CAPÍTULO III
CONTROL BIOLÓGICO DE LA ENFERMEDAD DE MOKO (*Ralstonia solanacearum*) EN LABORATORIO

Manuel Alexander Meza Loor
Instituto Superior Tecnológico Tsa´chila
https://orcid.org/0000-0002-1693-5180

Diana Alexandra Alava Cruz
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
https://orcid.org/0000-0002-2975-2180

Leonardo Enrique Avellán Vásquez
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
https://orcid.org/0000-0003-4265-8049

Tamara Pinargote Muñoz
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
https://orcid.org/0009-0001-3269-847X

https://doi.org/10.70171/ 0p55z551

Resumen

El capítulo aborda el control biológico de la enfermedad de moko en plátano, causada por la bacteria fitopatógena *Ralstonia solanacearum*, desde una perspectiva de laboratorio, dada su especificidad, eficacia y menor impacto ambiental en comparación con los tratamientos convencionales. La fase experimental evaluó in vitro la capacidad inhibitoria de cuatro microorganismos antagonistas frente a R. *solanacearum* raza 2 durante cinco días consecutivos: *Trichoderma harzianum* (T1), *Trichoderma asperellum* (T2), *Bacillus subtilis* (T3) *y Bacillus amyloliquefaciens* (T4). La curva de tiempo-respuesta acumulada reveló que T2 y T3 cruzaron la línea del 50% antes que los demás tratamientos, demostrando que la eficacia antagonista depende no solo de la magnitud del halo de inhibición, sino también de la velocidad de expresión del efecto en el tiempo. Se concluye que *T. asperellum* se posiciona como el agente con la capacidad inhibitoria más robusta y consistente.

Palabras clave: Control biológico, enfermedad de moko, *Ralstonia solanacearum*, bacteriófagos, plátano.

INTRODUCCIÓN

A nivel internacional, diversas investigaciones recientes han documentado el potencial de agentes de biocontrol contra *Ralstonia solanacearum*. Se ha propuesto el uso de bacteriófagos como agentes prometedores para el control biológico de la enfermedad del moko en banano, dado el elevado costo económico que representan las bacterias fitopatógenas a nivel mundial, así como las limitaciones ambientales del uso de antibióticos en la agricultura, cuya mayoría termina siendo arrastrada por el agua y dañando los ecosistemas (Ramírez et al., 2020).

La marchitez bacteriana del banano, causada por *Ralstonia solanacearum* o moko, limita la producción agrícola y amenaza Ecuador (Pico et al., 2024). Es por ello, que la presente investigación se realiza ante la necesidad de buscar alternativas sostenibles para el control de *Ralstonia solanacearum* raza 2, agente causal del moko en el cultivo de plátano, una enfermedad que representa una amenaza constante para la seguridad alimentaria y la estabilidad económica de productores y consumidores de este fruto. Dado que los métodos de control convencionales, como el uso de fungicidas, presentan limitaciones ambientales y de eficacia, y considerando la alta capacidad de persistencia de la bacteria en el suelo, resulta prioritario explorar nuevas estrategias que sean compatibles con un manejo integrado y respetuoso con el entorno.

En cuanto al género *Trichoderma* como agente antagonista, estudios evaluaron la eficacia de cinco aislamientos de *Trichoderma* spp. como agentes de biocontrol frente a *R. solanacearum* raza 2 en banano, una de las principales amenazas fitosanitarias en Ecuador, particularmente en la provincia de Los Ríos. De manera similar, investigaciones evaluaron cuatro tratamientos tres aislamientos de *Trichoderma* (*T. viride*, *T. harzianum*, *T. asperellum*) y una combinación de los tres midiendo la capacidad inhibitoria sobre colonias de *R. solanacearum* obtenidas de plantas de banano con síntomas de la enfermedad (Torres et al., 2026).

Por otro lado, la coevolución entre patógeno y agentes de control biológico también ha sido objeto reciente de estudio, en el cual se ha reportado que la bacteria fitopatógena *Ralstonia solanacearum* puede desarrollar rápidamente tolerancia a los antimicrobianos producidos por bacterias de biocontrol del género Pseudomonas, lo que subraya la necesidad de diversificar las estrategias biológicas empleadas, evitando depender de un único mecanismo de acción. En esta línea, también se han explorado fuentes no convencionales de agentes de biocontrol, como

bacterias amazónicas aisladas de sedimentos fluviales, evaluadas como una alternativa novedosa frente a *R. solanacearum* (Suárez et al., 2026).

En este contexto, el estudio se enfoca en evaluar en condiciones de laboratorio la capacidad inhibitoria de aislamientos de los hongos antagonistas *Trichoderma harzianum* y *asperellum* y de las bacterias *Bacillus subtilis* y Amiloquinesis. sobre el moko, con la finalidad de generar conocimiento científico local que sirva como base para el desarrollo de futuras herramientas biológicas que contribuyan a reducir las pérdidas en las plantaciones y a proteger uno de los rubros agrícolas más importantes del país.

Contextualización de la realidad

El cultivo de plátano y banano constituye uno de los pilares de la seguridad alimentaria y la economía a escala global y nacional. En Ecuador, las musáceas representan el 20,57% de la superficie plantada (Saquicela et al., 2023), siendo un producto fundamental para la canasta familiar y un rubro de exportación de alto impacto social. Sin embargo, esta actividad enfrenta una amenaza fitosanitaria permanente y devastadora: la bacteria *Ralstonia solanacearum* raza 2, agente causal de la enfermedad conocida comúnmente como moko.

Esta bacteria es reconocida como uno de los fitopatógenos de mayor importancia económica a nivel mundial debido a su capacidad para afectar a más de 200 especies de plantas y su amplia distribución geográfica. En el cultivo de musáceas, su impacto es especialmente crítico, ya que tiene el potencial de eliminar plantaciones enteras, provocando pérdidas en el rendimiento que oscilan entre el 20% y el 100%, dependiendo de la susceptibilidad del huésped y las condiciones del entorno (González et al., 2025).

La problemática se agrava debido a la naturaleza de la bacteria y su epidemiología. *R. solanacearum* raza 2 se disemina fácilmente a través de múltiples vías: herramientas de trabajo contaminadas, insectos, residuos vegetales, suelo infestado, el contacto radicular, el agua de escorrentía y el transporte de colinos (material de siembra) infectados. Una vez que la enfermedad ingresa a una localidad, su propagación hacia el interior de las fincas se ve acelerada por las propias labores culturales, el tránsito de personas y animales, convirtiendo el manejo en un desafío constante (Llano et al., 2018). En Ecuador, el moko ha sido una amenaza latente desde su registro en la región, lo que exige la búsqueda constante de estrategias de control efectivas y sostenibles.

El manejo convencional de esta enfermedad se enfrenta a serias limitaciones. La eficacia de los antibióticos es reducida y su aplicación en campo está severamente restringida debido a

las crecientes preocupaciones ambientales y los potenciales riesgos para la salud humana. Esta situación ha impulsado la investigación hacia alternativas de control biológico que sean amigables con el medio ambiente. Si bien los bacteriófagos (fagos) han emergido como una alternativa prometedora para el control de bacterias fitopatógenas, su potencial contra la cepa del moko aún no ha sido suficientemente probado (Ramírez et al., 2020).

En este contexto, el control biológico mediante el uso de microorganismos antagonistas, como los hongos del género *Trichoderma*, se presenta como una vía de investigación de alto interés. Diversos estudios han demostrado la capacidad de *Trichoderma* spp. para inhibir el crecimiento de fitopatógenos, principalmente hongos, a través de mecanismos como el micoparasitismo, la competencia por nutrientes y espacio, y la producción de metabolitos antifúngicos. Sin embargo, su potencial inhibitorio sobre bacterias fitopatógenas, y específicamente sobre *Ralstonia solanacearum* raza 2, es un campo que requiere mayor exploración científica.

Es por ello que la presente propuesta de evaluar, desde una perspectiva de laboratorio, el potencial que ofrecen los aislamientos de *Trichoderma* como biocontroladores de *R. solanacearum*, tiene relevancia. La presente investigación busca generar conocimiento local respecto a la efectividad de este antagonista, generando evidencia científica que respalde su inclusión en futuras estrategias de manejo integrado. Los resultados obtenidos en condiciones controladas serán el cimiento sobre el cual se construyan ensayos posteriores en invernadero y en campo, con el fin de proporcionar a los productores una herramienta sostenible que, además de reducir las mermas económicas provocadas por la enfermedad.

Objetivos

El objetivo de esta investigación fue evaluar el potencial de las bacterias y los hongos entomopatógenos para el control biológico del moko, causado por *Ralstonia solanacearum*, en condiciones de laboratorio. Para ello, se determinará la capacidad inhibitoria de los microorganismos seleccionados sobre el crecimiento del patógeno en medios de cultivo y se comparará la eficacia de los diferentes tratamientos, con el propósito de identificar los agentes biológicos con mayor potencial para su control.

METODOLOGÍA

En esta investigación se utilizó un enfoque cuantitativo, ya que el objetivo de la misma es medir, cuantificar y analizar variables respuesta de manera objetiva, a través de datos numéricos y métodos estadísticos, mismos que requieren precisión, replicabilidad y control de variables.

Se utilizó este tipo de investigación exploratoria porque el problema de investigación es muy conocido y no ha sido estudiado en profundidad a nivel de laboratorio y se busca obtener información relevante del mismo. Este alcance permite identificar variables relevantes, formular preguntas y generar hipótesis para estudios posteriores.

Contexto de la investigación

El trabajo experimental se llevó a cabo en el laboratorio del Instituto Superior Tecnológico Tsa'chila ubicada en la avenida Galo Luzuriaga, en el cantón Santo Domingo, provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas, misma que cuenta con las siguientes coordenadas geográficas: x= 705,647.48 m; y= 9,973,592.32 m. El ensayo tuvo una duración de tres meses.

Factor en estudio

En el presente estudio se evaluarán un factor: Microorganismos entomopatógenos en el control Biológico de moko (*Ralstonia solanacearum*).

Tratamientos

Los tratamientos evaluados se describen en la Tabla 1, mismos que corresponden a la aplicación de algunos hongos y bacterias entomopatógenos para control de moko en plátano, en laboratorio.

Tabla 1

Descripción de los tratamientos a evaluarse

Tratamientos	Descripción
T1	*Trichoderma harzianum*
T2	*Trichoderma asperellum*
T3	*Bacillus subtilis*
T4	*Bacillus amyloliquefaciens*

Diseño de la investigación

La investigación se estructuró mediante un diseño completamente al Azar (DCA). Los datos registrados fueron analizados mediante el análisis de varianza ADEVA (Tabla 2), pero al realizar la prueba de normalidad de datos (Shapiro-Wilks modificado), se determinó que los mismos no se distribuían de forma normal por lo que se optó por realizar una prueba no paramétrica (Prueba de Kruskal Wallis). La comparación de medias a través de la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$). Se empleó el software estadístico Infostat para el procesamiento de los datos.

Tabla 2

Esquema del ADEVA de la investigación del control biológico de moko (Ralstonia solanacearum) en laboratorio utilizando bacterias y hongos entomopatógenos

Fuente de variación	Grados de libertad (gl)
Tratamientos	3
Error	12
Total	25

Procedimientos

a. Medio de cultivo PDA: Para el inicio del proceso experimental, se prepararon medios de cultivo, para ello se midieron 400 ml de agua destilada utilizando una probeta graduada y se pesaron 15,6 g de medio Potato Dextrose Agar (PDA), los cuales se disolvieron en los volúmenes de agua correspondientes auxiliándose con agitadores magnéticos para asegurar una mezcla homogénea. Los matraces con los medios preparados se sellaron empleando tapones de algodón recubiertos con papel aluminio para garantizar condiciones de esterilidad durante el proceso de autoclave y evitar contaminaciones externas.

b. Procedimiento de preparación del medio de cultivo PDA: Se preparó 20 cajas Petri tamaño estándar con medio PDA, para ello se necesitó conocer el volumen de medio que se vierte en cada placa. La dosificación en el envase fue (39 g por 1000 ml de agua) significa que la concentración es de 39 g/L. El volumen por caja Petri estándar es de 90–100 mm (tamaño estándar) y se suele usar de 20–25 ml por placa.

Cálculo

El volumen por placa (por ejemplo, 20 ml para placas de 100 mm).

Volumen total necesario = 20 placas × volumen por placa.

Cantidad de PDA = (39 g / 1000 ml) × volumen total en ml.

Se usó 20 ml/placa:

Volumen total = 20 × 20 ml = 400 ml.

PDA = (39 g / 1000 ml) × 400 ml = 15,6 g.

Posteriormente, los medios fueron esterilizados en autoclave a 121 °C durante 15 minutos a una presión de 15 psi. Una vez esterilizados, los medios se dejaron enfriar hasta aproximadamente 45–50 °C y se vertieron en cajas Petri de plástico estériles (90 mm de diámetro) bajo condiciones asépticas en una cabina de flujo laminar, dejando solidificar durante 30 minutos.

c. Selección de microorganismo patógeno: La bacteria *Ralstonia solanacearum* raza 2 (moko) fue proporcionada por el laboratorio de fitopatología de la ESPE- extensión Santo Domingo, en caja Petri de medio de cultivo Agar Nutritivo.

d. Selección de microorganismos entomopatógenos: Los hongos *Trichoderma harzianum* y *Trichoderma asperellum* ya se encontraban aislados de una experimentación anterior. Las cepas puras se mantenían en cajas Petri en medio de cultivo PDA y se los propagó bajo la técnica de Honey Tek (cultivo líquido estéril) en solución dextrosa al 5% en agua, para la generación de metabolitos, mantenidas en la incubadora a una temperatura de 28 °C ± 1°C.

Las bacterias *Bacillus subtilis* y *Bacillus amyloliquefaciens* fueron aislados en medio de cultivo Agar Nutritivo (AN) de los productos comerciales Bacmil + Plus (concentración 3x109 UFC/gr) y Bactefort, respectivamente, mantenidas en la incubadora a una temperatura de 28 °C.

e. Método de difusión en disco (antibiograma tradicional) (Kirby-Bauer adaptado): este protocolo se basa en el método de difusión en disco (Kirby-Bauer adaptado), el cual es el más reportado en la literatura científica para este tipo de interacciones.

f. Preparación del inóculo bacteriano patógeno: Con un asa estéril, se tomó 2 o 3 colonias de R. solanacearum, raza 2, de la caja Petri y se las suspendió en 3 ml de agua destilada estéril en tubo de ensayo. Se ajustó la turbidez de la suspensión al equivalente al estándar 0.5 de

McFarland (aproximadamente 1-2 × 10^8 UFC/mL). Esto se puedo hacer visualmente o con un espectrofotómetro (DO_{625}nm = 0.08 a 0.1).

g. Preparación de los discos sensibilidad con *T. harzianum, T. asperellum, B. subtilis y B. amyloliquefaciens*: Se utilizaron discos estériles en blanco para pruebas de sensibilidad a antibióticos (Blank Sterile Antibiotic Sensitivity Discs) que son discos de papel de filtro estériles que no contienen ningún antibiótico (aproximadamente 5 mm de diámetro).

Se utilizó 4 cajas Petri estériles y dentro de cada una se colocó 16 discos estériles para ser inoculados por los microorganismos entomapatógenos. Los discos humedecidos por los hongos T. harzianum y T. Asperellum fueron de la extracción de la solución dextrosa 5% en agua salina estéril (3 ml) y se lo dejó reposar por el lapso de 5 minutos. Asegurarse de que los discos contengan el micelio activo.

Los discos humedecidos por los B. subtilis y B. amyloliquefaciens fueron de la extracción de las cajas Petri, con un asa estéril, el cual se tomó 2 o 3 colonia del medio Agar Nutritivo y se suspendió en agua destilada estéril (3 ml) respectivamente y se lo dejó reposar por el lapso de 5 minutos. Asegurarse de que los discos contengan la bacteria activa.

h. Siembra de la bacteria patógena y aplicación de los discos en placa (microorganismos entomopatógenos):

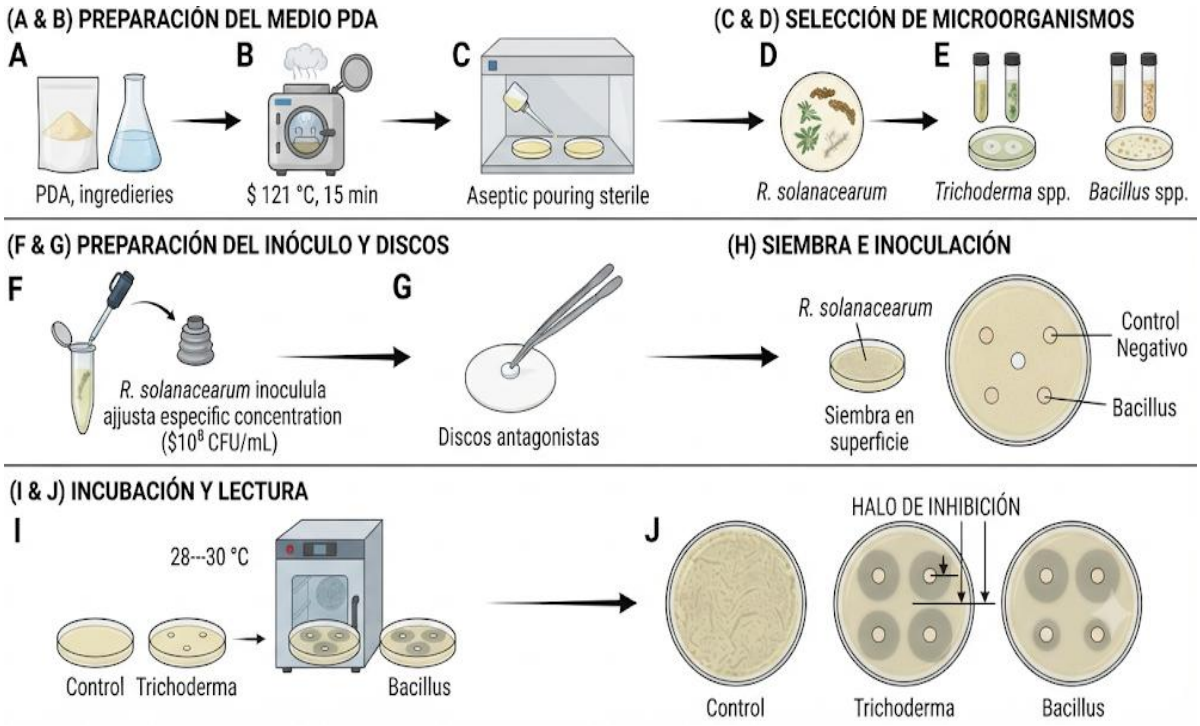
- Preparación del material: Se tuvieron listas las cajas Petri con medio Papa Dextrosa Agar (PDA) estéril y seco.
- Toma el inoculo: Se sumergió el hisopo estéril en la suspensión bacteriana de *Ralstonia solanacearum* raza 2.
- Extensión del cultivo: Se pasó el hisopo mojado con el inoculo de un extremo al otro de la placa Petri en líneas paralelas muy juntas.
- Giro de la placa: Se rotó la caja a 90 grados y repetir el proceso para cubrir toda la superficie sin dejar espacios vacíos.
- Colocación de los discos: Los discos con *T. harzianum, T. asperellum, B. subtilis y B. amyloliquefaciens* se colocaron sobre la superficie del PDA con pinzas estériles.
- Distribución: Se colocó los discos a distancias equidistantes (4 discos por placa de 90 mm) y 3 cm entre cada uno y del borde de la caja Petri, se dejó la placa inmóvil hasta que los discos estén bien adheridos.

i. Incubación: Se mantuvo las placas a temperatura ambiente durante 20 minutos para permitir la difusión de posibles metabolitos antes de la incubación. Se incubó las placas invertidas (con la tapa hacia abajo) a 28-30 °C ± 1°C durante un período de 72 horas, para el desarrollo de los hongos y bacterias entomopatógenos.

j. Interpretación de los resultados: se procedió a realizar la primera toma de datos al tercer día después de la implementación de los discos: 72, 96, 120, 144 y 192 horas durante (5 días), observar la aparición de halos de inhibición (zonas transparentes sin crecimiento bacteriano) alrededor de los discos fúngicos.

Figura 1

Procedimiento para preparar TCBS



- **Medición:** Se midió el diámetro de los halos de inhibición (incluyendo el disco) en milímetros con una regla. Se recomienda hacerlo por triplicado para obtener un promedio confiable.
- **Interpretación:** Se consideró que con un halo de inhibición mayor al diámetro del disco mejor actividad antagónica. La ausencia de halo sugiere que alguna cepa de *Trichoderma y Bacillus* no es efectiva bajo las condiciones probadas.

- **Incubación:** Las placas se incubaron a 28 ± 1 °C durante 5 a 7 días, período durante el cual se evaluó la actividad antagónica mediante la medición de los halos de inhibición formados alrededor de cada disco, así como la capacidad inhibitoria y la curva de tiempo-respuesta acumulada.

Recolección de datos

- **Capacidad inhibitoria:** Se midió la susceptibilidad de las bacterias y de los hongos, usando el halo de inhibición (diámetro del halo mm), con ayuda de una regla.
- **Curva de tiempo-respuesta acumulada:** Se midió empleando la siguiente fórmula: CTRA = valor del día / valor máximo del tratamiento en Día 5 × 100.

Técnicas e instrumentos

Para el desarrollo de la presente investigación se aplicó la técnica de observación, que permitió un primer acercamiento a la realidad del problema estudiado. Este proceso se llevó a cabo en el laboratorio de microbiología, con apoyo de la guía de preparación del medio de cultivo agar papa dextrosa (PDA) y la guía de difusión en disco, basada en el método tradicional de antibiograma Kirby-Bauer adaptado.

Materiales

Para el desarrollo de la investigación en condiciones de laboratorio se utilizaron medios de cultivo como agar papa dextrosa (PDA) y agar nutritivo, así como cultivos puros de *Trichoderma harzianum, Trichoderma asperellum, Bacillus subtilis y Bacillus amyloliquefaciens*. Entre los materiales empleados se incluyeron hisopos estériles, agitadores magnéticos, papel aluminio, algodón, cajas de Petri de plástico estériles, jeringas, cinta de papel, agua destilada, alcohol, papel absorbente, asas de siembra, pinzas estériles, discos de papel filtro estériles de aproximadamente 5 mm de diámetro y una regla para medir los halos de inhibición.

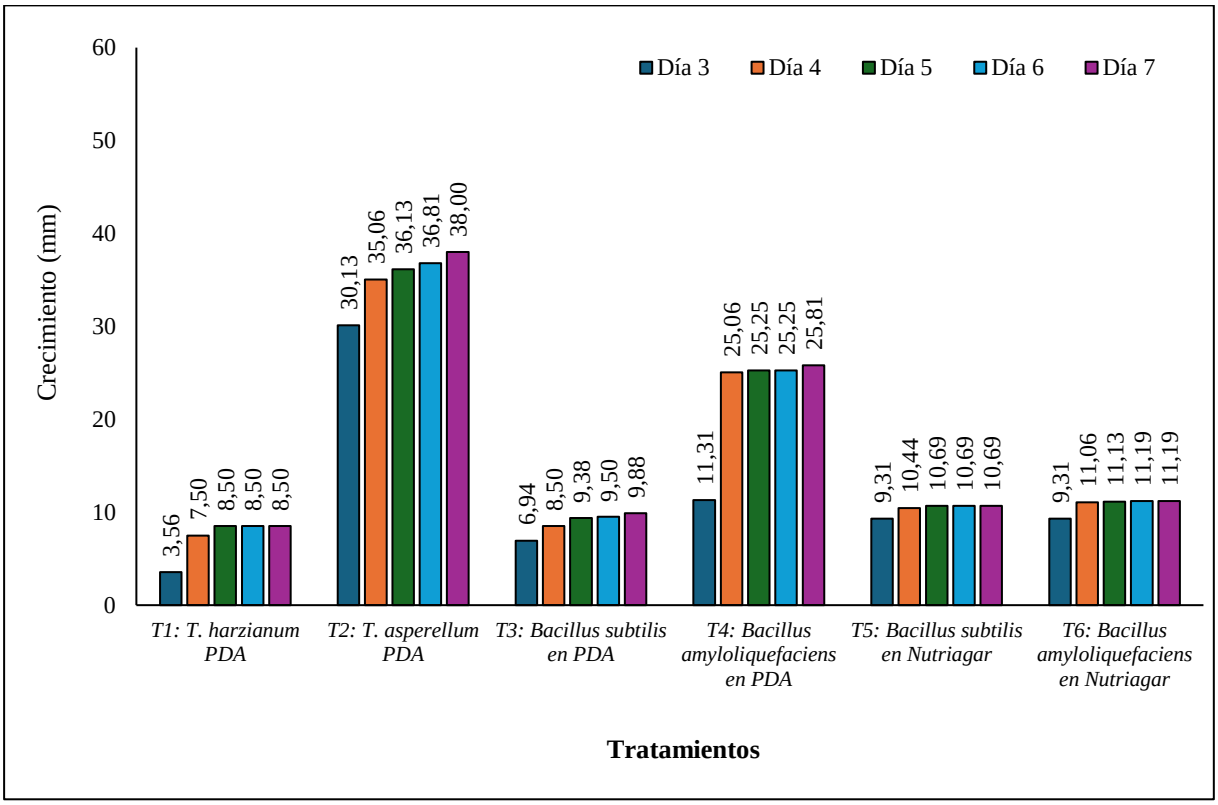
Los equipos e instrumentos utilizados durante la fase de laboratorio fueron una balanza analítica con precisión de 0,01 g, un matraz Erlenmeyer de 1 L, una probeta graduada de 500 mL, un autoclave, una incubadora con temperatura de funcionamiento de 28 a 30 °C, un baño María ajustable entre 45 y 50 °C, una campana de flujo laminar, un mechero Bunsen, un calibrador digital y un adaptador para acoplar un teléfono móvil al microscopio.

RESULTADOS

Los resultados de la prueba de Kruskal Wallis, demostró la existencia de diferencias estadísticas significativas ($p<0,05$) entre los tratamientos evaluados, en todos los días evaluados. La Figura 2, muestra la evolución de la capacidad inhibitoria (mm de halo de inhibición) de cuatro microorganismos antagonistas T1: *Trichoderma harzianum*, T2: *Trichoderma asperellum*, T3: *Bacillus subtilis* y T4: *Bacillus amyloliquefaciens* frente a *Ralstonia solanacearum* raza 2, agente causal del moko del plátano, evaluados durante cinco días consecutivos in vitro. El T2: *Trichoderma asperellum* exhibe el mayor poder inhibitorio de todo el ensayo, con un halo inicial de 30,13 mm en el Día 3 que se incrementa progresivamente hasta 38,00 mm en el Día 7. Este comportamiento indica una actividad antagonista rápida y sostenida frente a *R. solanacearum*.

Figura 2

Capacidad inhibitoria de los tratamientos evaluados



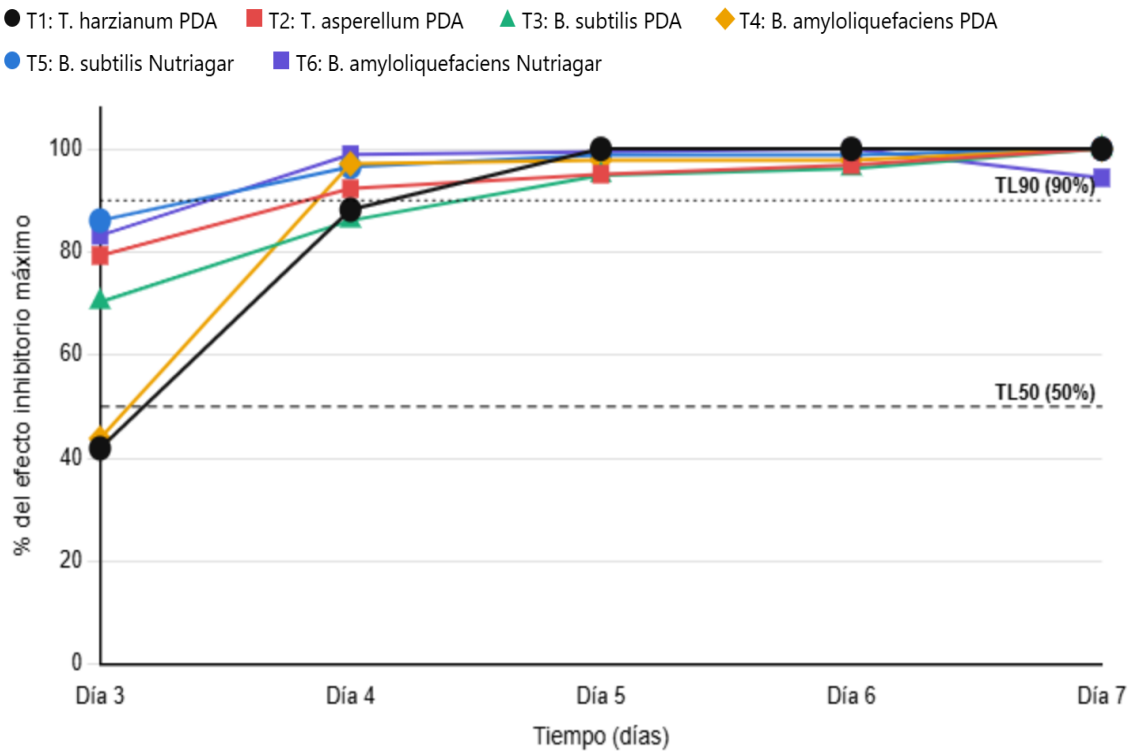
La severidad de las enfermedades evaluadas con *T. asperellum* disminuyeran significativamente, con respecto a los demás tratamientos. Valores similares a los obtenidos por el T2 son similares a los obtenidos por Pico et al. (2024), quienes obtuvieron con *T. viride*, *T. harzianum* y *T. asperellum*, una efectividad de 76,07% de inhibición.

Curva de tiempo-respuesta acumulada

La Figura 3, muestra la curva de tiempo-respuesta acumulada (%) de cada tratamiento respecto a su propio efecto máximo, donde se observa claramente cómo *T. asperellum* (T2) y *B. subtilis* (T3) cruzan la línea del 50% (TL) Taza letal (Tiempo de inhibición), antes que los demás tratamientos, mientras que *T. harzianum* (T1) y *B. amyloliquefaciens* (T4) parten desde niveles más bajos en el Día 3 y ascienden con mayor pendiente entre el Día 3 y el Día 4.

Figura 3

Curva de tiempo-respuesta acumulada frente Ralstonia solanacearum raza 2



Lo reportado en la figura anterior demuestra que la eficacia de un antagonista frente a *R. solanacearum* raza 2 no depende únicamente de la magnitud del halo de inhibición, sino también de la velocidad con que dicho efecto se expresa en el tiempo. Dichos resultados demuestran que el *Trichoderma asperellum* fue el mejor para contra el moko del plátano, seguido de *Bacillus amyloliquefaciens*, cuya cinética de acción retardada podría resultar complementaria en una formulación combinada, aprovechando un efecto rápido (T2) junto con uno sostenido (T4).

Dichos resultados son consistentes con lo reportado por Ramírez et al. (2020), quienes evaluaron el potencial de los bacteriófagos contra *Ralstonia solanacearum*, al exponer a estos fagos a una cepa especialmente agresiva (la UA1591), los resultados fueron contundentes: en

cuestión de 24 horas, la presencia del patógeno se redujo a niveles tan bajos que resultaban indetectables. Además, supera los porcentajes reportados por Rengifo (2024), quien analizó la capacidad de bacteriófagos como controladores biológicos in vitro de *Ralstonia solanacearum* aisladas del pseudotallo en banano, demostrando una inhibición entre el 2,26% y el 34,10%, durante las 4 fases de crecimiento de la bacteria.

Figura 4

Vista a nivel de microscopio de los microorganismos entomopatógenos frente Ralstonia solanacearum raza 2



Tratamiento T1: *Trichoderma harzianum*, vista a nivel de microscopio



Tratamiento T2: *Trichoderma asperellum*, vista a nivel de



Tratamiento T3: *Bacillus subtilis*, vista a nivel de microscopio



Tratamiento T4: *Bacillus amyloliquefaciens*, vista a nivel de microscopio

CONCLUSIONES

El *Trichoderma asperellum* (T2) demostró una alta capacidad inhibitoria temprana, alcanzando un 79% de inhibición a las 72 horas (Día 3), con una eficacia que se estabiliza rápidamente hasta llegar al 100% de inhibición en el Día 7.

El *Bacillus subtilis* (T3) mostró una inhibición del 72% en el Día 3, alcanzando el 100% en el Día 5, con un comportamiento estable y creciente a lo largo del tiempo.

De los cuatro agentes evaluados, el *Trichoderma asperellum* (T2) presentó la mayor capacidad inhibitoria temprana (79% al día 3) y el menor tiempo para alcanzar el 90% de Taza letal (TL90 = 1,70 días-tiempo de inhibición), posicionándose como el agente con la capacidad inhibitoria más robusta y consistente, siendo estadísticamente superior en el Día 3.

BIBLIOGRAFÍA

Gonzalez, A., Granja, E., y Espinosa, K. (2025). *Experiencia de manejo de moko Ralstonia solanacearum raza 2 en el Ecuado.* Retrieved from Revista Conciencia digital. Vol. 8. No. 3.1, pp. 6–25: https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/3501/9925

Llano, G., Álvarez, E., y Ceballos, G. (2018). *Manejo de moko de plátano en el Litoral Pacífico.* Retrieved from Sabia Revista Científica. Vol. 4, núm. 1. Obtenido de: https://portal.amelica.org/ameli/journal/397/3971823009/html/

Pico, J., Suárez, C., Jiménez, J., Paredes, E., Sabando, G., y Andrade, L. (2024). *In vitro evaluation of the inhibitory capacity of three Trichoderma isolates on Ralstonia solanacearum.* Retrieved from Revista Bionatura. Obtenido de: https://revistabionatura.org/wp-content/uploads/2024/03/2024.09.01.6.pdf

Ramírez, M., Neuman, B., y Ramírez, C. (2020). *Bacteriophages as promising agents for the biological control of moko disease (Ralstonia solanacearum) of banana.* Retrieved from Journal Biological Control. Vol. 149. Obtenido de: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1049964419308072

Rengifo, M. (2024). *Aplicación de bacteriófagos como una posible alternativa de biocontroladores contra Ralstonia solanacearum, en cultivos de banano en la provincia de Los Ríos, Ecuador.* Retrieved from Tesis Microbiología. Pontificia Universidad Católica del Ecuador.: https://repositorio.puce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/9cc405c9-8e0b-4876-aee7-aaed8de360b4/content

Saquicela, P., Романова, Л., Guamán, R., Ulloa, S., y Villavivencia, Á. (2023). *Caracterización morfológica y bioquímica de Ralstonia solanacearum Raza 2, bacteria patógena en*

cultivos de banano y plátano en El Carmen, Manabí, Ecuador. Retrieved from Siembra 10(1):e4305: https://www.researchgate.net/publication/369490189_Caracterizacion_morfologica_y_bioquimica_de_Ralstonia_solanacearum_Raza_2_bacteria_patogena_en_cultivos_de_banano_y_platano_en_El_Carmen_Manabi_Ecuador

Suárez, K., Toscano, H., Terrero, L., y Tuarez, O. (2026). *Potencial del control biológico frente a Ralstonia solanacearum raza 2 en banano.* Retrieved from Vol 11, No 1. Obtenido de:

https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/11062

Torres, C., Casas, M., y Díaz, J. (2013). *Manejo de Ralstonia Solanacearum raza 2 a través de productos químicos y biológicos.* Retrieved from Iteckne vol.10 no.2: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-17982013000200009