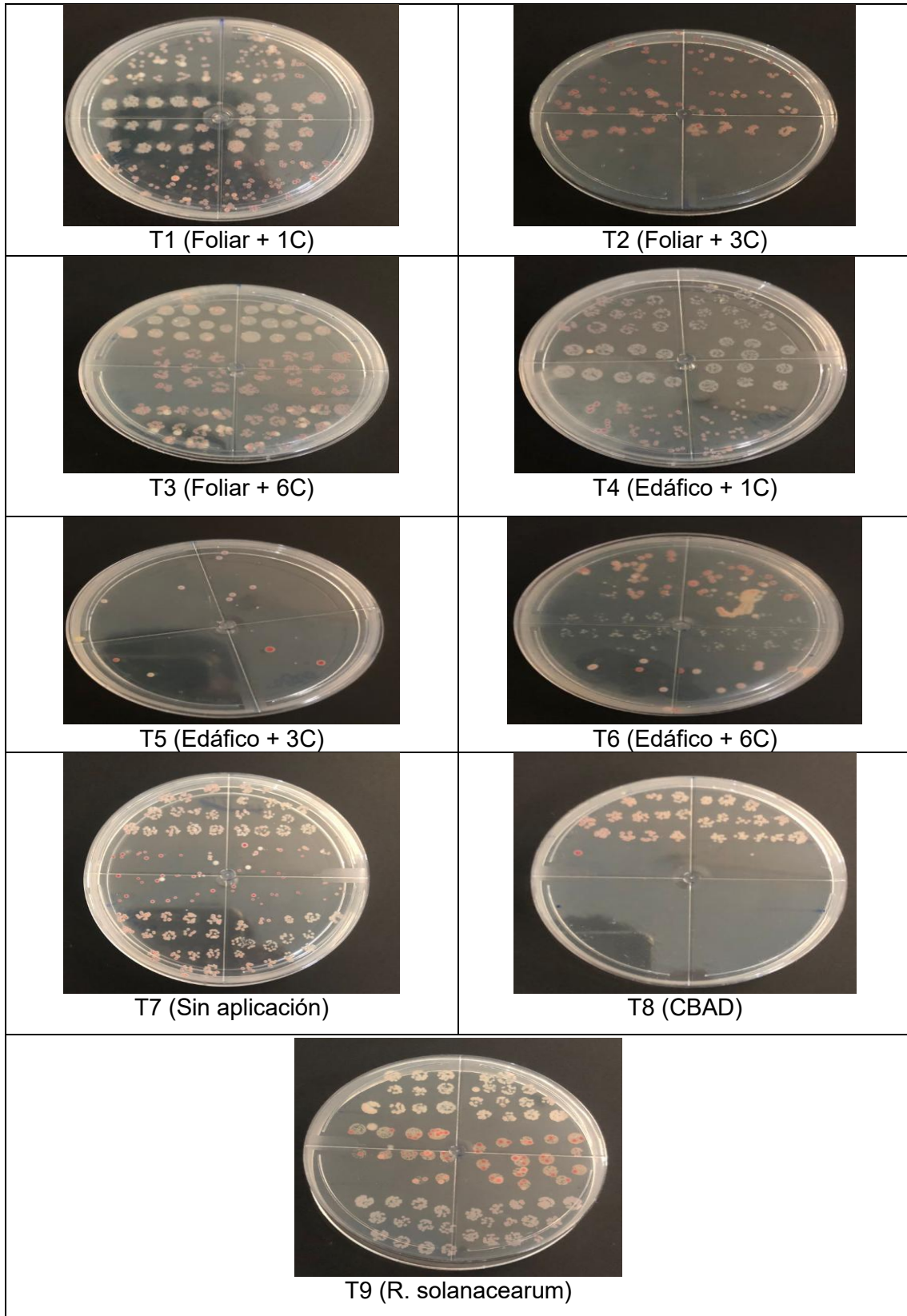


Figura 7.

Cuantificación de UFC a los 40 días después de la inoculación.



4. Discusión

La reducción de severidad que se observa con los tratamientos edáficos T4 (Edáfico + 1C) y T5 (Edáfico + 3C), particularmente en evaluaciones tardías, sugiere que la fitoprotección se consolida de forma progresiva y que la vía edáfica constituye el componente más determinante del desempeño sanitario. Este patrón es coherente con Di Lorenzo et al. (2021), quienes indican que los compuestos biológicos altamente diluidos pueden inducir efectos sostenidos sobre la severidad en modelos fitopatológicos, con respuestas que exceden lo atribuible únicamente a la presencia molecular del principio activo; en consecuencia, los hallazgos son compatibles con la activación de respuestas fisiológicas latentes en la planta conforme avanza la interacción planta-patógeno.

En este marco, los CBAD tipo nosode se interpretan principalmente como moduladores de defensas vegetales más que como agentes de acción directa. Abasolo-Pacheco et al. (2020) muestran que un nosode derivado de *F. oxysporum* reduce 50% la severidad en tomate e incrementa clorofila y biomasa radicular, con mejor desempeño por vía edáfica, lo que es consistente con la superioridad del manejo edáfico observada aquí. De manera similar, en cacao se reporta que los CBAD reducen severidad e incidencia de *L. theobromae* y, simultáneamente, promueven crecimiento (altura, hojas, peso radicular) (Abasolo-Pacheco et al. 2025); en conjunto, estos antecedentes respaldan que la respuesta no se limita a un efecto directo sobre el patógeno y puede involucrar mecanismos endógenos como la resistencia sistémica adquirida (SAR).

La ventaja de la aplicación edáfica también se alinea con evidencia que integra CBAD con enfoques biológicos más amplios. Verdi et al. (2020) documentan que la combinación de compuestos altamente diluidos con biofertilizantes potencia la resistencia frente a patógenos y mejora el desempeño bajo estrés biótico, mientras que Carneiro et al. (2022) describen que bioestimulantes y enmiendas orgánicas favorecen microbiomas rizosféricos con capacidad de suprimir *R. solanacearum* por competencia y antibiosis. Por tanto, el patrón observado es compatible con una convergencia entre señalización defensiva y modificación del equilibrio microbiológico del suelo, lo que refuerza la capacidad de las plantas para resistir infecciones.

La reducción del daño vascular y la mejora del crecimiento en los tratamientos más eficientes son consistentes con procesos de inducción y “priming” sistémico. Lösch et al. (2021) proponen que señales de baja intensidad pueden generar memoria inmunológica vegetal y respuestas más rápidas frente a patógenos; además, se ha indicado que los nosodes mejoran la respuesta al estrés patogénico más por modulación fisiológica que por antagonismo directo (Abasolo-Pacheco et al., 2025). En el componente agronómico, el desempeño en altura y desarrollo foliar se interpreta como mantenimiento del vigor bajo presión biótica, en línea con resultados en frijol, trigo y *Phaseolus vulgaris*

(Regispinheiro et al. 2019; Carneiro et al. 2022; Quiroz-González et al. 2024) y en fresa (Faedo et al. 2024).

Asimismo, en musáceas y otros cultivos se reportan efectos comparables con bioestimulantes, como *Bacillus subtilis* y dióxido de silicio, que incrementan fotosíntesis y crecimiento bajo estrés por *R. solanacearum* (Ramos-Veintimilla et al. 2024), y con cepas de *B. subtilis* (SW116b, HPC2-1) que aumentan la altura en invernadero (Hasinu et al. 2021); tendencias semejantes se describen en tomate (Sun et al. 2023) y banano (Mateus 2020). El incremento foliar también concuerda con mejoras de biomasa y rendimiento reportadas en judía (Quiroz-González et al. 2024) y con incrementos de biomasa aérea y radicular bajo diluciones homeopáticas (Dutra et al. 2014), mientras que el engrosamiento del pseudotallo observado con el CBAD comercial se relaciona con fortalecimiento estructural descrito para preparados dinamizados a base de silicio (Faedo et al. 2024) y con aumentos de diámetro del tallo tras aplicaciones de nosodes (Quiroz-González et al. 2024).

Un aspecto particularmente relevante es la menor carga bacteriana asociada a T5 (Edáfico + 3C), lo que sugiere un componente supresor adicional. Aunque la acción biocida directa no suele considerarse el mecanismo dominante, Mora et al. (2021) evidencian actividad antimicrobiana de nosodes a 30CH y 200CH, y se discuten hipótesis biofísicas como cambios estructurales del solvente o resonancias (Lösch et al. 2021). En términos de alcance, los hallazgos respaldan el potencial de los CBAD aplicados por vía edáfica como componente de manejo sostenible bajo condiciones semicontroladas; sin embargo, la extrapolación se limita por el contexto experimental (laboratorio/invernadero), el horizonte temporal y la ausencia de marcadores directos de SAR o caracterización del microbioma. Por ello, investigaciones futuras deben validar la consistencia del patrón en campo y complementar con evidencia mecanística que permita discriminar con mayor precisión el rol de la dilución y de la vía edáfica en la supresión de *R. solanacearum*.

5. Conclusiones

La aplicación edáfica del CBAD se perfila como la estrategia más consistente para mitigar la marchitez bacteriana en banano bajo condiciones semicontroladas. En las evaluaciones finales, T4 (edáfico + 1C) reduce significativamente la severidad frente a los controles infectados, lo que respalda su capacidad fitoprotectora en etapas avanzadas de la enfermedad. De manera concordante, las aplicaciones edáficas a 1C y 3C favorecen el desempeño agronómico, reflejado en mayores alturas, incremento del número de hojas y pseudotallos de mayor diámetro en comparación con los controles. Complementariamente, T5 (edáfico + 3C) es el único tratamiento que disminuye de forma significativa la población de *R. solanacearum* tras la aplicación, evidenciando un potencial supresor compatible con eficacia biocida. En conjunto,

el CBAD edáfico constituye un componente prometedor para manejo sostenible integrado.

Contribución de los autores: Conceptualización, F-A-P; análisis formal, A-B-G-M, H-G-C-M ; investigación, H-G-C-M, A-B-G-C; recursos, F-A-P, A-B-G-M; redacción del borrador original, V-J-G-G, V-L-S-C; redacción, revisión y edición, V-J-G-G, V-L-S-C, F-A-P; visualización, V-J-G-G ; supervisión, F-A-P. Todos los autores han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Agradecimientos: Agradecemos a la Universidad Técnica Estatal de Quevedo por el financiamiento brindado a través del proyecto FOCiCyT, correspondiente a la octava convocatoria. Asimismo, expresamos nuestro reconocimiento a la Facultad de Posgrado de la UTEQ y a la SENESCYT por la beca otorgada que hizo posible el desarrollo de esta investigación. Finalmente, extendemos nuestro agradecimiento al personal técnico de los laboratorios de Microbiología y Química, Ing. Ángel Cedeño e Ing. Erick García, respectivamente, por su valioso apoyo durante la ejecución del estudio.

Financiamiento: Esta investigación no ha recibido financiación externa

Declaración de disponibilidad de datos: Los datos están disponibles previa solicitud a los autores de correspondencia: fabasolo@uteq.edu.ec

Conflicto de interés: Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses

Referencias Bibliográficas

Abasolo-Pacheco, F., Bonilla Montalván, B., Bermeo Toledo, C., Ferrer Sánchez, Y., Ramirez Castillo, A. J., Mesa Zavala, E., Mazón Suástegui, J. M., & Llerena Ramos, L. (2020). Efecto de medicamentos homeopáticos en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Terra Latinoamericana*, 38(1), 103. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.718>

Abasolo-Pacheco, F., Macías, A. J. M., Vélez-Ruiz, M., & Moreira, Á. C. (2020). Aplicación de nosodes para el control de *Fusarium oxysporum* en plantas de tomate (*Solanum lycopersicum*). *Centrosur Agraria*.

Abasolo-Pacheco, F., Ojeda Silvera, C. M., García Gallirgos, V., Melgar Valdes, C., Nuñez Cerezo, K., & Mazón Suástegui, J. M. (2020). Efecto de medicamentos homeopáticos durante la etapa inicial y desarrollo vegetativo de plantas de pepino (*Cucumis sativus* L.). *Terra Latinoamericana*, 38(1), 53. <https://doi.org/10.28940/terra.v38i1.666>

Abasolo-Pacheco, F., Troncozo-Correa, J. B., García-Gallirgos, V. J., Quintana-Zambrano, J. J., & Reinoso-Viteri, D. (2025). Respuesta de plántulas de *Theobroma cacao* a la aplicación de un compuesto bioactivo altamente diluido para el control de *Lasiodiplodia theobromae*. *Código Científico Revista de Investigación*, 6(1), 610–627. <https://doi.org/10.55813/gaea/ccri/v6/n1/908>

Agrocalidad. (2024). *Boletín informativo: Ralstonia solanacearum* (en línea) [Boletín]. https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2024/04/raza-2-BOLETIN_compressed.pdf

Aldana, F., Fernández Martínez, O., García-Águila, L., Sarría, Z., & Hurtado Ribalta, O. (2020). Respuesta agronómica de plantas de banano cultivar “FHIA-17” (*Musa AAAA*) obtenidas por cultivo de tejidos y por propagación agámica. *Biotecnología Vegetal*, 20(2), 83–91.

Alfaro, F., Sánchez, M., Carr, C., Picado, J., & Araya, M. (2024). Eficacia biológica *in vitro* de Vapam® 51 GE-AMVAC sobre aislamientos de *Ralstonia solanacearum*, agente causal de Moko en musáceas. *Revista Científica LIFE-RID*, 2, 107–114.

Barrios, M. O., Gaviria, P. A. R., & Yepes, M. S. (2011). Supervivencia de *Ralstonia solanacearum* en suelo y tejido de plantas de banano en Urabá, Colombia. *Fitosanidad*, 15(2), 91–97.

Carneiro, S. M. T. P. G., Romano, E. B., & Marques, L. D. C. (2022). Avaliação de bioterápicos para o controle de doenças de plantas. *Revista Ciência Agrícola*, 20(1), 41–48. <https://doi.org/10.28998/rca.v20i1.12015>

Cellier, G., Moreau, A., Chabirand, A., Hostachy, B., Ailloud, F., & Prior, P. (2015). A duplex PCR assay for the detection of *Ralstonia solanacearum* phylotype II strains in *Musa* spp. *PLOS ONE*, 10(3), e0122182. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0122182>

CFN. (2024). *Ficha sectorial banano* (en línea). Corporación Financiera Nacional.

Denny, T. (2001). Gram-negative bacteria: *Ralstonia*. *Laboratory guide for identification of plant pathogenic bacteria*.

Di Lorenzo, F., Dinelli, G., Marotti, I., & Trebbi, G. (2021). Systemic agro-homeopathy: A new approach to agriculture. *OBM Integrative and Complementary Medicine*, 6(3), 020. <https://doi.org/10.21926/obm.icm.2103020>

Dutra, M., Deboni, T. C., Volpi, P. S. B., Matias, J. F. G., & Nesi, B. Z. (2014). Avaliação produtiva de rabanete (*Raphanus sativus* L.) submetido a preparados homeopáticos de tiririca (*Cyperus rotundus* L.). *Revista Brasileira de Agroecologia*, 9(2), 151–159.

Faedo, L., Matias, C., Verdi, R., Wright, J., Rayns, F., Kretschmar, A., & Boff, P. (2024). The use of mineral dynamised high dilutions for natural plant biostimulation; effects on plant growth, crop production, fruit quality, pest and disease incidence in agroecological strawberry cultivation. *Biological Agriculture & Horticulture*, 40(4), 267–287. <https://doi.org/10.1080/01448765.2024.2396894>

Gómez, E. A., Álvarez, E., & Llano, G. A. (2004). Identificación y caracterización de cepas de *Ralstonia solanacearum*, agente causante del moko del plátano en Colombia. *Fitopatología Colombiana*, 28(2), 71–75.

Hasinu, J. V., Tuhumury, G. N. C., & Kesaulya, H. (2021). Potential of *Bacillus* spp as a biocontrol agent against *Ralstonia* bacterial wilt in bananas. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 883(1), 012039. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/883/1/012039>

Lösch, E. L., Gaia, M. C. D. M., Longo, C., & Bricarello, P. A. (2021). Effects of homeopathic preparations on phenological development and control of insects and diseases of sweet pepper (*Capsicum annuum* L.). *Research, Society and Development*, 10(1), e49610111991. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i1.11991>

Mateus, D. M. (2020). *Respuesta fisiológica inducida por bioestimulantes en plantas de plátano (Musa AAB) sometidas a estrés biótico (Ralstonia solanacearum) en condiciones de vivero* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79189>

Mazón-Suástegui, J., Salas-Leiva, J., Teles, A., & Tovar-Ramírez, D. (2019). Immune and antioxidant enzyme response of longfin yellowtail (*Seriola rivoliana*) juveniles to ultra-diluted substances derived from phosphorus, silica and pathogenic *Vibrio*. *Homeopathy*, 108(1), 43–53. <https://doi.org/10.1055/s-0038-1672197>

McKinney, H. (1923). A new system of grading plant diseases. *Journal of Agricultural Research*, 26(2), 195–218.

Mora, M., Durán, M., & Hernández, M. (2021). Prevención y control de tizón tardío (*Phytophthora infestans*) en plantíos de jitomate aplicando preparados homeopáticos. *Innivación en desarrollo productivo*, 78.

Quiroz-González, B., Martínez-Tomás, S. H., Lagunez-Rivera, L., Granados-Echegoyen, C., Pérez-Pacheco, R., Dionicio-y De Jesús, I., & Zárate-Nicolás, B. H. (2024). Report on the influence of homeopathic/nosode foliar applications on *Phaseolus vulgaris* (L.): Agronomic and phytochemical changes and control of *Zabrotes subfasciatus* (Boh.) and *Diabrotica balteata* (LeConte). *Horticulturae*, 10(10), 1014. <https://doi.org/10.3390/horticulturae10101014>

Ramírez, M. K., Neuman, B. W., & Ramírez, C. A. (2020). Bacteriophages as promising agents for the biological control of Moko disease (*Ralstonia solanacearum*) of banana. *Biological Control*, 149, 104238. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2020.104238>

Ramos-Veintimilla, M., Zambrano-Gavilanes, F., Solís-Hidalgo, K., Garcés-Fiallos, F., Quimi Arce, V., & Sánchez-Urdaneta, A. (2024). Biological control of *Ralstonia solanacearum* and its effect on the vegetative growth of organic banana. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*, 41(2), e244116.

Regispinheiro, R. P., Bachieri Duarte, V. C., Bevilaqua, G. A. P., & Antunes, I. F. (2019). Efeito de preparados homeopáticos no vigor de sementes e desenvolvimento de plântulas de feijão. *Revista de Ciências Agrárias*, 379–386. <https://doi.org/10.19084/RCA.15209>

Seal, S. E., Jackson, L. A., Young, J. P. W., & Daniels, M. J. (1993). Differentiation of *Pseudomonas solanacearum*, *Pseudomonas syzygii*, *Pseudomonas pickettii* and the blood disease bacterium by partial 16S rRNA sequencing: Construction of oligonucleotide primers for sensitive detection by polymerase chain reaction. *Journal of General Microbiology*, 139(7), 1587–1594. <https://doi.org/10.1099/00221287-139-7-1587>

Seal, Taghavi, Fegan, Hayward, & Fegan. (1999). Determination of *Ralstonia (Pseudomonas) solanacearum* rDNA subgroups by PCR tests. *Plant Pathology*, 48(1), 115–120. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.1999.00322.x>

Sun, Y., Su, Y., Meng, Z., Zhang, J., Zheng, L., Miao, S., Qin, D., Ruan, Y., Wu, Y., Xiong, L., Yan, X., Dong, Z., Cheng, P., Shao, M., & Yu, G. (2023). Biocontrol of bacterial wilt disease in tomato using *Bacillus subtilis* strain R31. *Frontiers in Microbiology*, 14, 1281381. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2023.1281381>

Terrero, P. I., Factos, N., Rodulfo, P., Solís, K., Molina, C., & Mayorga, K. R. (2025). *Trichoderma* spp. y su influencia en la resiliencia de plantas de plátano ante *Ralstonia solanacearum* (Smith) filotipo II. *Siembra*, 12(1), e7943. <https://doi.org/10.29166/siembra.v12i1.7943>

Valle-Carrión, L., Izquierdo-Montoya, L., Encalada, D., & Ochoa-Moreno, S. (2017). Análisis del portafolio del uso del suelo y rentabilidad en la agricultura campesina: Un estudio de caso en el sur de la Amazonía ecuatoriana. *Gente, Bosque y Biodiversidad*, 121.

Veloz, K. B. (2015). Determinación del comportamiento de 15 cultivares de Musa spp. y 2 heliconias frente a la inoculación de *Ralstonia solanacearum*, agente causal del moko bacteriano [Tesis de grado para optar al título de Ingeniera, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Ecuador] (74 p.).

Verdi, R., Verdi, R., Nunes, A., Faedo, L. F., & Boff, P. (2020). Manejo homeopático no cultivo de arroz irrigado / Homeopathic management in irrigated rice crop. *Brazilian Journal of Development*, 6(9), 65540–65549. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n9-110>

Vinatzer, B. A. (2012). (citado en revisión sobre marchitez bacteriana). En: Early detection of bacterial wilt in bananas caused by *Ralstonia solanacearum*. *Journal of Plant Diseases and Protection*. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00830-9>

Yuliar, Y., & Toyota, K. (2015). (citado en revisión sobre moko). En: Early detection of bacterial wilt in bananas. *Journal of Plant Diseases and Protection*. <https://doi.org/10.1007/s41348-023-00830-9>