

Moko del plátano

diagnóstico, identificación y control biológico de *Ralstonia solanacearum* raza 2

Diana Alexandra Alava Cruz
COORDINADORA

erevna
CIENCIA EDICIONES

Moko del plátano

diagnóstico, identificación y control biológico de
Ralstonia solanacearum raza 2

Moko del plátano: diagnóstico, identificación y control biológico de *Ralstonia solanacearum* raza 2

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

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

Myriam Elizabeth Zambrano Mendoza
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
https://orcid.org/0000-0002-5307-6362

Mónica Mireya Tutillo Ortiz
Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
https://orcid.org/0009-0003-8329-7371

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

Olga Benigna Pérez Chamorro
Universidad UTE
https://orcid.org/0000-0002-8404-9076

Jordan Michael Vasquez Loor
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
https://orcid.org/0009-0005-2911-0048

José Adrian Sánchez Alcivar
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
https://orcid.org/0009-0002-7839-7135

ECUADOR, 2026

Alava-Cruz, D. A., Avellán-Vásquez, L. E., Meza-Loor, M. A., Zambrano-Mendoza, M. E., Tutillo-Ortiz, M. M., Pinargote-Muñoz, T., Pérez-Chamorro, O B., Vasquez-Loor, J. M., & Sánchez-Alcivar, J. A. (2026). *Moko del plátano: diagnóstico, identificación y control biológico de Ralstonia solanacearum raza 2*. Editorial Erevna Ciencia Ediciones. https://doi.org/10.70171/

erevna
CIENCIA EDICIONES

Moko del plátano: diagnóstico, identificación y control biológico de *Ralstonia solanacearum* raza 2

Autores: Diana Alexandra Alava Cruz, Leonardo Enrique Avellán Vásquez, Manuel Alexander Meza Loor, Myriam Elizabeth Zambrano Mendoza, Mónica Mireya Tutillo Ortiz, Tamara Pinargote Muñoz, Olga Benigna Pérez Chamorro, Jordan Michael Vasquez Loor, José Adrian Sánchez Alcivar

Primera edición octubre 2026
e-ISBN: 978-9907-9585-6-0
DOI: 10.70171/dz648v94

Coordinación Editorial:
EREVNA CIENCIA EDICIONES
Diagramación y diseño digital:
EREVNA CIENCIA EDICIONES
Imagen de portada:
Diana Alexandra Alava Cruz
Fotografías:
Diana Alexandra Alava Cruz

© (2026) Diana Alexandra Alava Cruz, Leonardo Enrique Avellán Vásquez, Manuel Alexander Meza Loor, Myriam Elizabeth Zambrano Mendoza, Mónica Mireya Tutillo Ortiz, Tamara Pinargote Muñoz, Olga Benigna Pérez Chamorro, Jordan Michael Vasquez Loor, José Adrian Sánchez Alcivar

© (2026) Erevna Ciencia Ediciones
Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador. Teléfono: +593 98 096 3706, editorial@e-revna.com, https://e-revna.com

Este libro está disponible en acceso abierto y se publica bajo una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International. Puede ser compartido en su forma original, siempre y cuando se otorgue crédito al autor, únicamente con propósitos no comerciales y sin realizar modificaciones ni crear obras derivadas.

Descargo de responsabilidad: Las opiniones expresadas en este documento son responsabilidad exclusiva de los autores y no reflejan la postura de las instituciones que patrocinan o auspician esta publicación, ni de la editorial. El editor no hace ninguna representación, expresa o implícita, con respecto a la exactitud de la información contenida en este libro y no puede aceptar ninguna responsabilidad legal o de otro tipo por cualquier error u omisión que pueda haber.

CONTENIDO

CAPÍTULO I

ESTADO ACTUAL DE LA ENFERMEDAD DEL MOKO EN EL CANTÓN EL CARMEN 7

CAPÍTULO II

TINCIÓN DE LA BACTERIA (*Ralstonia solanacearum*) EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa* AAB) EN LABORATORIO Y CAMPO 17

CAPÍTULO III

CONTROL BIOLÓGICO DE LA ENFERMEDAD DE MOKO (*Ralstonia solanacearum*) EN LABORATORIO 32

CAPÍTULO IV

AGENTES BIOLÓGICOS EN LA RESISTENCIA DE LA BACTERIA (*Ralstonia solanacearum*) RAZA 2, DEL CULTIVO DE PLÁTANO BARRAGANETE (*Musa* AAB) EN FASE DE VIVERO 47

CAPÍTULO I
ESTADO ACTUAL DE LA ENFERMEDAD DEL MOKO EN EL CANTÓN EL CARMEN

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

Olga Benigna Pérez Chamorro
Universidad UTE
https://orcid.org/0000-0002-8404-9076

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

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

https://doi.org/10.70171/jjyczw87

Resumen

La enfermedad del moko, causada por *Ralstonia solanacearum* raza 2, es una de las amenazas fitosanitarias más graves para el plátano en el cantón El Carmen, principal zona productora de Ecuador. Este capítulo analizó el estado actual de la enfermedad mediante un Análisis de Correspondencia Múltiple (ACM), con el fin de identificar asociaciones entre variables sociodemográficas, productivas y de conocimiento fitosanitario. Se encuestaron 211 productores de seis sectores del cantón durante agosto de 2026, con un 95% de confianza y 5% de error. Se aplicaron pruebas de Kruskal-Wallis, CATPCA y regresión logística binaria en SPSS. Los resultados mostraron que no existen diferencias significativas en el tamaño del cultivo entre sectores ni entre hectáreas y la presencia de moko. El ACM identificó dos dimensiones: una de conocimiento técnico (identificar agente causal, reconocer síntomas y conocer la enfermedad) y otra de percepción/información (experiencia directa, medios de diseminación y escala del cultivo). La regresión logística reveló que la rotación de cultivo es el único predictor significativo (OR = 7,54; $p < 0,001$), indicando que quienes la realizan tienen 7,5 veces más probabilidad de reportar problemas de moko, lo que sugiere que se adopta como respuesta a la enfermedad y no como medida preventiva.

Palabras clave: moko del plátano, diagnóstico fitosanitario, rotación de cultivos.

INTRODUCCIÓN

Para la Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario (AGROCALIDAD, 2024), esta es una de las plagas más destructivas de los cultivos de musáceas, ya que genera pérdidas en la producción y altos costos por la aplicación de medidas de contención y erradicación. Existen diversas fuentes o vías de contaminación o propagación: 1) plantas y partes de plantas afectadas, como el cormo, pseudotallo, fruta y hojas; 2) insectos como el picudo negro; 3) animales de granja como gallinas y cerdos; 4) suelo contaminado adherido al calzado, maquinaria y herramientas; 5) agua contaminada; 6) raíces enfermas que se entrecruzan con las raíces de plantas sanas; y 7) malezas.

El moko es una enfermedad bacteriana devastadora, cuyo agente causal es *Ralstonia solanacearum* raza 2, que afecta a los cultivos de banano y plátano, provocando marchitamiento y la muerte de la planta. Además, contamina el suelo, lo que dificulta la recuperación del cultivo y genera pérdidas económicas. La propagación de la enfermedad es rápida y puede ocurrir a través de diversas vías, incluyendo el material vegetal infectado, suelo contaminado transportado por herramientas, calzado o animales, e incluso insectos (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca, 2025).

En la provincia de Manabí, el cantón El Carmen concentra la mayor parte de la producción nacional de plátano, producto que solía llegar con gran éxito a los mercados internacionales. Sin embargo, la bacteria *Ralstonia solanacearum* raza 2, conocida comúnmente como "moko del Plátano", ha provocado una crisis en la región. Este patógeno, uno de los problemas fitosanitarios más graves para las musáceas en las regiones tropicales y subtropicales, ha causado grandes pérdidas a un sector que depende de este cultivo (El productor, 2024).

Según datos reportados por Alava et al. (2018), en el cantón El Carmen, el 21% de los encuestados manifestó que la enfermedad estaba presente en su propiedad; el 50% de los plataneros expresó conocer la enfermedad y reconocer sus síntomas; y el 23% la atribuyó al agente causal bacteriano. Además, el 24% de los productores señaló que el método de diseminación es por semilla; finalmente, el 71% de los encuestados respondió no tener información sobre medidas preventivas o de control de la enfermedad.

En este contexto, la gravedad de la enfermedad del moko en el cantón El Carmen y el limitado conocimiento que los productores poseen sobre sus mecanismos de propagación y control evidencian la necesidad de analizar el estado actual de la enfermedad del moko

(*Ralstonia solanacearum* raza 2) en el cantón El Carmen, mediante la aplicación de un Análisis de Correspondencia Múltiple, para identificar las asociaciones entre las variables sociodemográficas, productivas y de conocimiento fitosanitario de los plataneros.

METODOLOGÍA

La presente investigación se realizó en la provincia de Manabí y Santo Domingo de los Tsáchilas, cantón El Carmen y Santo Domingo, en los sectores de: Las Delicias, San Pedro de Suma, Naranjales, La Bramadora, La Medianía, Sumita Pita, llevada a cabo el mes de agosto de 2026. La población muestreada fueron 211 productores de plátano de exportación, donde se asignó un nivel de confianza del 95 % y un margen de error admisible del 5%, para las preguntas consideradas en encuestas. Se empleó estadística multivariada (Análisis de Componentes Principales) que permitió reducir el número de variables categóricas, de los datos obtenido de las encuestas aplicadas a los productores de plátano Barraganete.

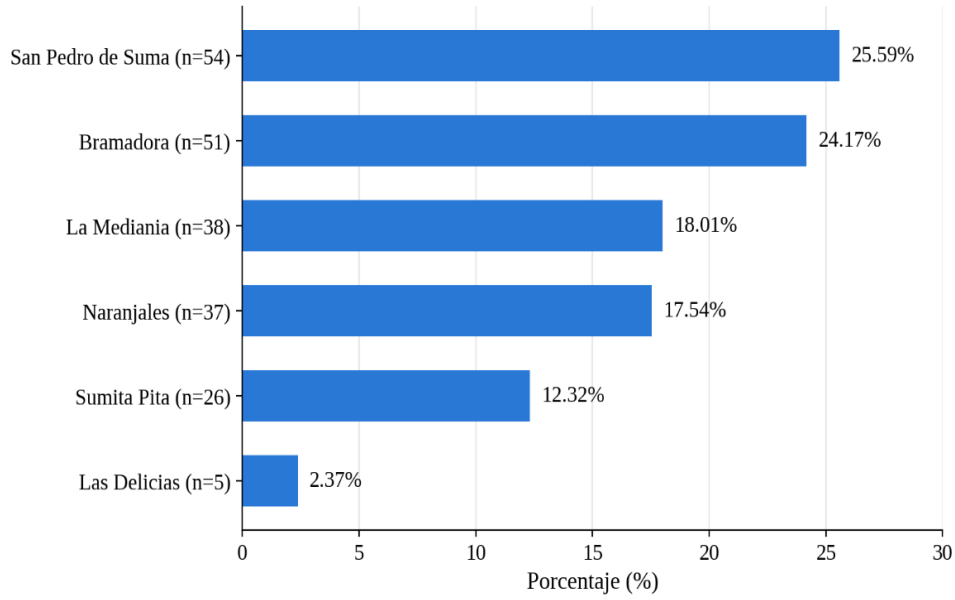
Se empleó el software estadístico SPSS para realizar de la limpieza de datos, análisis exploratorio y multivariantes mismo que permitió determinar las técnicas estadísticas para clasificar y agrupar las relaciones entre las variables dependientes (manejo) y su incidencia sobre la enfermedad del moko.

RESULTADOS

Al comparar las localidades entre sí, se identifican tres grupos claramente diferenciados. Las localidades San Pedro de Suma y Bramadora son las de mayor peso en el estudio y estadísticamente equivalentes entre sí, aportando en conjunto casi el 50% de la información recolectada. Un segundo grupo, de representación intermedia, está conformado por La Medianía (18,01%), Naranjales (17,54%) y Sumita Pita (12,32%). Finalmente, Las Delicias (2,37%) conforma por sí sola un tercer grupo de representación marginal, con un tamaño muestral casi diez veces menor al de la localidad líder.

Figura 1

Distribución porcentual de las encuestas según localidad



Resultados de la prueba de Kruskal-Wallis

Número de hectáreas por sector (Lugar): No existe diferencia estadísticamente significativa ($p > 0,05$) en el tamaño del cultivo de plátano (en hectáreas) entre los seis sectores del cantón El Carmen. Aunque Las Delicias presenta el rango promedio más alto (119,40) y Sumita Pita el más bajo (97,42), la variabilidad observada es completamente atribuible al azar muestral y no refleja un patrón geográfico real. En términos prácticos, esto significa que la superficie cultivada de plátano es homogénea entre los sectores encuestados, por lo que no es necesario estratificar futuros análisis por tamaño de finca según el sector.

Número de hectáreas según presencia de problemas de moko: Tampoco se encontró una relación significativa entre el tamaño del cultivo y la presencia de problemas de moko. El grupo que "Sospecha" tener la enfermedad presenta el rango promedio más alto (126,89), seguido de "No" (105,10) y "Sí" (103,41), pero esta diferencia no es estadísticamente robusta. Este resultado es relevante porque descarta al tamaño de la finca (hectáreas) como factor discriminante directo del riesgo de moko en esta muestra: agricultores con fincas grandes y pequeñas tienen probabilidades similares de reportar el problema.

En función de los resultados antes expuesto se prosigue con el análisis de componentes principales, para establecer que factores como las prácticas de manejo (rotación, normas fitosanitarias, tratamientos) podrían ser más determinantes que la escala productiva.

Resultados de análisis de componentes principales

Un alfa promedio de 0,742 indica una confiabilidad aceptable-buena de la solución de dos dimensiones; ambas dimensiones superan individualmente el umbral de 0,70 recomendado. La inercia total explicada (43,3%) es razonable para un CATPCA con muchas variables categóricas (donde rara vez se supera el 50-60%), lo que respalda usar 2 dimensiones para resumir el patrón de respuestas de los 211 agricultores. La tabla de medidas discriminantes cuantifica el aporte de cada variable a la formación de las dos dimensiones del modelo CATPCA, y su valor puede interpretarse de forma análoga a una carga factorial al cuadrado: mientras más alto es el valor (más cercano a 1), mayor es la capacidad de esa variable para diferenciar a los agricultores dentro de la dimensión correspondiente. Los totales activos (3,485 y 3,015) coinciden con los autovalores ya reportados en la tabla de confiabilidad, y la columna "Media" resume la contribución global de cada variable considerando ambas dimensiones simultáneamente.

Tabla 1

Resumen del modelo

Dimensión	Alfa de Cronbach	Varianza contabilizada para	
		Total (autovalor)	Inercia
1	,764	3,485	,232
2	,716	3,015	,201
Total		6,500	,433
Media	,742a	3,250	,217

Nota: a. La media de alfa de Cronbach se basa en la media de autovalor.

En la Dimensión 1, las variables con mayor poder discriminante son: *Identifica al agente causal de enfermedad* (0,807), *Conoce usted sobre enfermedad moko* (0,791) y *Reconoce síntomas del moko en plátano* (0,550). Estos valores, notablemente superiores al resto, confirman que esta dimensión está construida fundamentalmente sobre el conocimiento técnico y diagnóstico de la enfermedad: es el eje que mejor separa a los agricultores informados de los que no lo están respecto a qué es el moko, cómo se reconoce y quién lo causa. *Tiene información de medidas preventivas* (0,346) también aporta de forma moderada a esta dimensión, reforzando su carácter cognitivo/informativo.

En la Dimensión 2, el patrón se invierte: destacan *Medios diseminación de enfermedad* (0,570), *Tiene problemas de moko* (0,407), *Número hectáreas cultivo de plátano* (0,365), *Normas fitosanitaria para traslado de semilla* (0,335) y *Tratamientos para control de moko* (0,320). Esta combinación sugiere que la segunda dimensión captura un componente más práctico y experiencial: la experiencia directa con la enfermedad en la finca, el tamaño del cultivo, y la aplicación de medidas de manejo y control (normas fitosanitarias, tratamientos), diferenciándose así de la dimensión puramente cognitiva.

Para la variable *Número de hectáreas del cultivo plátano*, discrimina de forma relativamente equilibrada en ambas dimensiones (0,284 y 0,365, media 0,325), lo que indica que tamaño del cultivo se relaciona con la experiencia práctica frente al moko. Igual de relevante es el comportamiento de *Reconocer los síntomas del moko en plátano*, que combina una discriminación alta en la Dimensión 1 (0,550) con un aporte moderado en la Dimensión 2 (0,290), siendo de hecho la variable con mejor equilibrio entre ambas dimensiones (media 0,420), lo que la posiciona como un indicador robusto y transversal del perfil general del agricultor frente a la enfermedad.

En el extremo opuesto se ubican las variables con medias discriminantes muy bajas, todas por debajo de 0,10: *Entidades gobierno han realizado capacitación* (0,040), *Tipo de cultivo plátano* (0,018), *Adquisición de nuevas semillas* (0,033) y *Tratamientos para control de moko* solo en su componente de Dimensión 1 (0,008). Estos valores tan cercanos a cero indican que dichas variables presentan poca variabilidad discriminante en la muestra de 211 agricultores, es decir, las respuestas tienden a ser homogéneas (por ejemplo, la mayoría cultiva el mismo tipo de plátano o casi nadie ha recibido capacitación gubernamental) por lo que no contribuyen de manera significativa a diferenciar perfiles dentro del espacio bidimensional del modelo, aun cuando temáticamente sean relevantes para el estudio.

En conjunto, la tabla confirma y profundiza la interpretación del Biplot: existe una clara bipolaridad entre variables de conocimiento teórico/diagnóstico (que cargan en la Dimensión 1) y variables de experiencia práctica y manejo agronómico (que cargan en la Dimensión 2), mientras que las variables institucionales y de adquisición de insumos (capacitación gubernamental, adquisición de semillas, entidades de gobierno) muestran escasa capacidad discriminante en ambas dimensiones, lo que podría señalar una limitada o poco diferenciada intervención institucional percibida por los agricultores del cantón El Carmen frente al manejo del moko.

Tabla 2

Medidas discriminantes

Variables	Dimensión		Media
	1	2	
Tipo de cultivo plátano	,034	,002	,018
Número hectáreas cultivo plátano	,284	,365	,325
Conoce usted sobre enfermedad del moko	,791	,003	,397
Identifica al agente causal de enfermedad	,807	,342	,574
Reconoce síntomas del moko en plátano	,550	,290	,420
Sabe donde apareció la enfermedad del moko	,116	,197	,156
Medios diseminación de enfermedad	,202	,570	,386
Tiene problemas de moko	,056	,407	,232
Tiene información de medidas preventivas	,346	,001	,173
Entidades de gobierno han realizado capacitación	,045	,036	,040
Ha realizado adquisición de semilla	,136	,001	,068
Normas fitosanitaria para traslado de semilla	,031	,335	,183
Tratamientos para control de moko	,008	,320	,164
Adquisición de nuevas semillas	,046	,019	,033
Rotación de cultivo para control de moko	,033	,127	,080
Total activo	3,485	3,015	3,250

El Biplot cuenta con dos ejes de comportamiento distintos entre los 211 agricultores del cantón El Carmen: un eje de conocimiento técnico (saber identificar el agente y los síntomas de moko) y un eje de percepción/información (haber tenido el problema y conocer cómo se disemina, ligado a la escala del cultivo).

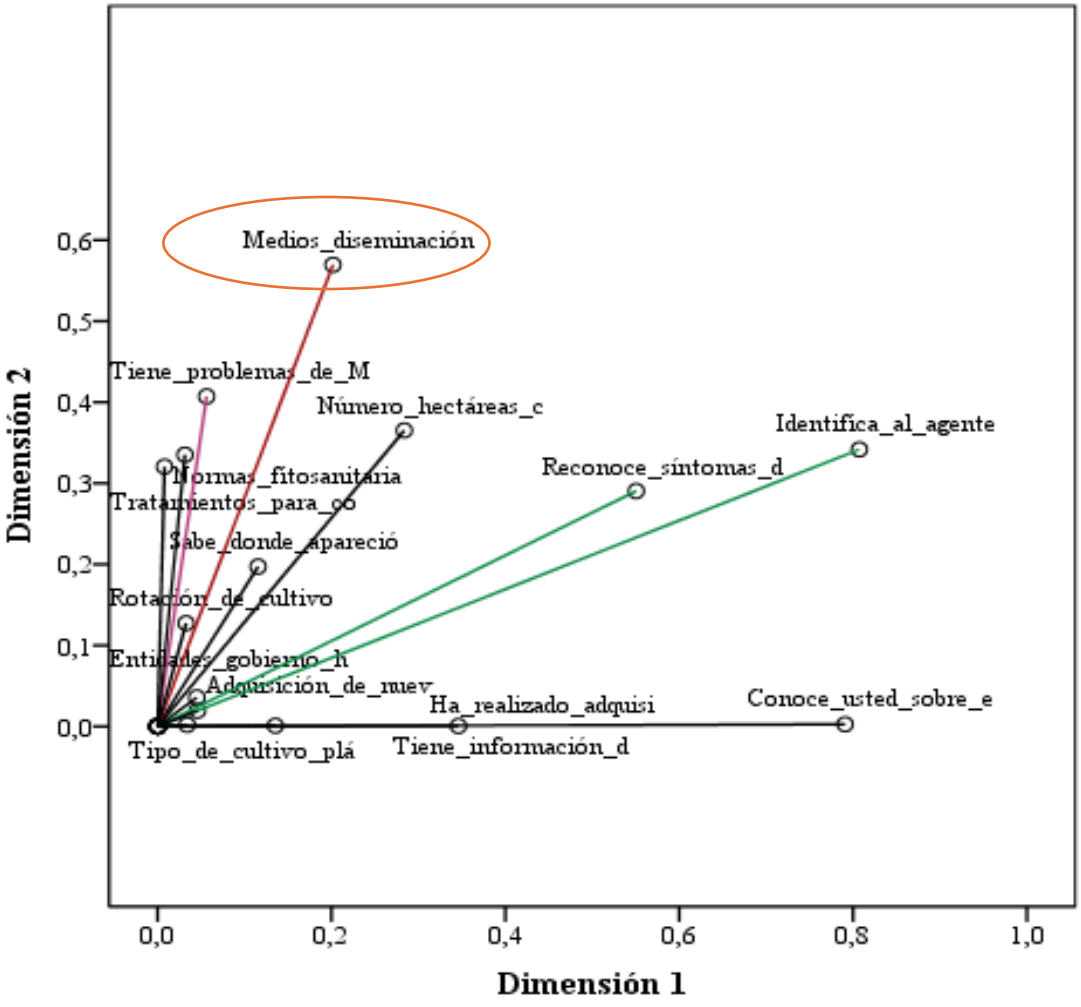
Dado que: *Identifica al agente*, *reconoce síntomas* y *conoce usted sobre el moko* se ubican lejos del origen y en la misma dirección general, existe una asociación fuerte entre ellas: los agricultores que reconocen síntomas también tienden a identificar el agente causal y a declarar que conocen la enfermedad, es decir, el conocimiento teórico y el diagnóstico práctico van de la mano.

En cambio, las prácticas de manejo (rotación, tratamientos, normas fitosanitarias, adquisición de material) están poco correlacionadas con esas dimensiones, lo que podría

interpretarse como una brecha entre el conocimiento/percepción del problema y la adopción real de prácticas de manejo un hallazgo típico y relevante para estudios de extensión agrícola, y probablemente uno de los puntos centrales a discutir en las conclusiones del estudio.

Figura 2

Biplot de análisis de correspondencias



Resultados de regresión logísticas binaria

De los cinco predictores, solo la rotación de cultivo resultó estadísticamente significativa. Controlando por tipo de cultivo, hectáreas, normas fitosanitarias y adquisición de semilla, los agricultores que sí realizan rotación de cultivo tienen 7,5 veces más probabilidad (OR=7,54) al reportar problemas de moko, como medida de control. Las demás variables (tipo de cultivo, hectáreas, normas fitosanitarias, adquisición de semilla) no mostraron asociación significativa con la presencia de moko una vez controlado el efecto de las demás sus intervalos de confianza cruzan el valor 1.

Tabla 3

Odds Ratios (razones de momios)

Predictor	OR*	IC 95%	p
Cultivo asociado (vs. monocultivo)	1,39	0,69 – 2,76	0,355
Hectáreas cultivadas (por categoría)	0,88	0,63 – 1,23	0,455
Normas fitosanitarias: Sí (vs. No)	1,04	0,53 – 2,04	0,907
Rotación de cultivo: Sí (vs. No)	**7,54**	**3,64 – 15,63**	**<0,001**
Adquisición nueva semilla: Sí (vs. No)	1,66	0,80 – 3,45	0,175

Nota: *OR > 1 (aumenta la probabilidad de que ocurra el evento); OR <1, (disminuye dicha probabilidad); y cuando el OR es exactamente igual a 1, (No existe asociación alguna entre el predictor y el evento estudiado).

CONCLUSIONES

La prueba de Kruskal-Wallis evidenció que no existen diferencias estadísticamente significativas en el número de hectáreas cultivadas de plátano entre los seis sectores evaluados del cantón El Carmen. Asimismo, no se encontró relación significativa entre el tamaño de la finca y la presencia de problemas de moko, lo que descarta la escala productiva como factor discriminante del riesgo de la enfermedad en esta muestra.

El análisis de correspondencia múltiple permitió identificar dos ejes de comportamiento entre los 211 agricultores: una dimensión de conocimiento técnico, construida sobre variables como identificar al agente causal, reconocer síntomas y conocer la enfermedad; y una dimensión de percepción/información, asociada a haber tenido problemas de moko, conocer los medios de diseminación, el número de hectáreas y la aplicación de normas fitosanitarias y tratamientos. Esta estructura bidimensional demuestra que el conocimiento de la enfermedad no es un bloque único, sino que combina componentes cognitivos y experienciales.

La regresión logística binaria reveló que, de los cinco predictores evaluados, solo la rotación de cultivo resultó estadísticamente significativa (OR = 7,54; IC 95%: 3,64 – 15,63; p < 0,001). Los agricultores que realizan rotación tienen 7,5 veces más probabilidad de reportar problemas de moko, lo que indica que esta práctica se adopta principalmente como respuesta a la presencia de la enfermedad y no como medida preventiva.

BIBLIOGRAFÍA

Agencia de Regulación y Control Fito y Zoosanitario AGROCALIDAD. (2024). *Guía para el establecimiento y mantenimiento de sitios de producción libres de Ralstonia solanacearum Raza 2.* Obtenido de https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2024/10/Guia_Ralstonia.pdf

Alava, D., Vivas, J., González, I., & Meza, M. (2018). *Situación actual de la enfermedad del moko (Ralstonia solanacearum, Raza II) en el cultivo de plátano en el cantón El Carmen.* Obtenido de Ponencia. Red Santo Domingo Investiga.: https://www.redisd.org/index.php/es/ponencias-l020-agricultura-acuacultura-ganaderia-y-pesca-24/536-situacion-actual-de-la-enfermedad-del-moko-ralstonia-solanacearum-raza-ii-en-el-cultivo-de-platano-en-el-canton-el-carmen

El productor. (2024). *El moko avanza rápidamente en la región del Carmen.* Obtenido de Periódico digital agropecuario de Ecuador: https://www.elproductor.com/articulo/el-moko-avanza-rapidamente-en-la-region-del-carmen

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2019). E*stado del arte y opciones de manejo del moko y Sigatoka negra.* Obtenido de http://www.fao.org/3/a-as124s.pdf

INAMHI. (2016). *Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología.* Obtenido de http://www.serviciometeorologico.gob.ec/wp-content/uploads/anuarios/meteorologicos/Am%202011.pdf

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (2019). *Banano, plátano y otras musáceas.* Obtenido de http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/banano-platano-y-otras-musaceas/

Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca. (2025). *Mesa Técnica del Plátano, en El Carmen, analiza situación del sector y soluciones a problemáticas.* Obtenido de https://www.agricultura.gob.ec/mesa-tecnica-del-platano-en-el-carmen-analiza-situacion-del-sector-y-soluciones-a-problematicas/

CAPÍTULO II
TINCIÓN DE LA BACTERIA (*Ralstonia solanacearum*) EN EL CULTIVO DE PLÁTANO (*Musa* AAB) EN LABORATORIO Y CAMPO

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

Mónica Mireya Tutillo Ortiz
Ministerio del Ambiente, Agua y Transición Ecológica
https://orcid.org/0009-0003-8329-7371

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

Jordan Michael Vasquez Loor
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
https://orcid.org/0009-0005-2911-0048

https://doi.org/10.70171/8b44rq53

Resumen

El plátano (*Musa* AAB) es un rubro estratégico para Ecuador, concentrado en el "triángulo platanero" (Manabí, Santo Domingo y Los Ríos). El moko, causado por *Ralstonia solanacearum* raza 2, es uno de los problemas fitosanitarios más graves de las musáceas. En el cantón El Carmen se confirmó su presencia, lo que hace prioritario mejorar su identificación en campo mediante aislamiento y tinción. El estudio se realizó en dos fases (laboratorio y campo) con 18 tratamientos que combinaron seis tipos de colorante (hipoclorito 5%, violeta de genciana, safranina, azul de metileno, Lugol y testigo) y tres partes de la planta (pseudotallo, raquis y dedo). Se usó un diseño completo al azar en laboratorio y bloques completos al azar en campo, evaluando el nivel de tinción en una escala de 1 (nula) a 4 (alta). Las muestras provinieron de una planta Barraganete enferma de la finca "Trajanito", con aislamiento, purificación y tinción de Gram previos. Los resultados mostraron que el T5 (Lugol en pseudotallo) y T17 (Lugol en dedo) alcanzaron el nivel máximo de tinción (4), siendo superiores al resto en laboratorio y campo. El Lugol produjo una coloración negra intensa por reacción física con el almidón (en el dedo) y con la presencia bacteriana (en el pseudotallo). Se concluye que el Lugol es el colorante más eficaz para visualizar la bacteria y que el pseudotallo es la parte de la planta que mejor se pigmea y donde los síntomas son más evidentes.

Palabras clave: *Ralstonia solanacearum*, moko, tinción, Lugol, *Musa* AAB.

INTRODUCCIÓN

Un rubro importante para economía y seguridad alimentaria del país es el cultivo de plátano (*Musa* AAB), desde el punto de vista socioeconómico, el plátano genera fuentes estables y transitorias de trabajo. Actualmente se reportan en el país un total de 144981 ha de plátano, de las cuales 86712 ha están bajo el sistema de monocultivo. La mayor zona de producción de esta musácea es la conocida como el triángulo platanero, la cual abarca las provincias de Manabí, Santo Domingo y los Ríos con 52612, 14249 y 13376 ha en producción de esta especie, respectivamente (Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP, 2019).

El moko del plátano es considerado uno de los problemas fitosanitarios más importantes que afectan a las musáceas en las regiones tropicales y subtropicales del mundo; y constituye una complicación potencial para aquellos países o áreas en los que está presente, debido a que afecta a todos los estados de desarrollo de la planta, se disemina fácilmente y es un factor determinante en la restricción comercial de la producción (Belalcázar e*t al*, 2004).

Según informe de la Dirección General de Sanidad Vegetal (2016), en países como Guyana se reportan pérdidas en rendimiento de hasta 74 %, mientras que en países como México y Belice esta enfermedad se presenta de forma constante mermando la producción y comercialización de este fruto (Eyres e*t al*., 2001).

En el cantón El Carmen se llevó a cabo una investigación con el propósito de establecer la situación actual de la enfermedad del moko (*Ralstonia solanacearum*, raza II) que ataca al cultivo de plátano; los resultados determinaron que el 21% de los productores de plátanos manifiestan que si existe la enfermedad en su propiedad; el 50% expresan que conocen sobre esta enfermedad, y que reconocen sus síntomas, dichos resultados son alarmantes ya que deja precedentes sobre la existencia de la enfermedad en el cantón y sobre la poca capacitación en el tema por autoridades reguladores en el tema (Alava et al., 2019).

Con lo anterior mencionado se pone en manifiesto la importancia de iniciar de manera correcta la identificación de la bacteria en campo, siendo la fase de aislamiento y tinción de la bacteria lo primero.

Objetivos

El objetivo general de la investigación fue realizar la tinción de la bacteria causante del moko, *Ralstonia solanacearum* raza 2, en muestras del cultivo de plátano (*Musa* AAB), mediante procedimientos desarrollados en laboratorio y campo. De manera específica, se buscó

identificar los colorantes que permiten una visualización más nítida de la bacteria y comparar la respuesta a los diferentes colorantes aplicados en muestras de tejidos enfermos procedentes de distintas partes de la planta, tanto en condiciones de laboratorio como de campo.

Hipótesis

Existe diferencias entre los diferentes tipos de colorantes aplicados en muestras de tejidos enfermos de diferentes partes de la planta de plátano.

METODOLOGÍA

Ubicación del ensayo

El presente trabajo se desarrolló en dos fases: la primera fase de laboratorio que se llevó a cabo en el Instituto Superior Calazacón en el cantón Santo Domingo de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas; la segunda fase de campo se realizó en el cantón El Carmen, en el año 2020, localizado en el noreste de la provincia de Manabí, con las siguientes coordenadas geográficas: latitud: -0°22`45,2121” y longitud: -79°34`34,29”.

Variables

Las variables independientes del estudio correspondieron al tipo de colorante utilizado y a las partes de la planta de plátano afectadas por la enfermedad del moko. Por su parte, las variables dependientes comprendieron el nivel de tinción obtenido en las muestras analizadas, tanto en condiciones de laboratorio como de campo.

Tratamientos

El experimento contó con 18 tratamientos en total en laboratorio y campo, que resultaron de la interacción de los dos factores en estudio, los cuales se detallan en la Tabla 1.

Tabla 1

Tratamientos evaluados en laboratorio y campo

Tratamientos	Factor A	Factor B
T1	Hipoclorito 5%	En pseudotallo
T2	Violeta de Genciana	
T3	Safranina	
T4	Azul de Metileno	
T5	Lugol	
T6	Testigo	
T7	Hipoclorito 5%	En raquis
T8	Violeta de Genciana	
T9	Safranina	
T10	Azul de Metileno	
T11	Lugol	
T12	Testigo	
T13	Hipoclorito 5%	En dedo
T14	Violeta de Genciana	
T15	Safranina	
T16	Azul de Metileno	
T17	Lugol	
T18	Testigo	

Características de las unidades experimentales

Laboratorio y campo: Se empleó muestras obtenidas del sector del Porvenir, de la finca Trajanito, la cual ha sido identificada por Agrocalidad como sitio erradicado de moko; dichas muestras fueron de una sola planta enferma de la variedad Barraganete con fruto.

Modelo experimental

La fase de laboratorio se empleó un diseño completo al azar (DCA) en un arreglo factorial A x B + n, el factor A correspondió a los tipos de colorante y el factor B a las partes de la planta enferma.

Tabla 2

Esquema de ADEVA en laboratorio

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	17
Factor A (Tipo de colorante)	4
Factor B (Parte de la planta)	2
Factor A*Factor B (Tipo de colorante*Parte de la planta)	8
Error	36
Total	53

En la fase de campo se implementó en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) en un arreglo factorial A x B + n, el factor A correspondió a los tipos de colorante y el factor B a las partes de la planta enferma. A continuación, en la Tabla 3 y 4, se exponen los esquemas de varianza empleados:

Tabla 3

Esquema de ADEVA en campo

Fuente de variación	Grados de libertad
Tratamientos	17
Factor A (Tipo de colorante)	4
Factor B (Parte de la planta)	2
Factor A*Factor B (Tipo de colorante*Parte de la planta)	8
Repeticiones	2
Error	34
Total	53

Materiales y equipos

Para el desarrollo de las actividades de laboratorio se utilizaron una balanza, un agitador digital, una estufa, un autoclave, una cámara de flujo laminar, una incubadora y un microscopio. Asimismo, se emplearon cajas de Petri, matraces Erlenmeyer, asas de siembra, portaobjetos, cubreobjetos, goteros y pipetas. Entre los medios de cultivo, reactivos y materiales utilizados se incluyeron agar de carne, cloruro de sodio, agar papa dextrosa (PDA), agua destilada,

diferentes colorantes y muestras de tejidos procedentes de plantas de plátano afectadas por la enfermedad del moko.

Para las actividades de campo se utilizaron machetes, guantes, atomizadores y diferentes colorantes, además de muestras de tejidos obtenidas de plantas de plátano afectadas por la enfermedad del moko.

Datos tomados

Nivel de tinción: Para el registro de esta variable tanto en campo como laboratorio se estableció una escala, la cual se detalla en la Tabla 4.

Tabla 4

Escala de nivel de tinción

Nivel	Ponderación
Alta	4
Media	3
Baja	2
Nula	1

Manejo del experimento

Fase de laboratorio

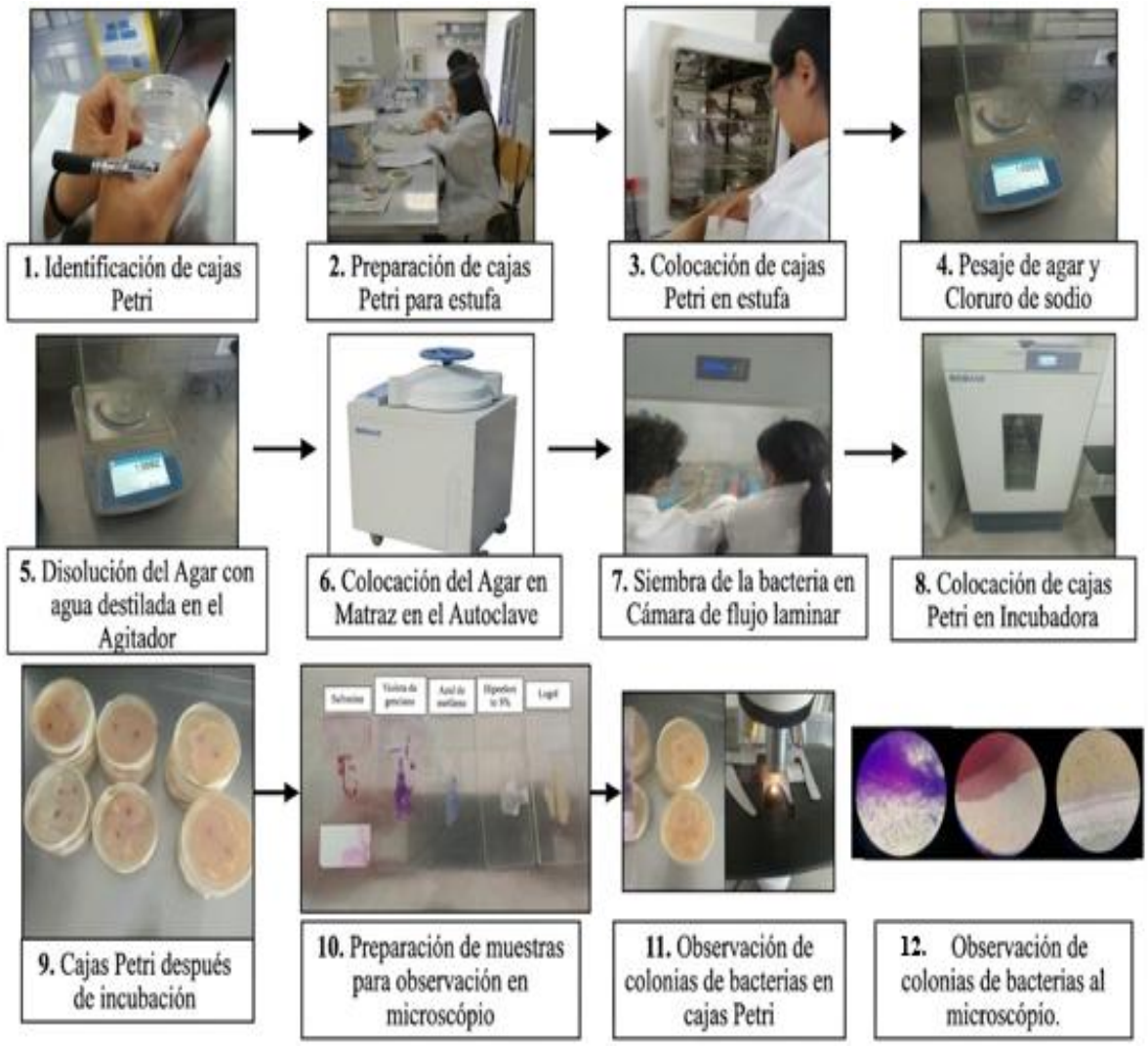
a. Aislamiento y purificación de la bacteria

Las muestras vegetativas recolectadas, fueron desinfectadas por un minuto en alcohol etílico al 70% y luego flameadas. Para facilitar la salida de la bacteria, se cortó los tallos en pequeños trozos (2 pulgadas), seguido se depositó durante 15 minutos en cada caja Petri y se incubó por 48 horas (Rodríguez et al., 2020).

Para el proceso de purificación de la bacteria, se seleccionó la colonia con las características morfológicas (colonias color blanco, forma irregulares redondas y fluidas) de *R. solanacearum* E. F. Smith.

Figura 1

Preparación de muestras para observación en microscopio



b. Prueba de Tinción de Gram

Consistió en preparar un frotis en una lámina portaobjeto; con el asa bacteriológica previamente estéril, se colocó una muestra de la colonia extendiéndolo sobre el portaobjeto, se dejó secar a temperatura ambiente. Posteriormente el frotis se fijó flameándolo por tres veces en un mechero de Bunsen. Después se cubrió el frotis con cada uno de los colorantes durante un minuto, se lavó y escurrió aplicando agua destilada; se dejó secar a temperatura ambiente. Luego en el microscopio se observó en el objetivo de inmersión (Salazar et al., 2025).

Figura 2

Preparación de muestras para observación en microscopio

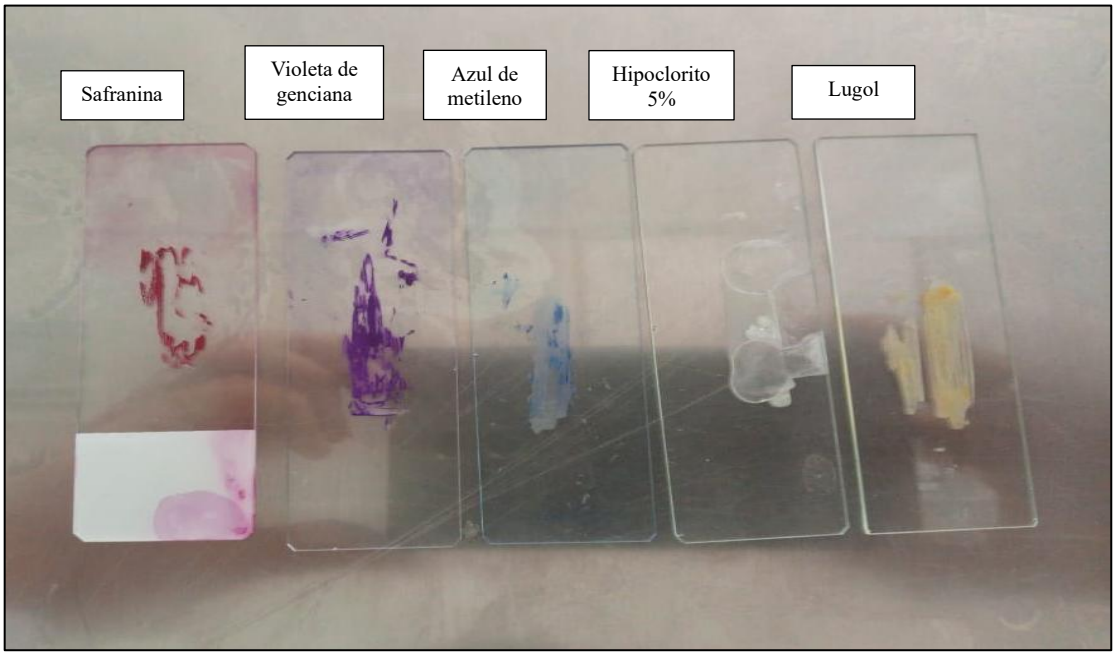
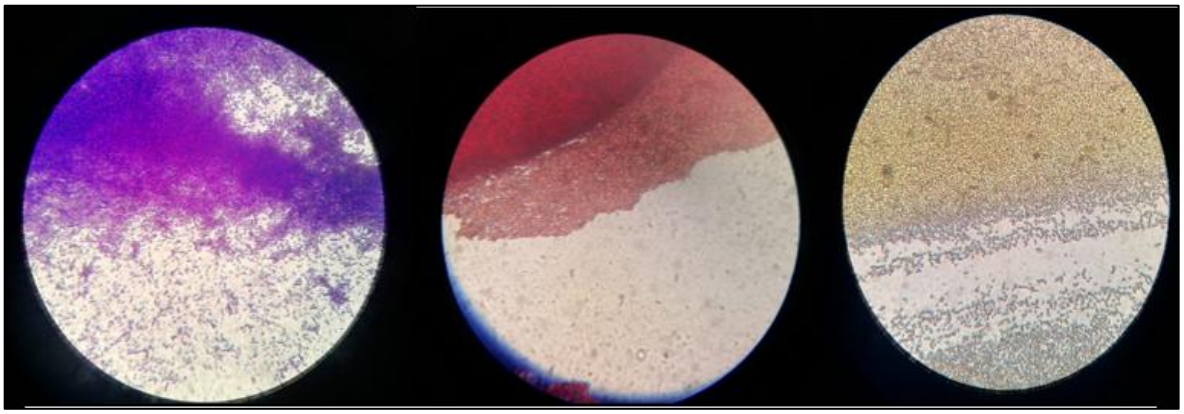


Figura 3

Observación de colonias de bacterias al microscopio



Fase de campo

Se empleó plantas enfermas de Barraganete con fruto previamente identificadas por los síntomas externos, a las cuales se las seccionó en partes con ayuda de un machete, posteriormente se les aplicó los colorantes y se determinó sus resultados. Cabe indicar que se tomó medidas de bioseguridad para la toma de muestras y transporte de las mismas a laboratorio como lo sugiere Agrocalidad (2015) en plan de acción para control de *Ralstonia solanacearum* raza 2. Además, se realizó desinfección de botas y herramientas a la salida de la finca Trajanito con una solución de cloro concentrado con el propósito de evitar la diseminación de la bacteria.

RESULTADOS

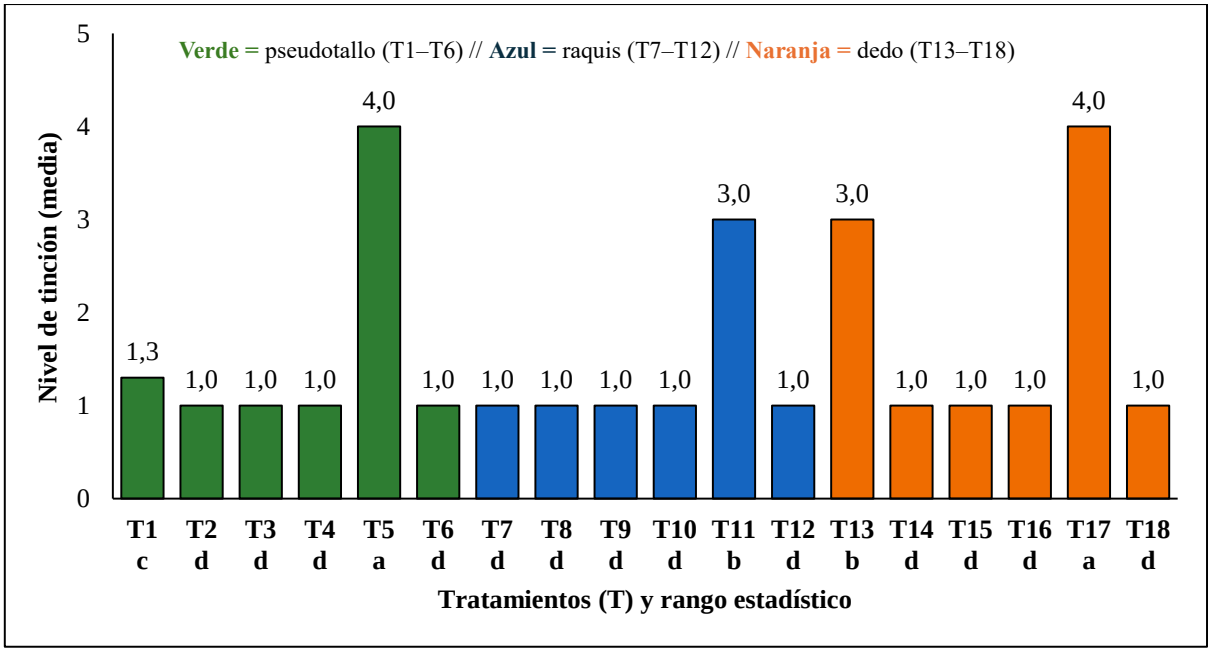
Nivel de tinción en laboratorio

Los resultados del análisis de varianza para la variable de Tinción de la bacteria *Ralstonia solanacearum* raza 2 en laboratorio, en la cual se distinguen diferencias estadísticas significativas ($p<0.01$) para las fuentes de variación: tratamientos, factor A (Tipos de colorantes), factor B (Partes de la planta) y la interacción A x B (Tipos de colorantes * partes de la planta).

El tratamiento T5 (Lugol en pseudotallo) y T17 (Lugol en dedo) tuvieron un valor de escala de 4, siendo estadísticamente iguales y diferentes al resto de tratamientos evaluados en laboratorio (Figura 4). Se pudo aprecia que en forma general todos los tratamientos presentaron colonias de coloración blancas con centros rojizos como lo menciona también Kelman (1954) como se citó en Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO (2019), quienes manifiestan que la diferencia entre las clases de colonias y niveles de virulencia es debido a la presencia y cantidad de polisacárido extracelular producido por la bacteria.

Figura 4

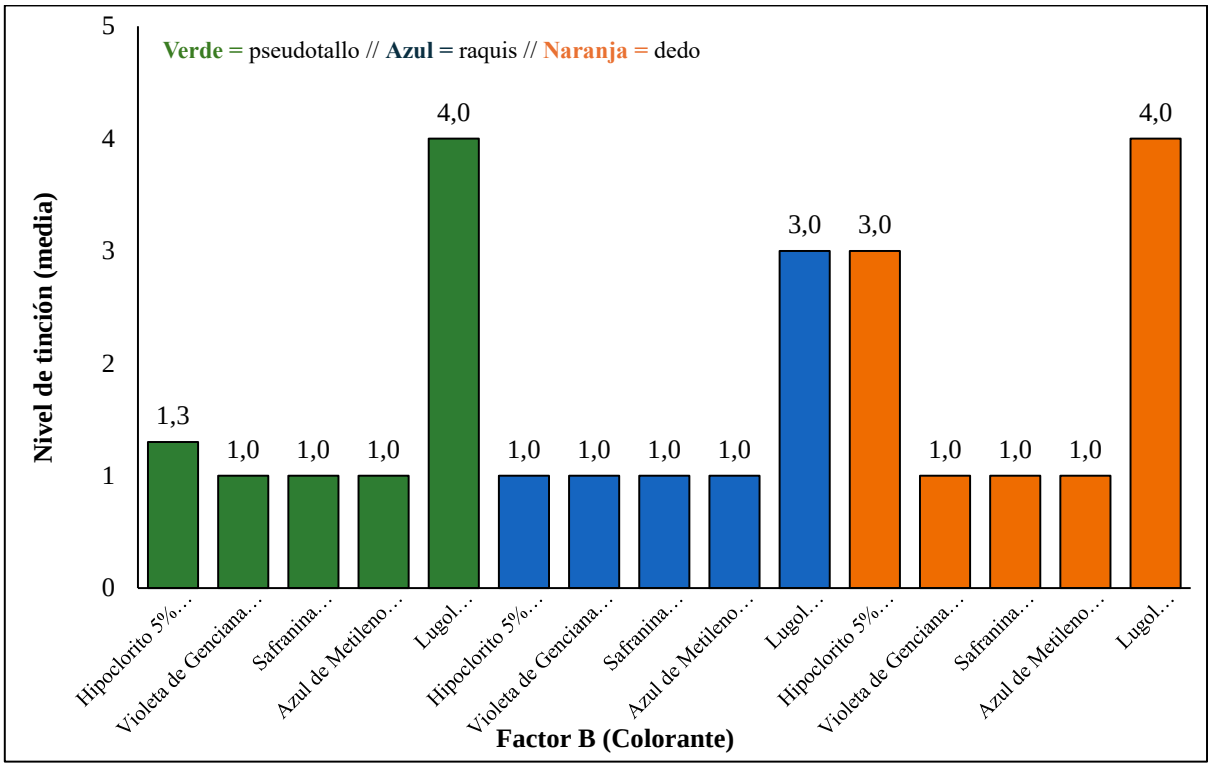
Promedios de nivel de tinción bacteria Ralstonia solanacearum en el cultivo de plátano (Musa AAB*), por tratamientos*



Al analizar los resultados de la prueba de Tukey (0,05) para la interacción factorial A*B (Tipos de colorantes * Partes de la planta) se observó que es la interacción Lugol en pseudotallo y en dedo, la que resultó con una alta tinción y cambio de coloración de colorante (Figura 5).

Figura 5

Promedios de nivel de tinción de la bacteria Ralstonia solanacearum en el cultivo de plátano (Musa AAB*)* en laboratorio



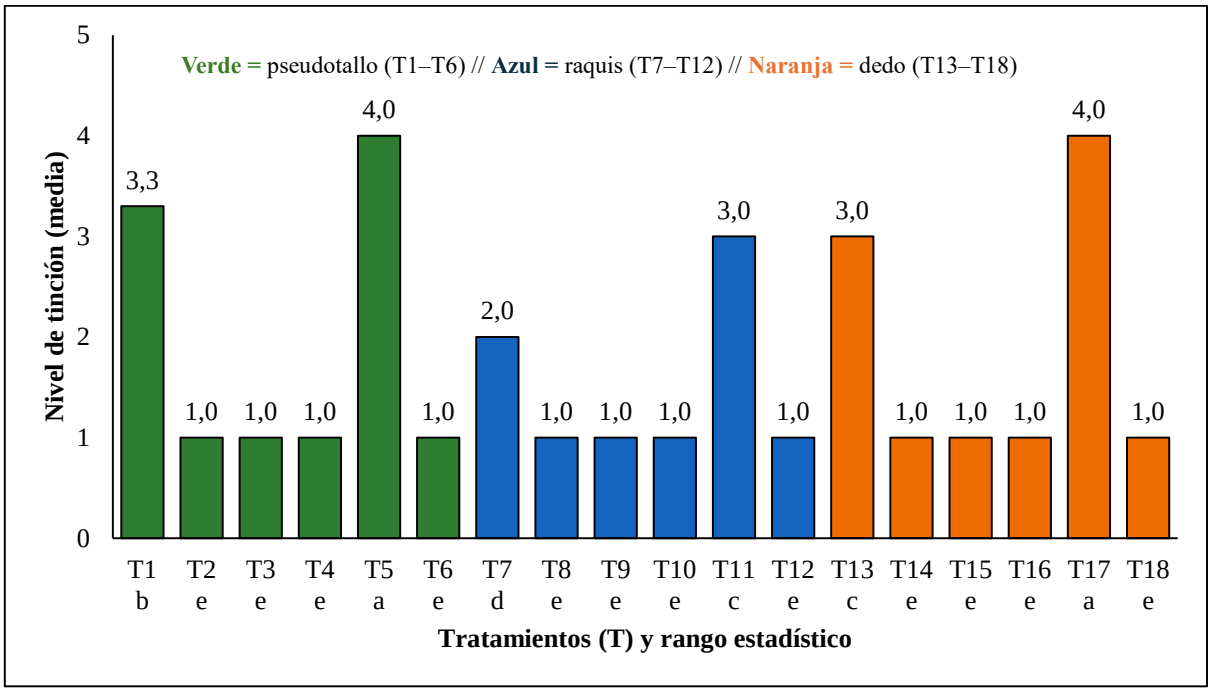
Nivel de tinción en campo

Los resultados del análisis de varianza para la variable de tinción de la bacteria *Ralstonia solanacearum* raza 2 en campo denotan diferencias estadísticas significativas ($p<0,01$) para las fuentes de variación: Tratamientos, factor A (Tipos de colorantes), factor B (Partes de la planta) y la interacción A x B (Tipos de colorantes * Partes de la planta).

En cuanto a tratamientos, los resultados de la prueba de Tukey (0,05) determinaron que es el T5 (Lugol en pseudotallo) y T17 (Lugol en dedo) tuvieron un valor de escala de 4, siendo estadísticamente iguales y diferentes al resto de tratamientos evaluados; es decir que estos tratamientos tuvieron una alta pigmentación del tejido enfermo evaluado en campo. El T3 (Hipoclorito 5% en pseudotallo) ocupó en segundo rango estadístico con un valor de 3,33, es decir su coloración fue de media a alta (Figura 6).

Figura 6

Promedios de nivel de tinción de la bacteria Ralstonia solanacearum en el cultivo de plátano (Musa AAB*), a nivel de campo por tratamientos*



Al apreciar las Figuras 7, 8 y 9, se observa que el Lugol da una tonalidad negra muy marcada y diferenciada del resto de tratamientos incluido el testigo, este hecho se debe a que no es una verdadera reacción química sino una reacción física indicando una coloración azul negro, es decir, que los átomos de yodo se introducen entre las espirales provocando la absorción o fijación de yodo en las moléculas del almidón (amilosa) como lo explica Aguiar et al. (2014).

Figura 7

Aplicación de los colorantes en pseudotallo de plátano afectado con moko

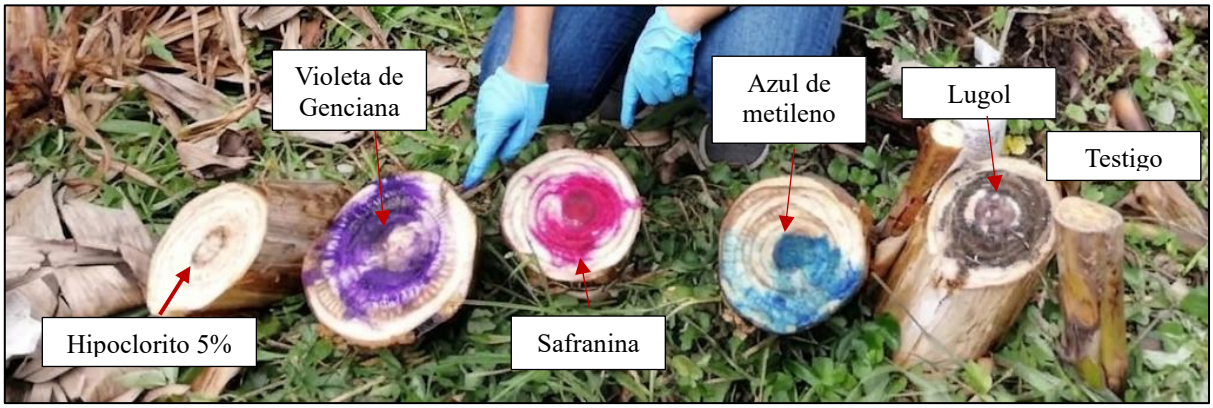


Figura 8

Aplicación de los colorantes en raquis de plátano afectado con moko

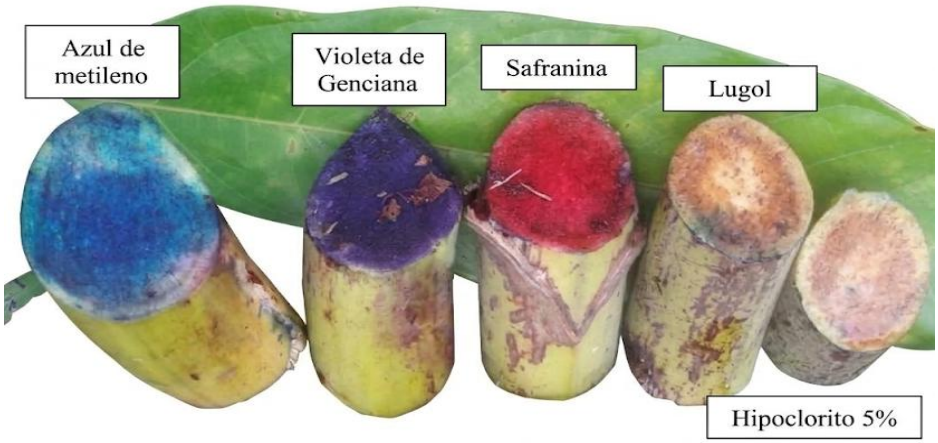
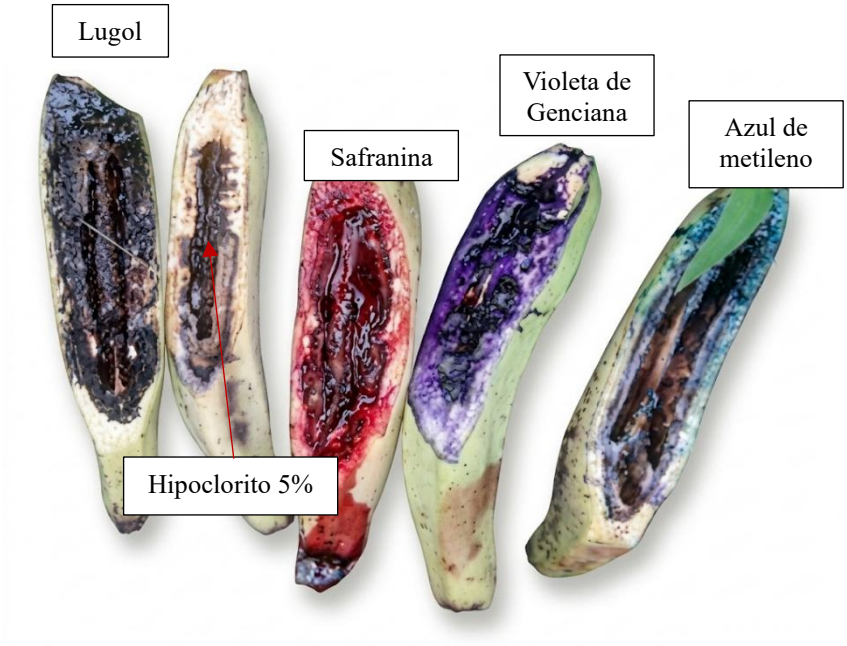


Figura 9

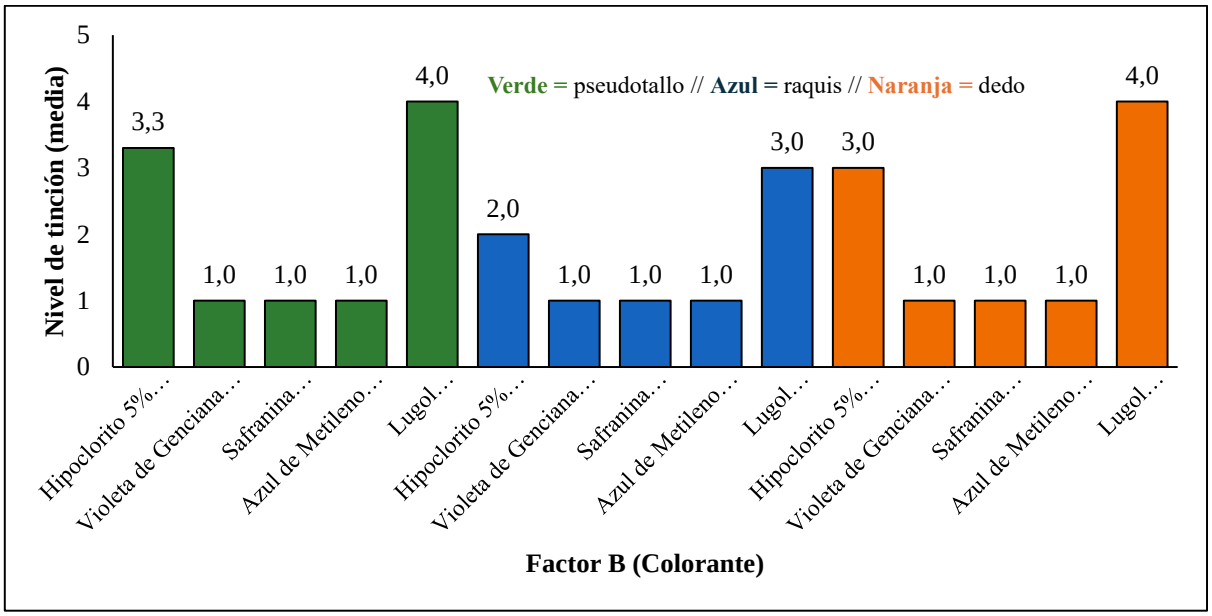
Aplicación de los colorantes en dedos de plátano afectado con moko



Al analizar los resultados de la prueba de Tukey (0,05) para la interacción factorial A*B (Tipos de colorantes * Partes de la planta) se observó que es la interacción Lugol en pseudotallo y en dedo la que resultó con una alta tinción y cambio de coloración de colorante (Figura 10). Este efecto a nivel de dedo se puede explicar por el contenido de almidón del fruto del plátano que es de 68,13% según Soto (2010); además del hecho que al contacto cambio de tonalidad del Lugol, este se debe a que es positiva la presencia de almidón como los sugiere (Hernández et al., 2017) en pruebas cualitativas de detección de almidón en diferentes tipos de plátanos.

Figura 10

Promedios de nivel de tinción de la bacteria Ralstonia solanacearum en el cultivo de plátano (Musa AAB*) a nivel de campo por efecto de interacción factorial*



Sin embargo, a nivel de pseudotallo el plátano barraganete tiene otra estructura la cual carece de almidón, hecho que lo corrobora Torres y Vera (2015), quien mencionan que la fibra del tallo de plátano y banano es una fibra de estopa natural, que tiene sus propias características físicas y químicas y muchas otras características que le hacen una fibra fina de calidad. Por lo cual, el Lugol reacciona con la presencia de las bacterias que provocan la enfermedad a nivel de pseudotallo.

CONCLUSIONES

Se definió qué el tipo de colorante que permite una coloración más visible de la bacteria de moko en laboratorio y campo fue el Lugol. Al comparar con muestras de tejidos enfermo de diferentes partes de la planta de plátano *Musa* AAB y su reacción ante los diferentes colorantes se determinó que es el pseudotallo, la parte que más se pigmenta. Además de ser la parte donde es más visible los síntomas de la enfermedad.

BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, C., Carrillo, F., Díaz, S., Parreño, J., y Vallejo, L. (2014). *Prueba de almidón.* Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Facultad de Ciencias, Escuela de Bioquímica & Farmacia. Obtenido de https://idoc.pub/documents/idocpub-en5k17zojpno

Alava, D., Vivas, J., y Meza, M. (2019). *Situación actual de la enfermedad del moko (Ralstonia solanacearum, Raza II) en el cultivo de plátano en el cantón El Carmen.* Obtenido de edisd.org/index.php/es/resumen-recibidos/11-linea-02-agricultura-y-ganaderia/536-situacion-actual-de-la-enfermedad-del-moko-ralstonia-solanacearum-raza-ii-en-el-cultivo-de-platano-en-el-canton-el-carmen

Belalcázar, S., Rosales, F. E., y Pocasangre, L. E. (2004). El "moko" del plátano y banano y el rol de las plantas hospederas en su epidemiología. *Memorias XVI Reunión Internacional ACORBAT*. Publicación especial, 16-34. http://acorbatinternacional.com/wp-content/uploads/2025/09/Memorias-Acorbat-2004.pdf

Castañeda, B. (2004). *Microbiología aplicada:manual de laboratorio - Zaloamati.* Obtenido de http://zaloamati.azc.uam.mx/bitstream/handle/11191/1746/Microbiologia_aplicada_manual_de_laboratorio.pdf?%20sequence=3&isAllowed=y

Dirección General de Sanidad Vegetal. (febrero de 2016). *MOKO DEL PLÁTANO.* http://www.cesaveson.com/files/docs/campanas/vigilancia/fichas2016/mokoplatano.pdf

Hernández, I., Martínes, M., Contreras, R., y Pérez, R. (2017). *Extracción de almidón por el método seco en plátano macho, cuadrado y castilla.* Obtenido de https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Simulacion_y_Laboratorio/vol4num13/Revista_de_Simulacion_y_Laboratorio_V4_N13_1.pdf

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (2019). *Banano, plátano y otras musáceas.* Obtenido de http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/banano-platano-y-otras-musaceas/

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura FAO. (2019). *Estado del arte y opciones de manejo del moko y Sigatoka negra.* Obtenido de http://www.fao.org/3/a-as124s.pdf

Rodríguez, D., Hernández, Y., Casassa, A. y Arcia, M. (2020). *La Sociedad Venezolana de Fitopatología y su aporte a la Sanidad Vegetal del país.* Revista *Agronomía Tropical*, Vol. 70, Nº. 1-4. Obtenido de: https://zenodo.org/records/4323319

Salazar, C., Orellana, O., Quevedo, J. y Tuz, I. (2025). *Bacterias Gram Negativas (-) que Afectan al Cultivo de Banano en Cinco Cantones del sur del Ecuador.* Revista *Ciencia Latina.*, Vol. 9, Nº. 4, págs. 4708-4725. Obtenido de: https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/19113

Soto, V. (2010). *Cuantificacion de almidon total y de almidon resistente en harina de platano verde (musa cavendishii) y banana verde (Musa paradisíaca).* Obtenido de http://www.scielo.org.bo/pdf/rbq/v27n2/v27n2a04.pdf

Torres, A. y Vera, A. (2015). *Análisis de la utilización del tallo del banano como fuente de fibra, para potencializar la producción de artesanías.* Obtenido de http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/17209/1/TESIS%20FINAL.pdf

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):

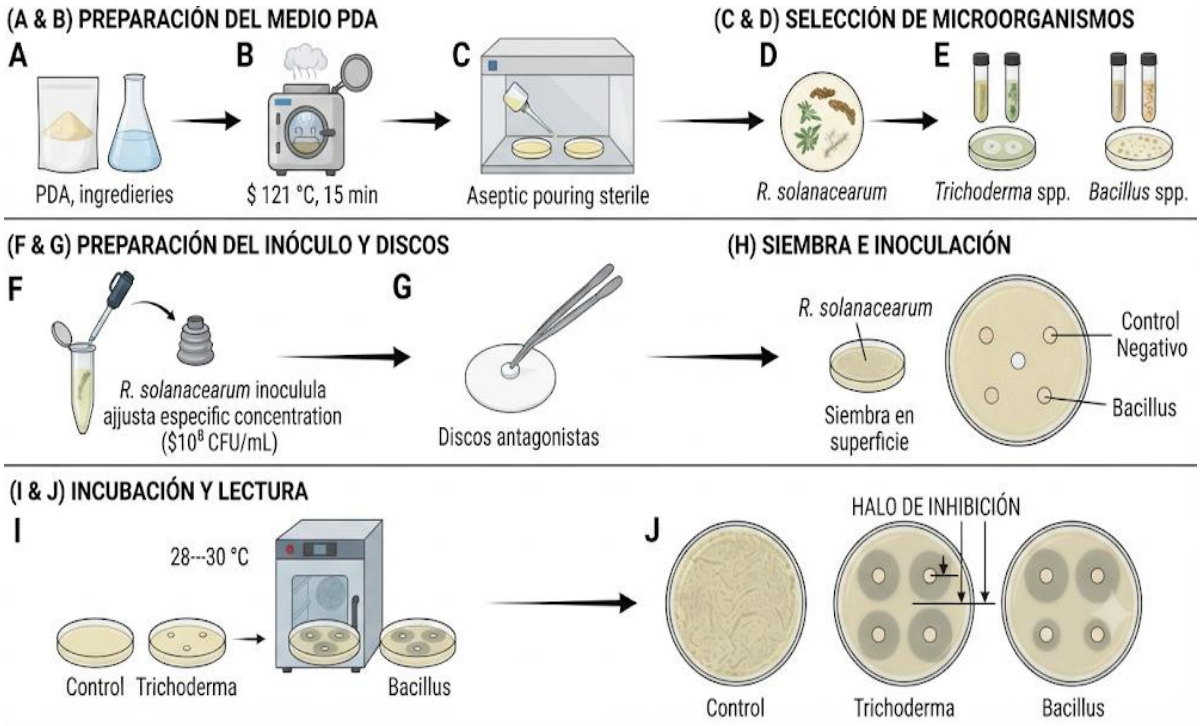
- Preparación del material: Se tuvieron listas las cajas Petri con medio Papa Dextrosa Agar (PDA) estéril y seco.
- Toma el inoculo: Se sumergió el hisopo estéril en la suspensión bacteriana de *Ralstonia solanacearum* raza 2.
- Extensión del cultivo: Se pasó el hisopo mojado con el inoculo de un extremo 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.

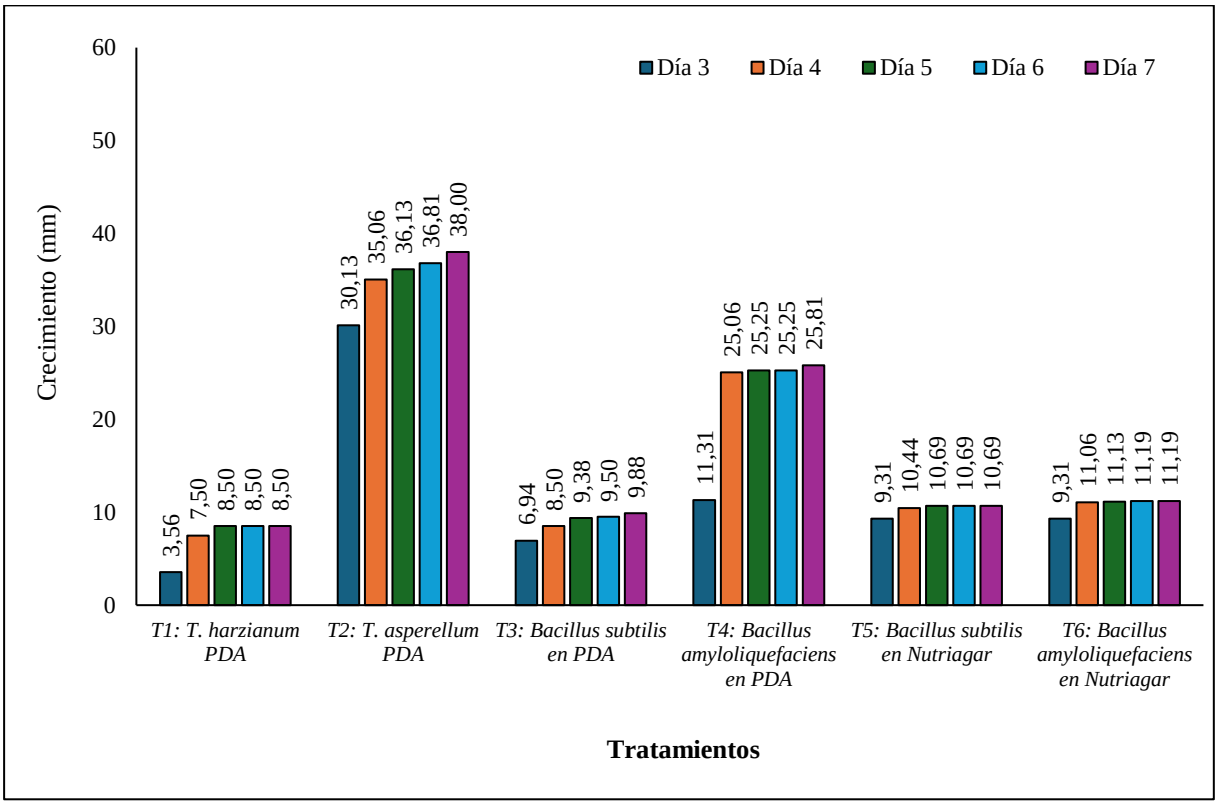
Los equipos e instrumentos utilizados durante la fase de laboratorio fueron una balanza analítica con precisión de 0,01 g, un matraz Erlenmeyer de 1 L, una probeta graduada de 500 mL, un autoclave, una incubadora con temperatura de funcionamiento de 28 a 30 °C, un baño María ajustable entre 45 y 50 °C, 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



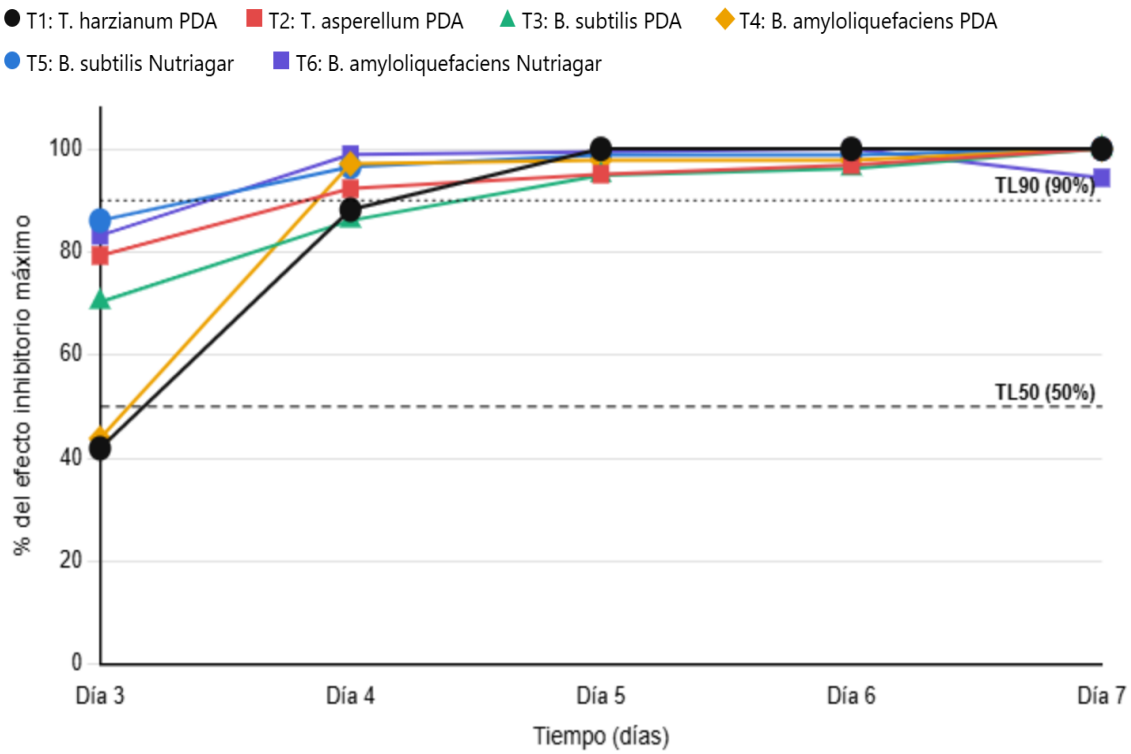
La severidad de las enfermedades evaluadas con *T. asperellum* disminuyeran significativamente, con respecto a los demás tratamientos. Valores similares a los obtenidos por el T2 son similares a los obtenidos por Pico et al. (2024), quienes obtuvieron con *T. viride*, *T. harzianum* y *T. asperellum*,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

CAPÍTULO IV
AGENTES BIOLÓGICOS EN LA RESISTENCIA DE LA BACTERIA (*Ralstonia solanacearum*) RAZA 2, DEL CULTIVO DE PLÁTANO BARRAGANETE (*Musa* AAB) EN FASE DE VIVERO

Myriam Elizabeth Zambrano Mendoza
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
https://orcid.org/0000-0002-5307-6362

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

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

José Adrian Sánchez Alcivar
Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí
https://orcid.org/0009-0002-7839-7135

https://doi.org/10.70171/xmv88w95

Resumen

El moko del plátano, causado por *Ralstonia solanacearum* raza 2, es una de las enfermedades fitosanitarias más importantes de las musáceas, afectando todos los estados de desarrollo de la planta y restringiendo el comercio. En Ecuador, la principal zona productora es el "triángulo platanero" (Manabí, Santo Domingo y Los Ríos), y su presencia en el cantón El Carmen fue confirmada por Alava et al. (2019). Dado que el control químico no ha sido satisfactorio, se propone el uso de microorganismos benéficos como alternativa sostenible. El estudio evaluó agentes biológicos en la resistencia/tolerancia de R. *solanacearum* raza 2 en plátano Barraganete en fase de vivero, en el cantón El Carmen. Se empleó un diseño completo al azar en arreglo factorial A x B + testigo, con tres tipos de microorganismos (*Trichoderma* spp., microorganismos eficientes y *Bacillus subtilis*) en dosis baja y alta, más un testigo inoculado solo con moko. Se evaluaron variables como días a amarillamiento, clorosis, flacidez, muerte de planta y patogenicidad. Los resultados mostraron diferencias significativas ($p<0,01$) entre tratamientos. T6 (*Bacillus subtilis* – dosis alta, 3 cc L^{-1}) destacó con el mayor número de días al amarillamiento total (10,67 días) y la menor patogenicidad (3,27), siendo estadísticamente superior al resto. Se concluye que la menor patogenicidad de la enfermedad se dio con *Bacillus subtilis* y *Trichoderma* sp. siendo estadísticamente similares entre sí, con 3,27 y 3,73; que corresponde a la categoría 2 a más hojas cloróticas.

Palabras clave: moko, plátano Barraganete, *Bacillus subtilis*, biocontrol, vivero.

INTRODUCCIÓN

El moko del plátano es considerado uno de los problemas fitosanitarios más importantes que afectan a las musáceas en las regiones tropicales y subtropicales del mundo; y constituye un problema potencial para aquellos países o áreas en los que está presente, debido a que afecta a todos los estados de desarrollo de la planta, se disemina fácilmente y es un factor determinante en la restricción comercial de la producción (Belalcázar et al, 2004).

Según el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) (2019), menciona que a nivel nacional la mayor zona de producción de esta musácea es la conocida como el triángulo platanero, la cual abarca las provincias de Manabí, Santo Domingo y los Ríos con 52612, 14249 y 13376 ha, respectivamente. Las principales variedades explotadas en estas zonas son el "Dominico", que se lo destina principalmente para el auto-consumo y el "Barraganete" que se lo destina en su mayor parte a la exportación, estimándose que anualmente se exportan alrededor de 90000 TM de este cultivar.

Se ha confirmado la presencia de la enfermedad en el cantón El Carmen a través de información publicada por Alava et al. (2019), quienes llevaron a cabo una investigación en el cantón El Carmen con el propósito de establecer la situación actual de la enfermedad del moko (*Ralstonia solanacearum*, raza II) que ataca al cultivo de plátano; los resultados determinaron que el 21% de los productores de plátanos manifiestan que si existe la enfermedad en su propiedad; el 50% expresan que conocen sobre esta enfermedad, y que reconocen sus síntomas; lo que evidencia la existencia de la enfermedad en el cantón.

Los intentos de control químico de la enfermedad infortunadamente no han sido del todo satisfactorios, porque después de todo el proceso, los resultados no son concluyentes. Es por ello, que se propone el uso de microorganismos benéficos ya que estos han incrementado su interés y demanda como alternativa en el manejo integrado de patógenos de importancia económica, debido a las muchas restricciones en el uso de productos químicos (Vinchira y Moreno, 2019).

Numerosas investigaciones han demostrado que los microorganismos benéficos pueden aumentar la supervivencia y disminuir enfermedades mediante la inhibición del crecimiento de bacterias patógenas; y en otros casos no, y su efecto dependen de diversos factores como son; las especies de cultivo, los sistemas de producción, la escala de cultivo (laboratorio y granjas), la densidad de siembra, utilización de microorganismos provenientes de otros ambientes y la dosis de los microorganismos (Campo et al. 2014).

Con lo anterior mencionado se pone en manifiesto la importancia de iniciar de manera correcta la determinación de la resistencia o tolerancia de la bacteria en vivero, con la aplicación de diferentes tipos de microorganismos y dosis.

Objetivos

Evaluar los agentes biológicos en la resistencia/tolerancia a la bacteria *Ralstonia solanacearum* raza 2, en el cultivo de plátano Barraganete (*Musa* AAB), mediante la identificación del agente o los agentes biológicos con mayor resistencia/tolerancia a esta bacteria que reducen el número de días hasta la presencia de síntomas de la enfermedad, la comparación de las dosis de los agentes biológicos con mayor resistencia/tolerancia a *Ralstonia solanacearum* raza 2 que reducen el número de días hasta la aparición de síntomas y el establecimiento del agente o los agentes biológicos que reducen la patogenicidad de la enfermedad en los tratamientos evaluados en fase de vivero.

Hipótesis

Existe diferencias entre los diferentes tipos de los agentes biológicos y dosis en la resistencia/tolerancia de la bacteria (*Ralstonia solanacearum*) raza 2, del cultivo del plátano (*Musa* AAB).

METODOLOGÍA

Ubicación del ensayo

El presente trabajo se desarrolló en el cantón El Carmen, localizado en el noreste de la provincia de Manabí, con las siguientes coordenadas geográficas: latitud: -0°22`45,2121" y longitud: -79°34`34,29".

Variables

Las variables independientes consideradas en la investigación fueron el tipo de microorganismo utilizado y las dosis aplicadas, clasificadas en dos niveles, bajo y alto.

Las variables dependientes evaluadas fueron los días hasta el amarillamiento tenue de la primera hoja (ATPH), los días hasta el amarillamiento total de la planta (ATP), los días hasta la flacidez de la hoja (DFH), los días hasta la clorosis de la segunda y tercera hoja (2-3HC), los días hasta la muerte de la planta (MP) y la patogenicidad de la enfermedad.

Tratamientos

Los tratamientos evaluados resultan de la combinación factorial entre tipos de microorganismos (Factor A) y dosis aplicada (Factor B) como se aprecia en la Tabla 1.

Tabla 1

Descripción de los tratamientos evaluados

Tratamientos	Factor A	Factor B
T1	*Trichoderma spp.*	Dosis baja (50 g)
T2	*Trichoderma spp.*	Dosis alta (100 g)
T3	Microorganismos eficientes	Dosis baja (10 cc)
T4	Microorganismos eficientes	Dosis alta (20 cc)
T5	*Bacillus subtilis*	Dosis baja (1 cc)
T6	*Bacillus subtilis*	Dosis alta (3 cc)
T7	Testigo (Solo moko)	---

Características de las unidades experimentales

Las unidades experimentales son colinos de plátano variedad Barraganete de 150 gramos aproximadamente, distribuidos a razón de 16 unidades experimentales por tratamiento en 3 bloques.

Figura 1

Establecimiento de tratamientos en maceta



Modelo Experimental

Para la fase de campo se empleó un diseño completo al azar (DCA) en un arreglo factorial A x B + n, el factor A correspondió a los Tipos de microorganismos y el factor B (Dosis baja y alta) más un Testigo (Solo moko). A continuación, en la Tabla 2 se exponen el esquema de varianza empleado:

Tabla 2

Esquema de ADEVA en campo

Fuentes de Variación	Grados de libertad
Tratamientos	6
Factor A	2
Factor B	1
Factor A*Factor B	2
Tratamientos vs. Testigo	1
Error	14
Total	20

Materiales y equipos

Para el desarrollo de la investigación en campo se utilizaron materiales e insumos como machete, recipientes plásticos, guantes, bomba de mochila, microorganismos, colinos de plátano, letreros, sarán plástico, tanque, caña guadua, jeringuilla, agua, aserrín y tierra de cacao.

Datos tomados

- **Amarillamiento Tenue de la Primera Hoja (ATPH):** Se consideró el tiempo hasta cuando la primera hoja pierde el tono verde intenso y se inicia la clorosis.
- **Días Hasta Amarillamiento Total de la Planta (ATP):** Se registró el tiempo que tardaron las plantas al amarillamiento total, momento cuando el bloqueo de vasos por la bacteria *R. solanacearum* es casi total.
- **Días a Flacidez de la Hoja (DFH):** Se consideró el periodo entre el momento de la inoculación y la perdida de turgencia de las hojas.
- **Días a Clorosis de la 2da. y 3era Hoja (2-3HC):** Al avanzar la infección, el marchitamiento y desecamiento alcanza a las hojas más bajas presentando en sus bordes bandas amarillas con bordes oscuros. Por tanto, se registró el tiempo que tarda en presentarse este síntoma a nivel de la segunda y tercera hoja del cultivar.

- **Días Hasta la Muerte de Planta (MP):** Se registró el número de días requeridos para la muerte de las plantas. Esto se manifestó por un colapso y necrosamiento total de la planta.
- **Patogenicidad de la enfermedad:** tres días después de la inoculación se inició el registró de síntomas cada cuatro días determinando la presencia o ausencia de síntomas de la enfermedad medidos con la escala modificada de Silva *et al.* (2000) (Tabla 3).

Tabla 3

Síntomas de la enfermedad de moko medidos con la escala modificada de Silva et al. (2000)

Índice	Característica
0	No presencia de síntomas
1	Flacidez de hojas
2	Inicio de amarillamiento
3	2-3 hojas cloróticas
4	4 ó más hojas cloróticas
5	Muerte de la planta

Manejo del experimento

Limpieza del terreno. – Se limpió el área un área de 70m^2 con ayuda de un machete, luego se procedió a nivelar el terreno para la colocación de los maceteros a razón de 16 por tratamiento.

Limpieza y desinfección de colinos. – Los colinos adquiridos para la siembra fueron seleccionados con pesos aproximados a los 150 gramos, luego se los limpió con agua para quitar la tierra y con ayuda de un machete se hizo corte de igualación. Finalmente, para su desinfección se los sumergió en un recipiente con agua por 24 horas, para su posterior siembra.

Siembra. – Se colocó una pequeña capa de tierra de cacao en cada envase, posteriormente se colocó los colinos de plátano Barraganete, y se cubrió con aserrín el restante.

Identificación de los tratamientos y colocación de cerramiento. - Se identificó cada planta y tratamiento con letreros de cartón recubiertos con fundas plásticas pegadas sobre palillos de madera colocados en cada planta. Se empleó sarán 50% y caña guadua para realizar el cerramiento externo del ensayo con el propósito de impedir el ingreso de especie menores existentes en la finca “Trajanito”, y que pudieran perjudicar el ensayo.

Aplicación de los tratamientos. – A continuación, se describe aplicación de cada tratamiento:

A los tratamientos 1 y 2 se les aplicó *Trichoderma spp*., cuya presentación es de 100 gramos en polvo. La dosis baja fue de 50 gramos y alta de100 gramos en 20 litros de agua, en ambos casos. Los 48 colinos de plátano Barraganete que fueron tratados en estos tratamientos estuvieron sumergidos por 10 minutos, en las soluciones antes mencionadas. Posteriormente, se procedió a la siembra de los mismos en las macetas.

Los tratamientos 3 y 4, que correspondían a la aplicación de Microorganismos eficientes en dosis baja (10 cc) y alta (20 cc) por litro de agua, en ambos casos. Dichos tratamientos fueron llevados a cabo una vez que se sembraron los colinos en las macetas, su aplicación se dio a través de la aspersión de las soluciones con bomba de fumigación sobre la maceta.

Para los tratamientos 5 y 6 que tuvieron la aplicación de *Bacillus subtilis* en dosis baja (1 cc) y alta (3cc) por litro de agua; misma que se dio sobre los colinos a la siembra, mediante la aspersión de las soluciones con bomba de fumigación. Finalmente, el testigo que corresponde a la aplicación de lixiviado de raquis (Plantas con moko).

Elaboración de lixiviado de raquis. – Para la elaboración de lixiviado de raquis, se seleccionó dos plantas enfermas con síntomas característicos de moko dentro de la finca "Trajanito", luego de ello se escogió el racimo de plátano mismo que con ayuda de un machete se dejó sin manos y quedo solo el raquis, el cual fue cortado en pedazo y colocado en un envase de plástico con tapa para su fermentación y recolección del lixiviado. El lixiviado se recolectó en una botella plástica la cual fue refrigerada hasta su aplicación.

Figura 2

Elaboración de lixiviado de raquis de plátano afectado por moko



Control de malezas. – Se realizó el control de maleza mecánico empleando un machete, cuando se observaba la presencia de malezas en el ensayo.

Control de insectos. – Se realizó a los 20 días después de la siembra ante la presencia de hojas defoliadas con el insecticida agrícola Skemata (I.A: *Lambda Cyhalotrina*) a razón de 2,5 cc por 20 L de agua en bomba de aspersión.

Aplicación de lixiviado de raquis. – El lixiviado de raquis se aplicó a razón de 2 cc por planta con ayuda de una inyección aplicado directo al tallo de la planta.

Figura 3

Aplicación de lixiviado de raquis de plátano afectado por moko



Toma de datos. – Los datos fueron tomados cada cuatro días después de la aplicación de lixiviado de raquis a todos los tratamientos. En total fueron 4 fechas de evaluación hasta los 16 días posteriores de la aplicación de lixiviado revisando en progreso de la enfermedad.

Figura 4

Clorosis de plantas de plátano en vivero afectado por moko



RESULTADOS

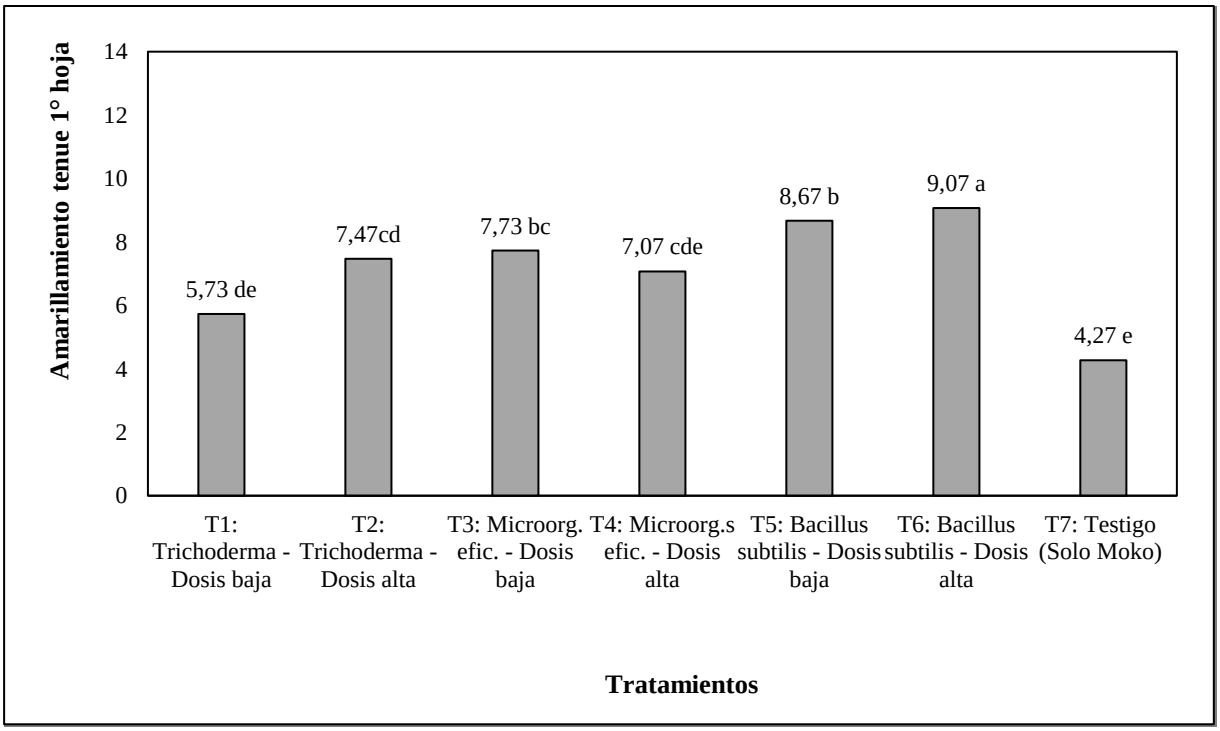
Amarillamiento tenue de la primera hoja (ATPH)

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza para la variable Amarillamiento tenue de la primera hoja (ATPH), existieron diferencias significativas ($p<0,01$) para las siguientes fuentes de variación: tratamientos, factor A (Tipos de microorganismos), interacción factorial (Tipos de microorganismos x Dosis de aplicación) y la comparación ortogonal entre tratamientos vs. Testigo.

En la Figura 5, se puede apreciar los promedios de número de días al amarillamiento tenue de la primera hoja en los diferentes tratamientos evaluados obtenidos mediante prueba de Tukey (0,05), en la cual se aprecia que fue el T6 (*Bacillus subtilis* – dosis alta) el que presentó un mayor número de días al presentar síntomas de la enfermedad con 9,07 días.

Figura 5

Promedio de días al amarillamiento tenue de la primera hoja



Los datos reportados en la figura anterior son similares a los expuestos por Veloz (2015), quien menciona que la variedad de plátano Barraganete mostró ser más susceptible a *R. solanaciarum*, luego de 8 días desde la inoculación de la bacteria ya presentó los síntomas iniciales. Es probable que esta bacteria retrase la presencia de los síntomas de la enfermedad

como lo sugiere Ceballos et al. (2014), al mencionar que algunas bacterias de los géneros *Pseudomonas* y *Bacillus* son eficientes en el control de enfermedades foliares y radicales, debido a su rápida colonización.

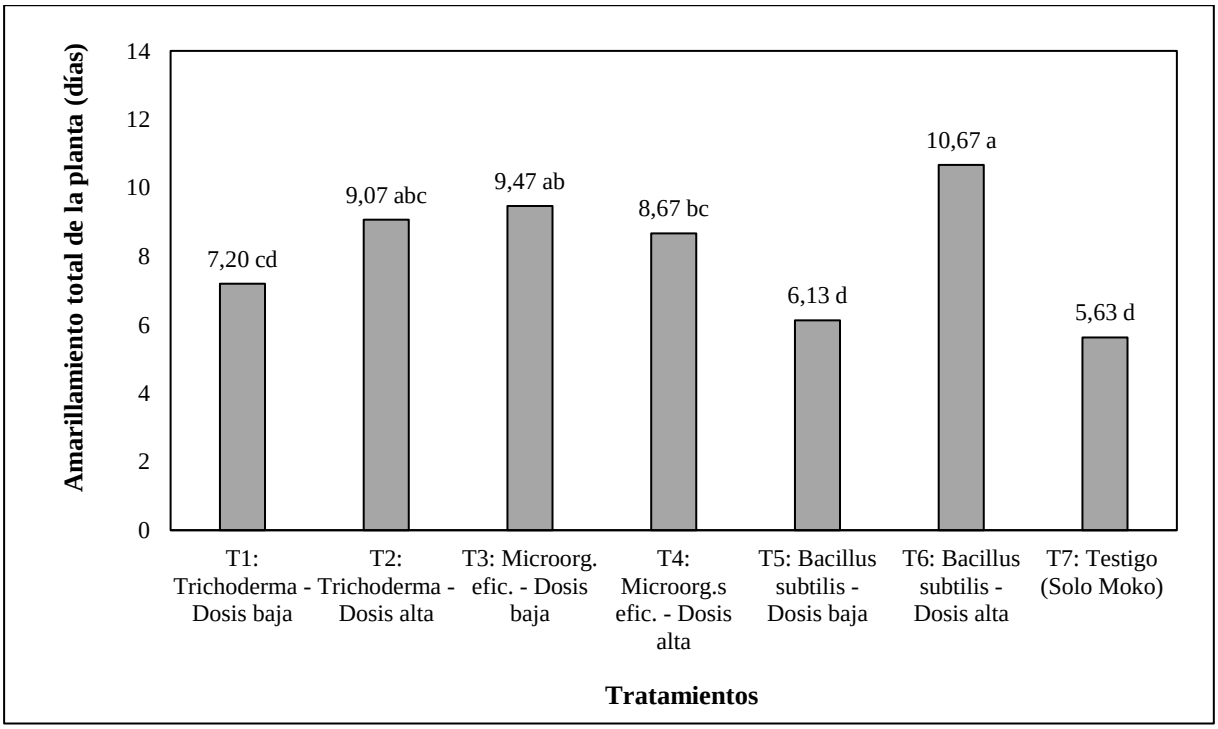
Días hasta amarillamiento total de la planta (ATP)

Los resultados del análisis de varianza para la variable Días hasta amarillamiento total de la planta (ATP), detectaron diferencias significativas ($p<0,01$) para las siguientes fuentes de variación: factor B (Dosis de aplicación), interacción factorial (Tipos de microorganismos x Dosis de aplicación) y la comparación ortogonal entre tratamientos vs. Testigo.

Los promedios de número de días al amarillamiento total de la planta en los diferentes tratamientos evaluados se pueden apreciar en la Figura 6, donde se reporta que fue el T6 (*Bacillus subtilis* – dosis alta) tuvo mayor número de días al amarillamiento total de la planta con 10,67.

Figura 6

Promedio de Días al amarillamiento total de la planta en los diferentes tratamientos evaluados



Dichos datos de amarillamiento total de la planta coinciden con Moncada (2014) quien menciona que una después del día 8 de la colonización, la bacteria se encuentra en una concentración de 1010 células/cm tallo, taponando los haces vasculares con exopolisacáridos

(EPS I); por ello se produce una marchitez foliar y clorosis probablemente por la reducción en el flujo de savia, que comienza desde las hojas más jóvenes y progresa hacia las hojas más viejas, ocasionando una posterior muerte de la planta.

La aplicación de *Bacillus subtilis* – dosis alta y Microorganismos eficientes en dosis baja presentaron un mayor número de días al amarillamiento total de la planta, hecho que es relevante, porque este síntoma es progresivo en días y se justifica con lo citado por Veloz (2015), quien menciona que el patógeno se reproduce y disemina dentro de los vasos conductores causando, en consecuencia, el bloqueo del sistema vascular de la planta, dando lugar a los síntomas de amarillamiento y marchitez de la planta.

Días a clorosis de la 2da. y 3era hoja (2-3HC)

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza para la variable Días a clorosis de la 2da. y 3era Hoja (2-3HC), existieron diferencias significativas ($p<0.01$) para las siguientes fuentes de variación: tratamientos, factor A (Tipos de microorganismos), factor B (Dosis de aplicación), interacción factorial (Tipos de microorganismos x Dosis de aplicación) y la comparación ortogonal entre tratamientos vs. Testigo.

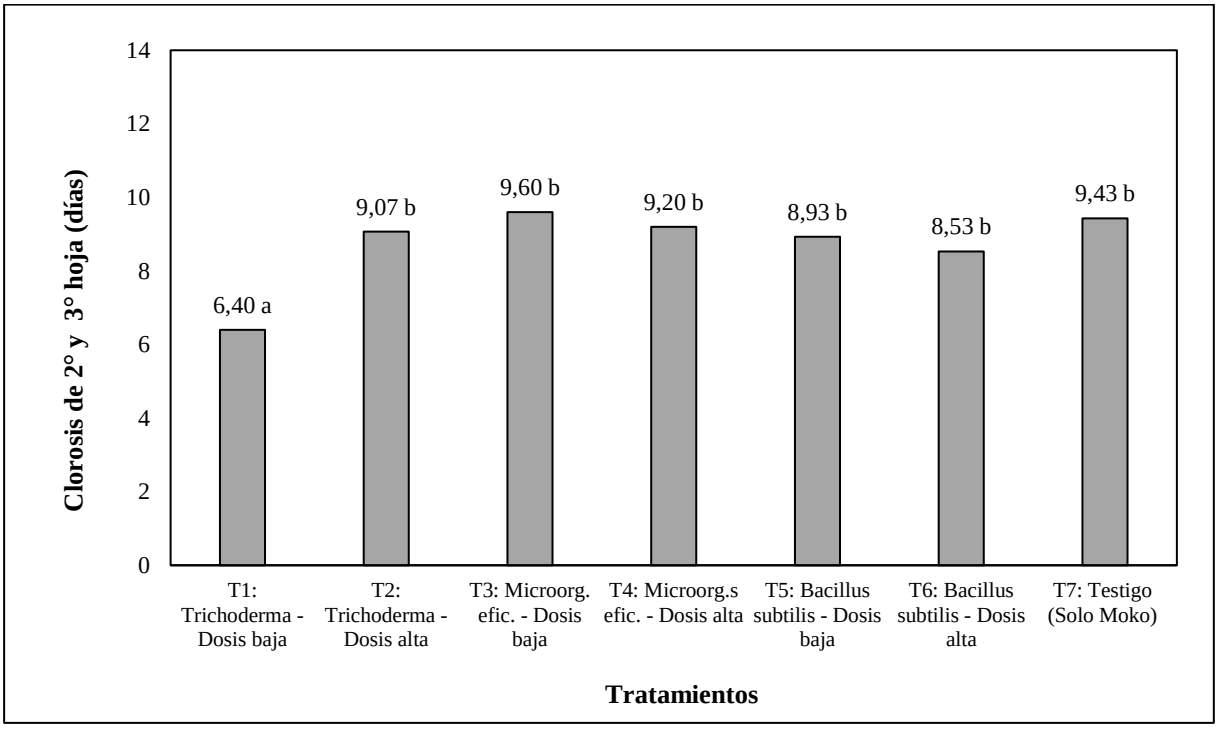
En la Figura 7, se puede apreciar los promedios de número de días a la clorosis de la 2da y 3era hoja en los diferentes tratamientos evaluados obtenidos mediante prueba de Tukey (0,05), en la cual se aprecia que fue el T1 (*Trichoderma* – dosis baja) el que presentó un menor número de días al presentar síntomas de la enfermedad, siendo estadísticamente diferente al resto de tratamientos evaluados.

Los resultados de esta variable a nivel de tratamientos, demuestran que la Clorosis de la 2 y 3 hoja en promedio son superior a los 8 días a nivel de invernadero, siendo inferior a los sugerido por Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de México SADER (2017), quienes exponen que el periodo de inoculación de la bacteria de moko en condiciones naturales, empieza con la aparición de síntomas que dura de 6 semanas a 3 meses, o más.

Los valores reportados en las diferentes interacciones muestran promedios mayores a 6 días, siendo inferiores a los reportados por Obregón et al. (2008), quienes mostraron que en síntomas más avanzados de la enfermedad como amarillamiento de las hojas se presentaron entre los 12 y 25 días después de la inoculación de la bacteria.

Figura 7

Promedio de Días Clorosis de la 2° y 3° hoja en los diferentes tratamientos evaluados



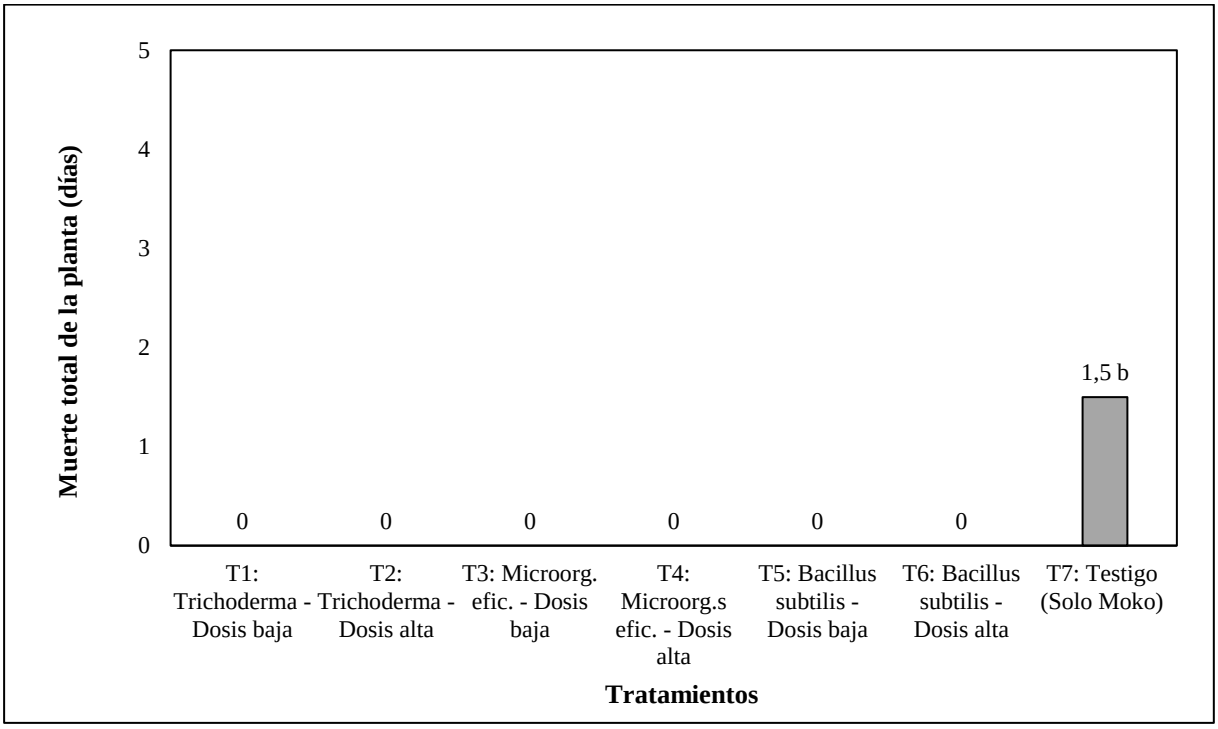
Días hasta la muerte de planta (MP)

Los resultados del análisis de varianza para la variable días hasta amarillamiento total de la planta (ATP), establecieron que existieron diferencias significativas ($p<0.01$) para las siguientes fuentes de variación: tratamientos, factor A (Tipos de microorganismos), factor B (Dosis de aplicación), interacción factorial (Tipos de microorganismos x Dosis de aplicación) y la comparación ortogonal entre tratamientos vs. Testigo.

Los promedios de número de días hasta la muerte de la planta en los diferentes tratamientos evaluados se pueden apreciar en la Figura 8, mismos que fueron obtenidos mediante prueba de Tukey (0,05), en la cual el Testigo que reportó 1,5 días a la muerte de las plantas luego de la inoculación de las plantas.

Figura 8

Promedio de Días a la muerte total de la planta en los diferentes tratamientos evaluados



Los valores reportado en la Figura 8, muestran en general que no se observó muerte de plantas en los 16 días evaluados por aplicación de la bacteria *R. solanaciarum* con excepción del testigo, hecho que demuestra que el uso de microorganismo indistintamente del tipo que sea, reduce considerablmente la mortalidad de las plantas en invernadero este hecho se corrobora al analizar lo publicado por Veloz (2015), quien menciona que la variedad de plátano Barraganete mostró ser más susceptible a *R. solanaciarum*, ya que luego de diez días de inoculación de la bacteria, las plantas estaban muertas.

Además, se aprecia en la Figura 8, que sus promedios a nivel de tratamientos son inferiores a lo reportado por Obregón et al. (2008), quienes observaron que la muerte de las plantas se da desde los 18 días a partir de la inoculación, variando aparentemente, en función de los diferentes tipos de musáceas.

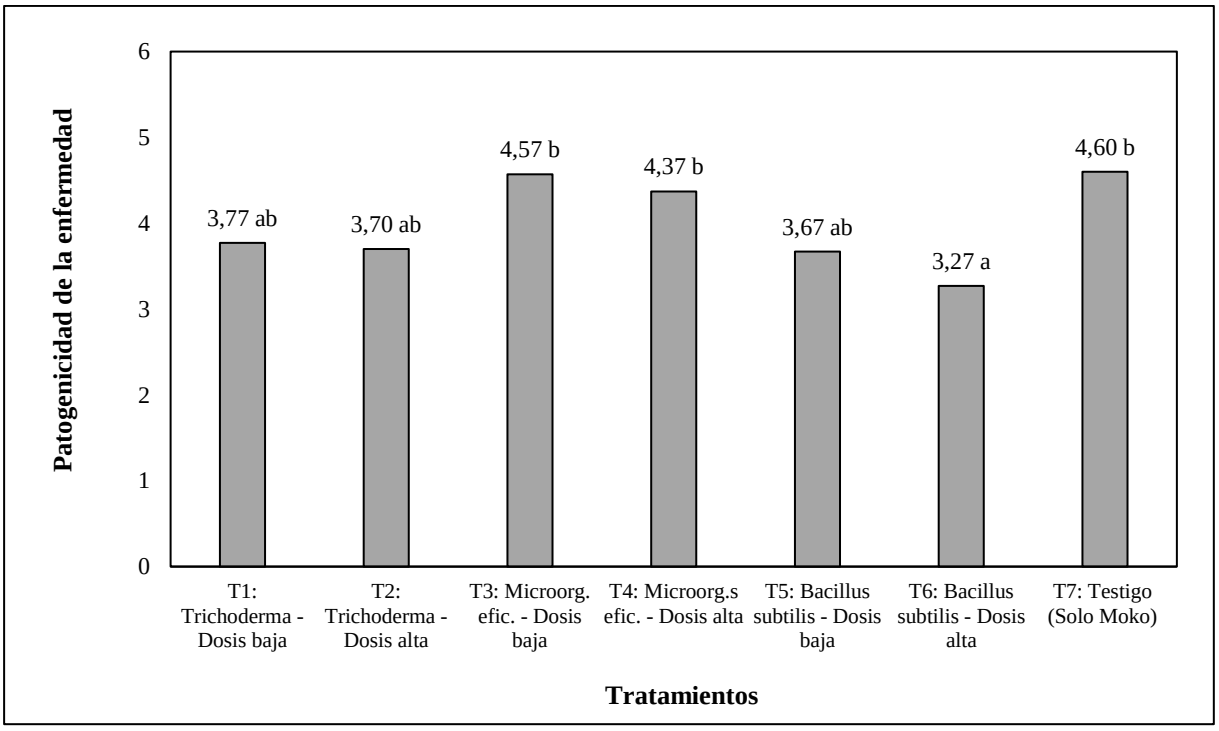
Patogenicidad de la enfermedad

De acuerdo a los resultados del análisis de varianza para la variable Patogenicidad de la enfermedad, existieron diferencias significativas ($p<0.01$) para las siguientes fuentes de variación: tratamientos, factor A (Tipos de microorganismos) y la comparación ortogonal entre tratamientos vs. Testigo.

En la Figura 9, se puede apreciar los promedios de Patogenicidad de la enfermedad en los diferentes tratamientos evaluados obtenidos mediante prueba de Tukey (0,05), en la cual se aprecia que fue el T6 (*Bacillus subtilis* – dosis alta) presentó una menor patogenicidad de la enfermedad, siendo estadísticamente diferente al resto de tratamientos evaluados con 3,27; que al comprarse con la escala reportada en la tabla 4, se refiere a las categorías 3 a 4 que es clorosis de la hoja 2 a más hojas.

Figura 9

Promedio de Patogenicidad de la enfermedad en los diferentes tratamientos evaluados



Como se puede observar todos los tratamientos corresponden al cultivar Barraganete y pese que se lo considera más susceptible como los sugiere Veloz (2015), sus datos difieren de Silva *et al.* (2000), quien menciona que los síntomas de flacidez, borde clorótico, amarillamiento de follaje y la muerte de las plantas fueron iguales en las plantas de plátano y banano evaluadas, además menciona que después de tres semanas de la inoculación de las cepas se puede determinar su capacidad patogénica bajo las condiciones de invernadero.

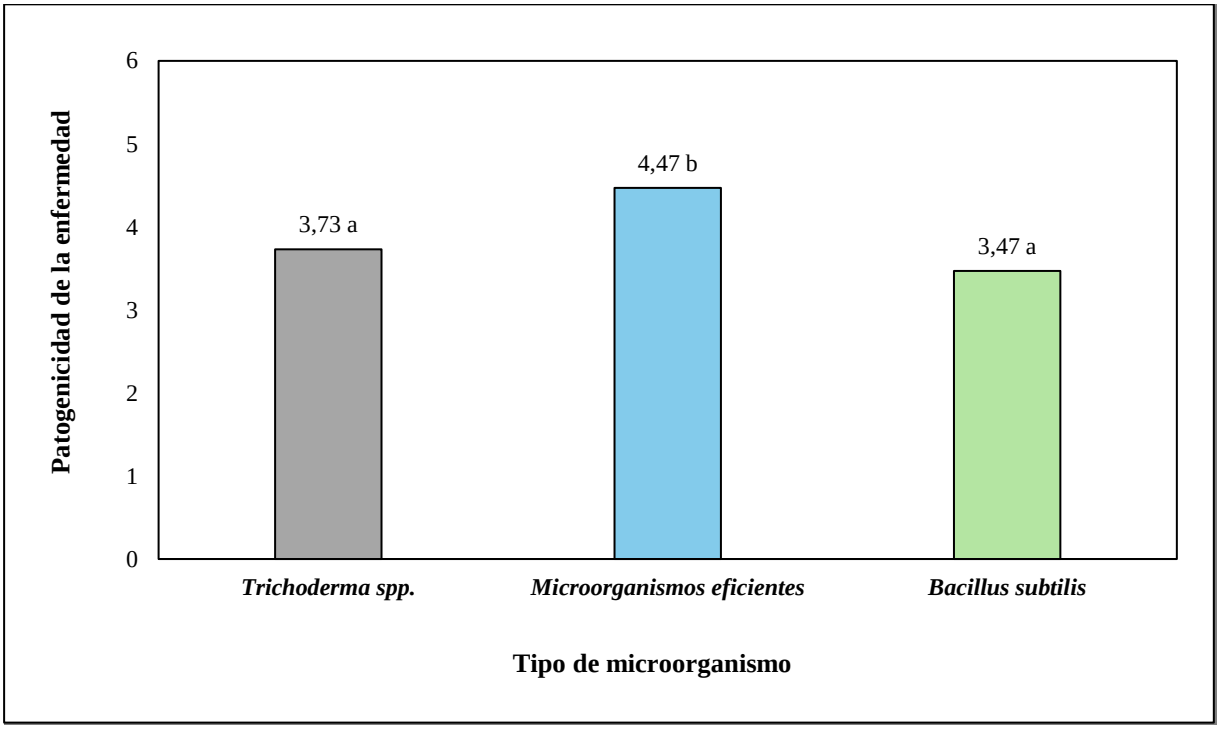
Los promedios de patogenicidad de la enfermedad por efecto del Tipo de Microorganismo evaluados mediante prueba de Tukey (0,05) se observan en la Figura 10, en la cual se aprecia que el *Trichoderma spp*. y *Bacillus subtilis* presentaron una menor patogenicidad de la enfermedad, siendo estadísticamente superiores y diferentes a los Microorganismos

eficientes con 3,73 y 3,47, respectivamente; que, al comprarse con la escala reportada en la metodología, se refiere a las categorías 3 a 4 que es clorosis de la hoja 2 a más hojas.

Dichos resultados son similares a los obtenidos por Torres et al., (2013), quienes mencionan que al evaluar la capacidad de control en el crecimiento bacteriano se empleó extracto de Toronja, *Bacillus subtilis*, hidróxido de cobre y extracto acuoso de Swinglea (*Swinglea glutinosa*), los resultados demostraron la efectividad de control de la bacteria in vitro se presentó de mayor a menor en el siguiente orden: hidróxido de cobre (100%), Subtilis (92%) y extracto de toronja (36%).

Figura 10

Promedio de Patogenicidad de la enfermedad por efecto del tipo de microorganismo evaluados



Los resultados expuestos en la Figura 10, coinciden con los reportados por Ceballos et al. (2014), quienes concluyen que al evaluar el efecto de filtrados crudos de cepas de *Trichoderma sp*. y dos productos comerciales como posibles reductores de poblaciones de *R. solanacearum;* estas reducen las poblaciones de *Ralstonia solanacearum* raza 2 (Smith) en plátano (*Musa* AAB Simmonds).

CONCLUSIONES

Se identificó que el agente biológico con mayor resistencia/tolerancia a la bacteria (*Ralstonia solanacearum)* raza 2 que incrementó el número de días a la presencia de síntomas de la enfermedad fue el *Bacillus subtilis*, a los 10,67 días al amarillamiento total de la planta.

Al comparar las dosis de los agentes biológicos con mayor resistencia/tolerancia a la bacteria (*Ralstonia solanacearum)* raza 2 se estableció que, si existió diferencias estadísticas significativas entre dosis evaluadas, siendo la mejor dosis 3 cc L^{-1} de agua.

Se estableció que la menor patogenicidad de la enfermedad se dio con *Bacillus subtilis* y *Trichoderma sp*. siendo estadísticamente similares entre sí, con 3,27 y 3,73; que corresponde a la categoría 2 a más hojas cloróticas.

BIBLIOGRAFÍA

Alava, D., Vivas, J., y Meza, M. (2019). *Situación actual de la enfermedad del moko (Ralstonia solanacearum, Raza II) en el cultivo de plátano en el cantón El Carmen.* Ponencia Congreso. Obtenido de edisd.org/index.php/es/resumen-recibidos/11-linea-02-agricultura-y-ganaderia/536-situacion-actual-de-la-enfermedad-del-moko-ralstonia-solanacearum-raza-ii-en-el-cultivo-de-platano-en-el-canton-el-carmen

Belalcázar, S., Rosales, F. E., y Pocasangre, L. E. (2004). El "moko" del plátano y banano y el rol de las plantas hospederas en su epidemiología. *Memorias XVI Reunión Internacional ACORBAT*. Publicación especial, 16-34. http://acorbatinternacional.com/wp-content/uploads/2025/09/Memorias-Acorbat-2004.pdf

Campo, A., Acosta, R., Morales, S., y Prado, F. (2014). *Evaluación de microorganismos de montaña (MM) en la producción de acelga en la meseta de Popayán.* Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. Vol. 12(1), 79-87. Obtenido de: http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n1/v12n1a10.pdf

Ceballos, G., Álvarez, E., y Bolaños, M. (2014). *Reducción de poblaciones de Ralstonia solanacearum raza 2 (Smith) en plátano (Musa AAB Simmonds) con aplicación de extractos de Trichoderma sp. (Alexopoulus y Mims) y bacterias antagonistas*. Tesis UNAL. Obtenido de https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/rt/printerFriendly/43121/45819

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. (2019). *Banano, plátano y otras musáceas.* Obtenido de http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/banano-platano-y-otras-musaceas/

Moncada, R. (2014). *Evaluación de extractos de Bacillus amyloliquefaciens EA-CB0123 para la recuperación de suelos bananeros contaminados con Ralstonia solanacearum*. Obtenido de https://repository.eafit.edu.co/xmlui/bitstream/handle/10784/2860/RuthNatalia_MoncadaOssa_2014.pdf;jsessionid=0A03F7C2A4AC6D035C597F5A3E0EDC66?sequence=1

Obregón, M., Rodríguez, P., Morales, J., y Salazar, M. (2008). *Hospedantes de Ralstonia solanacearum en plantaciones de banano y plátano en Colombia.* Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín. Vol.61. N°2. Obtenido de http://www.scielo.org.co/pdf/rfnam/v61n2/a06v61n2.pdf

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural de México SADER. (2017). "moko del plátano". Ficha Técnica No. 03. https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/466584/14.Ficha_T_cnica_moko_del_pl_tano.pdf

Silva, S., Veras, S., Gasparotto, L., Matos, A.; Cordeiro, Z.; Boher, B. (2000). *Evaluación de Musa spp. para la resistencia a la enfermedad de moko (Ralstonia solanacearum, raza 2).* Infomusa, v. 9, n. 1, p. 19-20. Obtenido de: https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/19328/44892_60227.pdf

Torres, C., Casas, M., y Días, J. (2013). *Manejo de Ralstonia Solanacearum raza 2 a través de productos químicos y biológicos*. Revista Iteckne. Vol.10. N°.2. Obtenido de http://www.scielo.org.co/pdf/itec/v10n2/v10n2a09.pdf

Veloz, K. (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 UTEQ. Obtenido de https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/2743/1/T-UTEQ-0019.pdf

Vinchira, D., Moreno, N. (2019). *Control biológico: Camino a la agricultura moderna.* Revista Colombiana de Biotecnología, vol. XXI, núm. 1, pp. 2-5. Obtenido de https://www.redalyc.org/journal/776/77660294001/html/



erevna

CIENCIA EDICIONES

ISBN: 978-9907-9585-6-0