

<https://doi.org/10.69639/arandu.v12i1.639>

Prevención de *Fusarium oxysporum* raza 1, en el cultivo de banano variedad Gros Michel, utilizando *Trichoderma* spp. en la zona de Naranjal – Ecuador

Prevention of Fusarium oxysporum race 1, in the cultivation of Gros Michel variety banana, using Trichoderma spp. in the Naranjal area – Ecuador

Jorge Washington Sandoya Villafuerte

jsandoyav@utb.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0002-3285-8004>

Universidad Técnica de Babahoyo
Ecuador

Griselda Dayana Chica Contreras

gchicac873@utb.edu.ec

<https://orcid.org/0009-0009-4780-3779>

Universidad Técnica de Babahoyo
Ecuador

Cristina Evangelina Maldonado Camposano

cmaldonado@utb.edu.ec

<https://orcid.org/0000-0002-1202-3184>

Universidad Del Zulia Venezuela-Maracaibo
Universidad Técnica de Babahoyo

Artículo recibido: 20 diciembre 2024 - Aceptado para publicación: 26 enero 2025
Conflictos de intereses: Ninguno que declarar

RESUMEN

En la presente investigación se evaluó la prevención de *Fusarium oxysporum* raza 1, en la variedad Gros Michel con aplicaciones de *Trichoderma* spp. en la zona de Naranjal. Se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar en tres repeticiones. Se ejecutó la prueba de Tukey al 5 % de significancia, para determinar la diferencia entre los siguientes tratamientos: T1: Biohealth, T2: Dynamics, T3: Testigo. Se evaluaron las siguientes variables: Porcentaje de afectación en plantas con síntomas de *Fusarium oxysporum* raza 1, Edad del racimo, Numero de racimos, Numero de manos, Peso del racimo (kg), Longitud de dedo (pulgadas), Calibración ultima mano, Calibración segunda mano, Ratio y Análisis económico. Los resultados indican que se presentaron plantas sin sintomatología a los 15 días, 30 días y 45 días en los tratamientos estudiados. Los síntomas de la enfermedad FOCRT1 se presentaron desde los 129 días, con un mayor porcentaje de afectación en el T3 (12.13 %), mientras que el T1 (10 %) presento menor porcentaje de afectación. A los 213 días se evidenció un mayor porcentaje de afectación en el T3 (23.33 %), mientras que el T1 (16.67 %) presento menor porcentaje de afectación. A igual que a los 224 días se presentó un mayor porcentaje de afectación en el T3 (36 %), mientras que el T1 (26.67 %) presento menor porcentaje de afectación. Se determinó que el mayor número de manos por racimo fue reportado en el tratamiento T1 (9.40) siendo superior estadísticamente a los demás

tratamientos, mientras que el menor número de manos por racimo se presentó en el tratamiento T3 (8). La mayor longitud de dedo fue reportada en el tratamiento T2 (10.97 pulgadas) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que la menor longitud de dedo se presentó en el tratamiento T1 (9 pulgadas). La mayor calibración de la última mano del racimo fue reportada en el tratamiento T1 (42.53) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que la menor calibración de la última mano del racimo se presentó en el tratamiento T3 (40.67). La mayor calibración de la segunda mano del racimo fue reportada en el tratamiento T3 (46.40) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que la menor calibración de la segunda mano del racimo se presentó en el tratamiento T1 (45.07). En base al análisis económico realizado en el mejor tratamiento (T1) se evidenció que los costos de producción de las diferentes labores culturales en una hectárea de producción tuvieron un valor de \$ 6097.44.

Palabras claves: fusarium, gros michel, síntomas, microorganismos benéficos, control

ABSTRACT

In the present investigation, the prevention of *Fusarium oxysporum* race 1 was evaluated in the Gros Michel variety with applications of *Trichoderma* spp. in the Naranjal area. A Completely Randomized Block Design was applied in three replications. Tukey's test at 5 % of significance was performed to determine the difference between the following treatments: T1: Biohealth, T2: Dynamics, T3: Control. The following variables were evaluated: Percentage of affected plants with symptoms of *Fusarium oxysporum* race 1, bunch age, number of bunches, number of hands, bunch weight (kg), finger length (inches), last hand calibration, second hand calibration, ratio and economic analysis. The results indicate that there were symptomless plants at 15 days, 30 days and 45 days in the treatments studied. Symptoms of the FOCRT1 disease were present from 129 days, with a higher percentage of affectation in T3 (12.13 %), while T1 (10 %) presented a lower percentage of affectation. At 213 days, there was a higher percentage of affectation in T3 (23.33 %), while T1 (16.67 %) presented a lower percentage of affectation. As at 224 days, there was a higher percentage of damage in T3 (36%), while T1 (26.67%) had a lower percentage of damage. It was determined that the highest number of hands per bunch was reported in treatment T1 (9.40) being statistically superior to the other treatments, while the lowest number of hands per bunch was presented in treatment T3 (8). The greatest finger length was reported in treatment T2 (10.97 inches) being statistically superior to the other treatments, while the least finger length was presented in treatment T1 (9 inches). The highest calibration of the last hand of the bunch was reported in treatment T1 (42.53) being statistically superior to the other treatments, while the lowest calibration of the last hand of the bunch was presented in treatment T3 (40.67). The highest calibration of the second hand of the bunch was reported in treatment T3 (46.40) being statistically

superior to the other treatments, while the lowest calibration of the second hand of the bunch was presented in treatment T1 (45.07). Based on the economic analysis carried out in the best treatment (T1), it was found that the production costs of the different cultural labors in one hectare of production had a value of \$ 6097.44.

Keywords: fusarium, gros michel, symptoms, beneficial microorganisms, control

Todo el contenido de la Revista Científica Internacional Arandu UTIC publicado en este sitio está disponible bajo licencia Creative Commons Attribution 4.0 International. 

INTRODUCCIÓN

El banano es uno de los cultivos que más divisas genera al Ecuador. Al pasar de los años se ha buscado el desarrollo y mejoramiento mediante nuevas prácticas agrícolas. Los factores que afectan la productividad de este cultivo son: clima, enfermedades, plagas y deficiencias nutricionales, causando un estrés a la planta hasta afectar su fotosíntesis y por ende un bajo rendimiento en los racimos (Navarro, 2020).

Según el Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca (2022), el Productivo Interno Bruto (PIB) representa el 2 % y el Producto Interno Bruto Agrícola corresponde al 35 %. Existen alrededor de 160 000 productores de banano entre ellos pequeños, medianos y grandes, 200 exportadoras, las cuales exportan aproximadamente 6.5 millones de TM a 87 países, 195 000 hectáreas de banano en producción. Toda esta cadena de producción agrícola genera USD 4'000.000.000 FOB y corresponde al 17 % de la población (2.5 millones de personas).

El cultivo de banano es una de las principales actividades agrícolas más importantes del Ecuador, debido a que es una fruta de consumo masivo considerada como la quinta fruta a nivel global y la primera en Ecuador. El cultivo de banano está amenazado por hongos y bacterias. Entre esos hongos está presente el *Fusarium oxysporum* raza 1 que fue la causante de la pérdida de miles hectáreas de la variedad Gros Michel. Esto trajo como consecuencia el reemplazo de la variedad Gros Michel a Cavendish, resistente a esta enfermedad (Magdama y Jiménez, 2015).

En el año 1940 empresas transnacionales llegaron a Ecuador, debido a la rápida propagación del hongo en Centroamérica. Luego de la transición de la variedad Gros Michel a Cavendish, se llegó a la conclusión que la textura era cremosa y la facilidad con la que se propago esta especie en suelo ecuatoriano, permitió que se exportaran 68 millones de cajas en 1960 y representara el 27 % de la demanda mundial de banano. Las primeras plantaciones fueron en el Oro, Los Ríos y Esmeraldas, que luego de afectar las plantaciones en Centroamérica, llegó a Ecuador para afectar aproximadamente 3 381 hectáreas en la provincia de los Ríos, se estima que las exportaciones disminuyeron casi el 30 % (El Comercio , 2019).

La incursión de la Fusariosis del banano en Ecuador, fue observada por primera vez, según datos históricos, en la provincia de Guayas en el año 1936. A partir de dicha introducción, se prevé que la enfermedad fue diseminada mediante suelo o material infectado a otros lugares del país. Según estudios realizados por ESPOL, las poblaciones de Foc en Ecuador serían de un único linaje clonal, asociados al Grupo de Compatibilidad Vegetativa (GCV) 0120 y caracterizado como raza 1. A nivel mundial existen 24 GCV de Foc, siendo el GCV01213 el que se encuentra asociado a la raza 4 tropical (Magdama, 2020).

Durante los últimos 71 años en cuestión de plagas que afectaron la producción de banano en el Ecuador, la más grave sin lugar a dudas fue *Fusarium oxysporum* raza 1. En la actualidad, a partir del cambio de variedades (Gros Michel x Cavendish) en el 1962 las cifras en términos económicos han tenido un cambio significativo (Pegg et al., 2019).

La enfermedad Foc R1 continúa siendo un problema, específicamente para pequeños productores que cultivan variedades susceptibles como Gros Michael bajo sistemas de producción en asociación con otros cultivos, recurriendo a medidas de manejo como la agricultura migratoria, las siembras anuales escalonadas y la búsqueda de suelos sin presencia del patógeno (Figueroa, 2021).

Fue la raza 1 de este patógeno lo que causó el declive del cultivar ‘Gros Michel’, más conocido como guineo de seda, con la destrucción de más de 40.000 hectáreas de banano en países de centro América (Panamá, Honduras y Costa Rica) y fue responsable también de la casi desaparición del cultivar manzano (subgrupo Silk, AAB) en Cuba (Dita et al., 2018).

Se asocia el nombre de Mal de Panamá con Foc, debido a que el país de dicho nombre fue uno de los primeros donde se evidenciaron grandes epidemias causadas por el hongo. La presión de la enfermedad hizo que se reemplazara el cultivar susceptible con uno resistente disponible en aquel entonces conocido como ‘Cavendish’ el cual pudo resistir el ataque del hongo y afortunadamente, tuvo una aceptación formidable en el mercado internacional (Sánchez et al., 2020).

Fusarium oxysporum es un hongo que ha afectado a las musáceas. Este patógeno está presente en el suelo y su infección inicia en las raíces para luego llegar al sistema vascular y comprometer a los órganos de la planta. Produce el bloqueo del sistema vascular, afectando la absorción de agua y nutrientes. Como resultado las plantas se marchitan, tienen alteraciones en su crecimiento y muerte progresiva de la planta. Las características principales son la aparición repentina de marchitamiento y clorosis, alteramiento en el crecimiento como parecer sana y luego manifiestan síntomas y muere (CORBANA, 2017).

Los síntomas más prominentes de la enfermedad son el amarillamiento y marchitez de las hojas y la coloración marrón rojiza de los conductos vasculares (xilema) del pseudotallo. La marchitez se produce por la obstrucción de los haces vasculares de la planta en respuesta a la infección y avance del patógeno, lo cual limita la translocación de agua y el proceso de fotosíntesis (Maymon et al., 2018).

Una opción para atenuar las afectaciones de hongos fitopatógenos, es la utilización de alternativas ecológicas como medidas culturales, etológicas y el uso de microorganismos antagonistas. Entre estos se encuentran las especies de *Trichoderma* y *Bacillus* actuando como antagonistas reduciendo la infección de algunos fitopatógenos (Pérez, et al., 2018).

La utilización de microorganismos antagonistas constituye una alternativa para disminuir la incidencia de enfermedades, mejorar la nutrición y la resistencia de las plantas. Hongos dentro

del género *Trichoderma* son efectivos en la reducción de pérdidas atribuidas a un número de patógenos transmitidos por el suelo, incluyendo la marchitez por *Fusarium* (Pandey et al., 2021).

El uso de *Trichoderma sp.*, podrían ayudar a inhibir el crecimiento de *Fusarium* bajo condiciones ecológicas, dado sus beneficios de ser antagonistas más estudiados, facilidad de crecimiento y un amplio rango de hospederos que controla. Poseen varios mecanismos para inhibir el desarrollo como por ejemplo la competencia de nutrientes, producción de antibióticos volátiles y no volátiles, micoparasitismo, el cual es un proceso que va desde la exploración del patógeno, enrollamiento sobre el hospedero y excreción de enzimas mico líticas que son capaces de degradar la pared celular de los patógenos, colapso y desintegración de las hifas. Se cree que el micoparasitismo juega uno de los papeles más fundamentales en el antagonismo de *Trichoderma* como agente de control biológico sobre hongos (Rodríguez et al. 2017).

Otro de los beneficios de la *Trichoderma* es que estimula el crecimiento de las raíces y de las plantas, durante la colonización, incrementa los niveles de defensa por acción de las enzimas quitinasas y peroxidasas y glucanasas. Además de que incrementa la absorción de nutrientes menores y le da una mejor condición a la planta (Alvarez, 2023).

Una confrontación in vitro de cepas de *T. harzianum* y *T. asperellum* contra *F. solani* y *F. oxysporum*, mostraron que las cepas de *Trichoderma* inhibieron el 100 % del crecimiento de los patógenos, lo que evidenció que *Trichoderma* es de rápido crecimiento aún en presencia de patógenos muy agresivos (Sánchez et al., 2019).

Bajo las condiciones de invernadero se empleó el control de *Trichoderma spp.* contra Foc 1 en vitroplantas de variedad Gros Michel y FHIA 17 (AAA), las plantas protegidas con *Trichoderma spp.*, aumentaron en tres semanas el periodo de incubación de la enfermedad, por lo que *T. harzianum* y *Trichoderma sp.*, en ambas variedades presentaron promedios altos en cuanto a la reducción de la decoloración del cormo con un 16,67 %, mientras que en los parámetros de crecimiento no hubo diferencia significativa para ninguna de las variedades (Blanco, 2018).

En un ensayo en campo se demostró que las inoculaciones con las especies de *Trichoderma* tuvieron un efecto significativo en reducir la incidencia de la enfermedad causada por *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense raza 1. Igualmente, se mantuvieron niveles bajos de severidad, de 1,3 a 1,7 (plantas con ausencia de síntomas o con amarillamientos en las hojas más viejas), mientras que el testigo positivo de Gros Michel alcanzó 6 o muerte de las plantas, en la semana 9 ddi (Mayorga, 2023).

Bacillus spp., en particular, ha sido ampliamente estudiado como agente de control biológico debido a sus múltiples mecanismos de acción antagonista entre los que se encuentran antibiosis, competencia por los nutrientes e inducción de resistencia sistémica en las plantas (Fan et al., 2020).

En las localidades (Quevedo – Santo domingo y Manabí) pertenecientes al Ecuador se identificó *Bacillus subtilis* y *Bacillus sp.*, en plantaciones de Banano, a nivel in vitro, se usaron

las cepas de *B. subtilis* como antagonista de *F. oxysporum* f.sp. cubense raza 1, presentando actividad a partir de las 48 horas, el resultado indicó el 56.18 % de inhibición, valor que fue mayor al de las cepas de *Bacillus* sp., la cual presento actividad antagónica a las 144 horas con un resultado de 54.12% de inhibición contra Foc RT1 (Salas, 2019).

En estudios realizados por Silva et al. (2018), se aislaron 122 bacterias a partir de cinco cultivares de banano, pero solo una bacteria endófito proveniente del cultivar Pinsangue Seilão y tres aisladas de Maçã (Manzano) categorizadas dentro del género *Bacillus*, mostraron potencial para pruebas de antagonismo in vitro contra Foc R1.

En un estudio similar, tras aislar comunidades de bacterias endófitas de plantas de banano, sanas y enfermas, se encontraron 30 cepas de las cuales sólo tres mostraron capacidad antagónica significativa contra Foc R4T. Una de ellas fue identificada como *Pseudomonas aureofaciens*, mientras que las dos restantes se catalogaron como *Bacillus subtilis* y *B. amyloliquefaciens*. Los rangos de inhibición del crecimiento de Foc en condiciones in vitro fueron 60,32 %, 56,25 % y 58,34 %, respectivamente (Raaijmakers et al., 2019).

En estudios recientes, se reportó que *Bacillus amyloliquefaciens* cepa W19, puede producir metabolitos secundarios como la iturina y bacilomicina D, las cuales son altamente efectivas para el control de Foc R1 y Foc R4T. Además, este microorganismo tiene la capacidad de promover el crecimiento de plantas gracias a su producción de ácido indolacético (Wang et al., 2019).

Sun et al (2020), reportaron las bacterias *B. amyloliquefaciens* (PS6), *B. thuringiensis* (M05), *B. subtilis* (M28) y *B. amyloliquefaciens* (M10) con porcentajes de inhibición del crecimiento de Foc R1 de 30 %, 28, 24 % y 19 %, respectivamente.

Los agentes *Trichoderma* spp. y *B. subtilis* mezclados con un té de compost, produjeron un efecto inhibitorio tanto en pruebas in vitro como en invernadero contra Foc raza 1, iniciando los síntomas de la enfermedad a partir de la quinta semana y reduciendo el daño del banano Gros Michel a un 60 % de incidencia de forma preventiva y de forma curativa el 50,32 % de incidencia (Flores, 2019).

En la actualidad no existen medidas de combate químico eficientes contra la enfermedad Foc raza 1 provocada por *Fusarium*; al igual que prácticas culturales como la inundación y rotación de cultivos tampoco han permitido reducir su incidencia y severidad; debido a esto la presente investigación tiene como objetivo determinar la prevención de *Fusarium oxysporum* raza 1, en la variedad Gros Michel con aplicaciones de *Trichoderma* spp. en la zona de Naranjal.

METODOLOGÍA

Localización del experimento

El experimento se llevó a cabo en la Hacienda Paulita, provincia de Guayas, cantón Naranjal. Las coordenadas planas de un punto en el centro del área de investigación son: 2692289, 79643257 de la zona 18, según la proyección UTM de la cartografía WGS84. La características

climatológicas y edafológicas son: Temperatura: 22.3- 30.9 °C, Precipitación: 1024.1 mm, Humedad relativa: 79 %, Topografía: Plana, Textura:

Material genético

En este estudio se utilizó la variedad Gros Michel, susceptible al hongo *Fusarium oxysporum* raza 1. El material genético son cepas que se obtuvieron de una selección rigurosa, en la zona de Baba. Las cepas fueron desinfectadas mediante inmersión den una solución de cobre pentahidratado siendo la dosis 3 litros en 200 litros de agua.

Tratamientos

Tabla 1

Tratamiento

T	Productos	Composición	Dosis
T1	Biohealth	<i>Trichoderma spp.</i> (9000000 UFC/g), <i>Bacillus</i> (18000000 UFC/g)	1 kilogramo por hectárea
T2	Dinamics	<i>Trichoderma spp.</i> (1x10 ⁹ upm/ml)	1 litro por hectárea
T3	Testigo sin aplicación	-----	Testigo sin aplicación

Diseño experimental y análisis estadísticos

En este experimento se aplicó un Diseño de Bloques Completamente al Azar en tres repeticiones. Se ejecutó la prueba de Tukey al 5 % de significancia, para determinar la diferencia entre los siguientes tratamientos: T1: Biohealth, T2: Dinamics, T3: Testigo. Además, se realizó un análisis de varianza para comparar los tratamientos de acuerdo con las fuentes de variación que se presentan en la Tabla 2. Para todos los análisis se empleó en el software de análisis estadístico Infostat.

Tabla 2

Fuentes de variación y sus grados de libertad

Fuentes de variación	Grados de libertad
Tratamientos (n-1)	2
Repeticiones (m-1)	2
Error (n-1)*(m-1)	4
Total (sumatoria)	8

Manejo del experimento

La siembra se realizó con el material genético Gros Michel, con un distanciamiento de siembra fue 2.40 m x 2,90 m, dando un total de 1436 plantas por hectárea. El control de malezas, se aplicó manualmente, sin control químico para descartar que el herbicida afecte el funcionamiento del microorganismo. El pH se ajustó de 6 a 7 mediante el uso de carbonato de calcio, malla 200 para mejorar las condiciones del suelo, donde se va a inocular los microorganismos, se aplicaron 20 sacos de compost al hoyo cuando se siembre y la corona de la planta para mejorar el medio ambiente favorable para la estabilidad de los microorganismos. En la fertilización edáfica se aplicó desde la segunda semana después de la siembra Urea (1 saco/ha),

Muriato de potasio (1.5 sacos/ha), DAP (0.30 saco/ha), sulfato de magnesio (0.25 saco/ha) y Boro (0.20 saco/ha). La fertilización foliar consistió en la aplicación de Terrasorb (1 L/ha), Equilibrium (0.6 L/ha) y Armurox (0.6 L/ha). El control de sigatoka negra se llevó a cabo mediante desde la 6 semana después de la siembra, mediante la aplicación de Mancozeb 1 kg/ha. La actividad de deshoje se ejecutó cada semana durante el ensayo. El reemplazo de plantas se lo aplicó en la octava semana para mantener el número de plantas. Las labores de deshermane y la selección final se lo aplicó a las 6,9,12 y 15 semanas. La aplicación de Biohealth (1 kg/ha) y Dynamics (1 L/ha) se realizó a las 5,9,13 y 18 semanas. La actividad del enfunde y apuntalamiento se ejecutó durante la semana 18 hasta la 22.

Muestreo de plantas para la determinación del ataque de FOCRT1

En cada tratamiento, se seleccionó una planta por parcela y por repetición cada 15 días en las etapas iniciales (10-12 semanas), y posteriormente mensualmente. El muestreo se ejecutó al azar en plantas de las parcelas aun no existiendo plantas con síntomas.

Variables evaluadas

Porcentaje de afectación en plantas con síntomas de *Fusarium oxysporum* raza 1.

Se observó en los individuos que componen la parcela, verificando si existe el ataque de FOCRT1, utilizando la siguiente escala de evaluación:

Tabla 3

Escala de evaluación

Escala	Grado de severidad	Porcentaje de afeción de la planta por la enfermedad
0	Planta sana	0 %
1	Planta con síntomas leves	1 a 33 %
2	Plantas con síntomas severos	34 a 66 %
3	Plantas con síntomas muy severos	67 a 99 %
4	Planta muerta	100 %

Variables de rendimiento

En las plantas seleccionadas por parcela se realizó la evaluación de las siguientes variables de rendimiento:

- Edad del racimo
- Numero de racimos
- Numero de manos
- Peso del racimo (kg)
- Longitud de dedo (pulgadas)
- Calibración ultima mano
- Calibración segunda mano
- Ratio
- Merma (%)

Análisis económico

El análisis económico se determinó en relación a los costos que se generaron en cada una de las labores culturales y de los costos de insumos que se aplicaron en el proceso de mantenimiento y producción del ensayo.

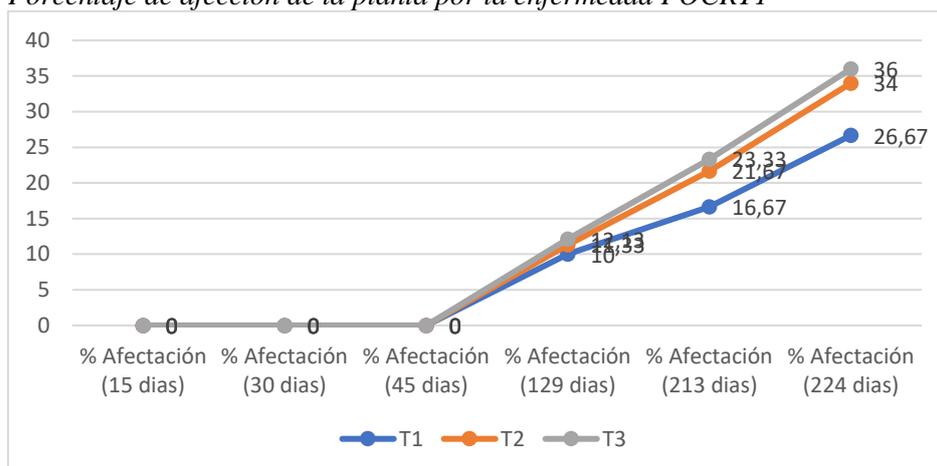
RESULTADOS

En la Figura 1, según la escala de evaluación de afección por la enfermedad FOCRT1, se evidenció plantas sin sintomatología a los 15 días, 30 días y 45 días en los tratamientos estudiados. Las manifestaciones de síntomas de la enfermedad FOCRT1 se presentaron desde los 129 días, con un mayor porcentaje de afectación en el T3 (12.13 %), mientras que el T1 (10 %) presentó menor porcentaje de afectación.

A los 213 días se evidenció un mayor porcentaje de afectación en el T3 (23.33 %), mientras que el T1 (16.67 %) presentó menor porcentaje de afectación. A igual que a los 224 días se presentó un mayor porcentaje de afectación en el T3 (36 %), mientras que el T1 (26.67 %) presentó menor porcentaje de afectación.

Figura 1

Porcentaje de afección de la planta por la enfermedad FOCRT1



Mediante el análisis de varianza se determinó en la variable edad del racimo que no existe significancia estadística entre los tratamientos, con una media general de 11.66 semanas y un coeficiente de variación de 5.10 % (Tabla 3).

Tabla 3

Análisis de varianza de la variable edad del racimo

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Tratamientos	0.11	2	0.05	0.15	0.7307	NS
Bloques	0.24	2	0.12	0.34	0.8989	NS
Error	1.41	4	0.35			
Total	1.76	8				

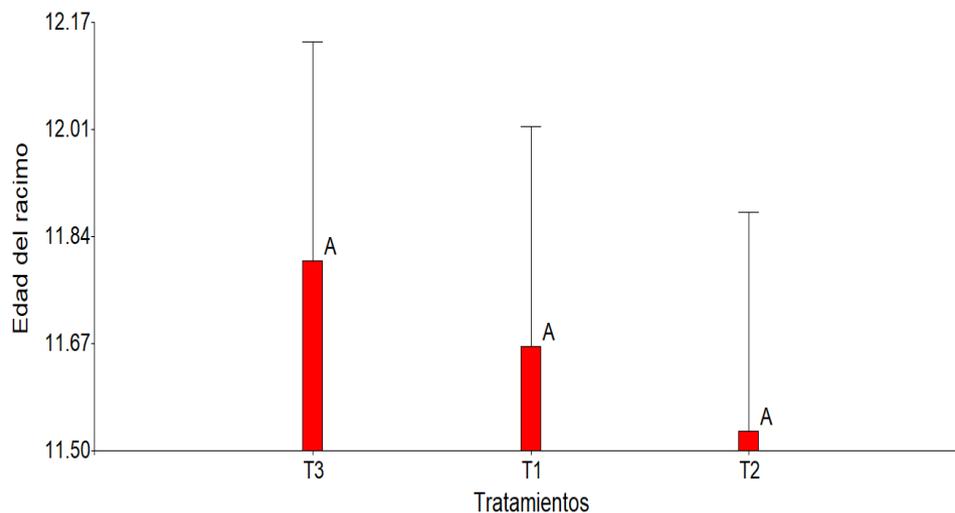
CV (%)	5.10
Media general	11.66

Nota: FV: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F: Prueba F, CV: Coeficiente de Variación. NS: No existe diferencia significativa ($p>0,05$); **: Diferencia significativa ($p<0,05$)
Fuente: Sandoya y Chica (2025).

En la Figura 2, según la comparación de medias con la prueba de Tukey (<0.05), no se presentó significancia estadística, donde se observa que numéricamente la mayor edad del racimo fue reportada en el tratamiento T3 (11.8) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el menor número de manos por racimo se presentó en el tratamiento T2 (11.53).

Figura 2

Edad del racimo



El análisis de varianza determinó en la variable número de manos por racimo que, si existe significancia estadística entre los tratamientos, con una media general de 8.84 y un coeficiente de variación de 3.29 % (Tabla 4).

Tabla 4

Análisis de varianza de la variable número de manos por racimo

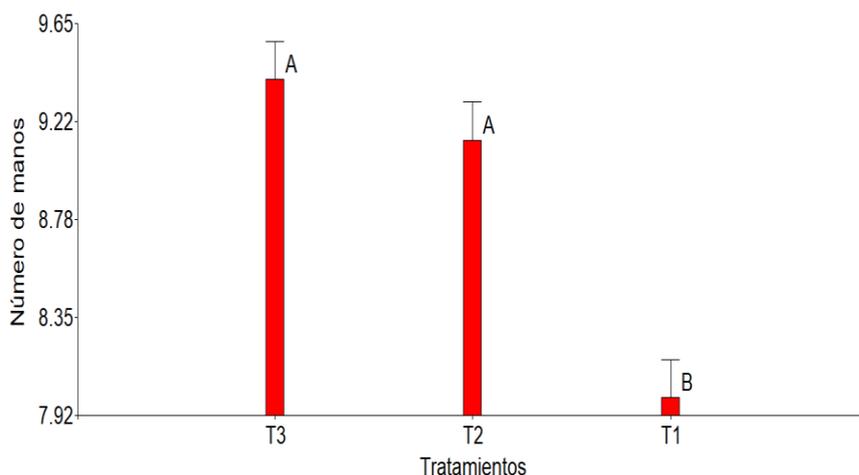
FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Tratamientos	3.32	2	1.66	19.63	0.0085	**
Bloques	0.25	2	0.12	1.47	0.3315	NS
Error	0.34	4	0.08			
Total	3.90	8				
CV (%)	3.29					
Media general	8.84					

Nota: FV: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F: Prueba F, CV: Coeficiente de Variación. NS: No existe diferencia significativa ($p>0,05$); **: Diferencia significativa ($p<0,05$)
Fuente: Sandoya y Chica (2025).

En la Figura 3, según la comparación de medias con la prueba de Tukey (<0.05) se observa que el mayor número de manos por racimo fue reportado en el tratamiento T1 (9.40) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el menor número de manos por racimo se presentó en el tratamiento T3 (8).

Figura 3

Número de manos por racimo



El análisis de varianza determinó en la variable peso del racimo (Kg) que, no existe significancia estadística entre los tratamientos, con una media general de 33.48 y un coeficiente de variación de 6.51 % (Tabla 5).

Tabla 5

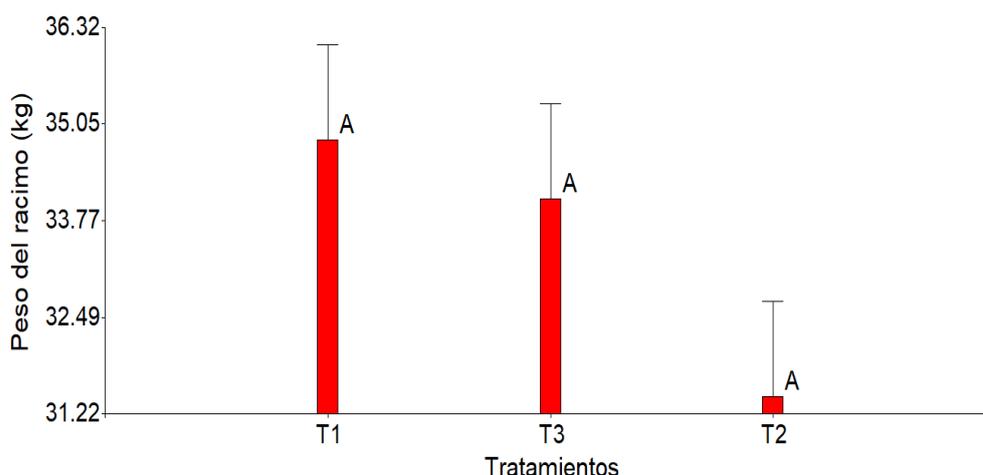
Análisis de varianza de la variable peso del racimo (Kg)

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Tratamientos	18.87	2	9.43	1.99	0.2515	NS
Bloques	16.88	2	8.44	1.78	0.2802	NS
Error	18.98	4	4.75			
Total	54.72	8				
CV (%)	6.51					
Media general	33.48					

Nota: FV: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F: Prueba F, CV: Coeficiente de Variación. NS: No existe diferencia significativa ($p>0,05$); **: Diferencia significativa ($p<0,05$) Fuente: Sandoya y Chica (2025).

En la Figura 4, según la comparación de medias con la prueba de Tukey (<0.05), no se presentó significancia estadística, donde se observa que numéricamente el mayor peso del racimo fue reportado en el tratamiento T1 (34.83 Kg) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el menor número de manos por racimo se presentó en el tratamiento T2 (31.45 Kg).

Figura 4
Peso de racimo (Kg)



El análisis de varianza determinó en la variable longitud de dedo (pulgadas) que existe significancia estadística entre los tratamientos, con una media general de 10.29 y un coeficiente de variación de 1.68 % (Tabla 6).

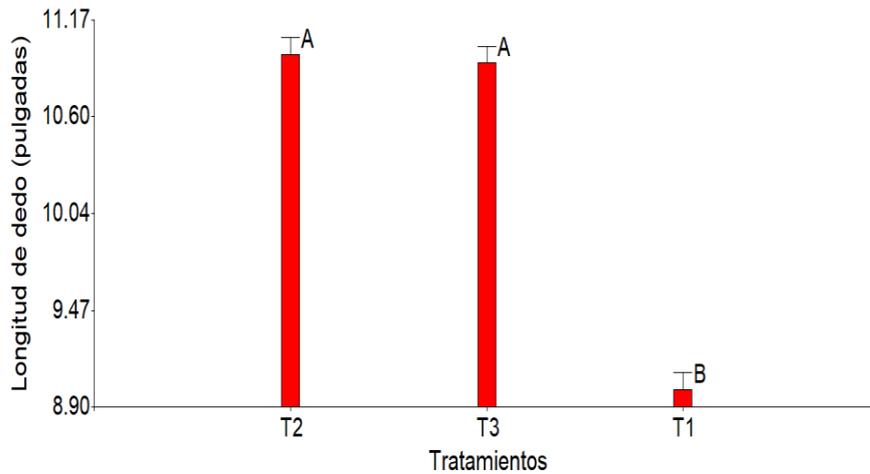
Tabla 6
Análisis de varianza de la variable longitud de dedo (pulgadas)

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Tratamientos	7.57	2	3.78	126.02	0.0002	**
Bloques	0.07	2	0.03	1.15	0.4032	NS
Error	0.12	4	0.03			
Total	7.76	8				
CV (%)	1.68					
Media general	10.29					

Nota: FV: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F: Prueba F, CV: Coeficiente de Variación. NS: No existe diferencia significativa ($p > 0,05$); **: Diferencia significativa ($p < 0,05$)
Fuente: Sandoya y Chica (2025).

En la Figura 5, según la comparación de medias con la prueba de Tukey (< 0.05) se observa que la mayor longitud de dedo fue reportada en el tratamiento T2 (10.97 pulgadas) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que la menor longitud de dedo se presentó en el tratamiento T1 (9 pulgadas).

Figura 5
Longitud de dedo



El análisis de varianza determinó en la variable calibración de la última mano del racimo que existe significancia estadística entre los tratamientos, con una media general de 41.33 y un coeficiente de variación de 0.71 % (Tabla 7).

Tabla 7
Análisis de varianza de la variable calibración de la última mano del racimo

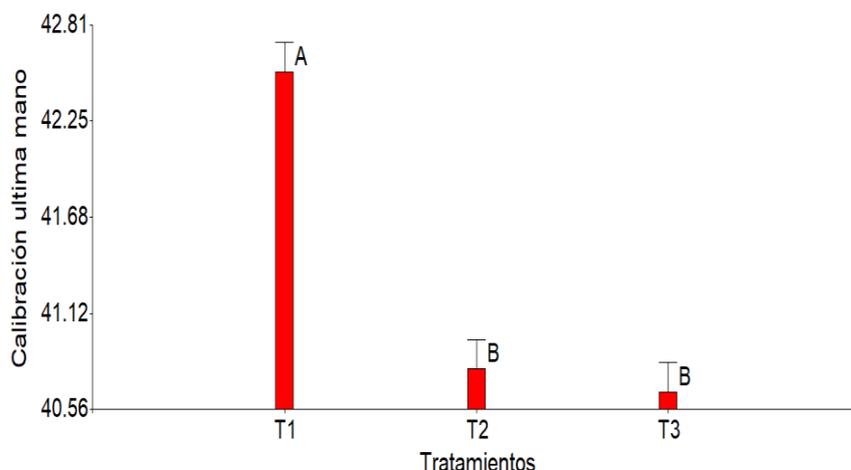
FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Tratamientos	6.51	2	3.25	37.54	0.0026	**
Bloques	0.03	2	0.01	0.15	0.8622	NS
Error	0.35	4	0.09			
Total	6.88	8				
CV (%)	0.71					
Media general	41.33					

Nota: FV: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F: Prueba F, CV: Coeficiente de Variación. NS: No existe diferencia significativa ($p > 0,05$); **: Diferencia significativa ($p < 0,05$) Fuente: Sandoya y Chica (2025).

En la Figura 6, según la comparación de medias con la prueba de Tukey (< 0.05) se observa que la mayor calibración de la última mano del racimo fue reportada en el tratamiento T1 (42.53) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que la menor calibración de la última mano del racimo se presentó en el tratamiento T3 (40.67).

Figura 6

Calibración de la última mano del racimo



El análisis de varianza determinó en la variable calibración de la segunda mano del racimo que existe significancia estadística entre los tratamientos, con una media general de 45.84 y un coeficiente de variación de 0.71 % (Tabla 8).

Tabla 8

Análisis de varianza de la variable calibración de la segunda mano del racimo

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Tratamientos	2.89	2	1.44	20.31	0.0080	**
Bloques	0.01	2	4.4E-03	0.06	0.9403	NS
Error	0.28	4	0.09			
Total	3.18	8				
CV (%)	0.71					
Media general	45.84					

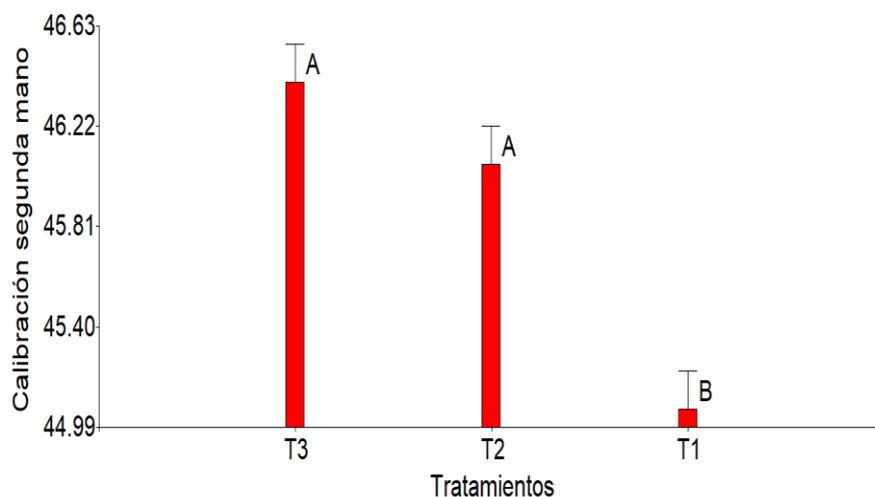
Nota: FV: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadros medios, F: Prueba F, CV: Coeficiente de Variación. NS: No existe diferencia significativa ($p > 0.05$); **: Diferencia significativa ($p < 0.05$)

Fuente: Sandoya y Chica (2025).

En la Figura 7, según la comparación de medias con la prueba de Tukey (< 0.05) se observa que la mayor calibración de la segunda mano del racimo fue reportada en el tratamiento T3 (46.40) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que la menor calibración de la segunda mano del racimo se presentó en el tratamiento T1 (45.07).

Figura 7

Calibración de la segunda mano del racimo



El análisis de varianza determinó en la variable ratio que, no existe significancia estadística entre los tratamientos, con una media general de 1.53 y un coeficiente de variación de 7.18 % (Tabla 9).

Tabla 9

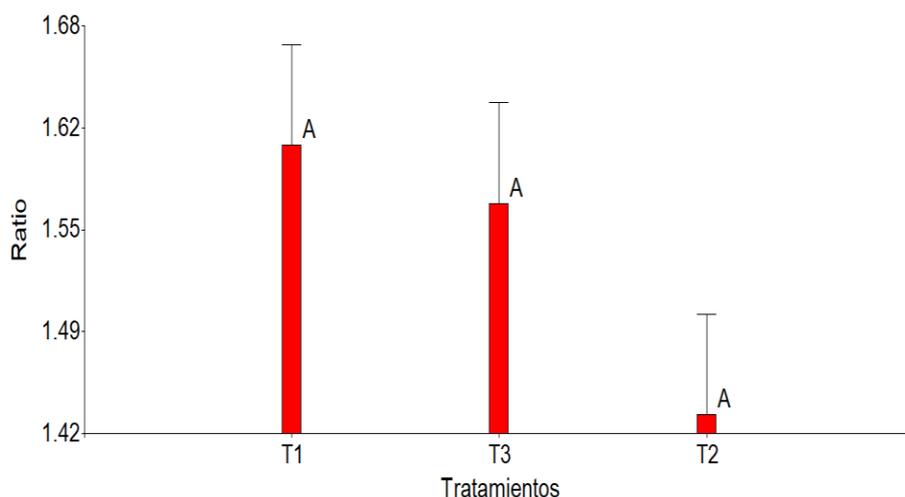
Análisis de varianza de la variable ratio

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Tratamientos	0.05	2	0.02	1.97	0.2539	NS
Bloques	0.04	2	0.02	1.78	0.2803	NS
Error	0.05	4	0.01			
Total	0.14	8				
CV (%)	7.18					
Media general	1.53					

Nota: FV: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F: Prueba F, CV: Coeficiente de Variación. NS: No existe diferencia significativa ($p > 0,05$); **: Diferencia significativa ($p < 0,05$) Fuente: Sandoya y Chica (2025).

En la Figura 8, según la comparación de medias con la prueba de Tukey ($< 0,05$), no se presentó significancia estadística, donde se observa que numéricamente el mayor ratio fue reportado en el tratamiento T1 (1.61) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el menor ratio se presentó en el tratamiento T2 (1.44).

Figura 8
Ratio



El análisis de varianza determinó en la variable merma que, no existe significancia estadística entre los tratamientos, con una media general de 9.22 % y un coeficiente de variación de 6.25 % (Tabla 9).

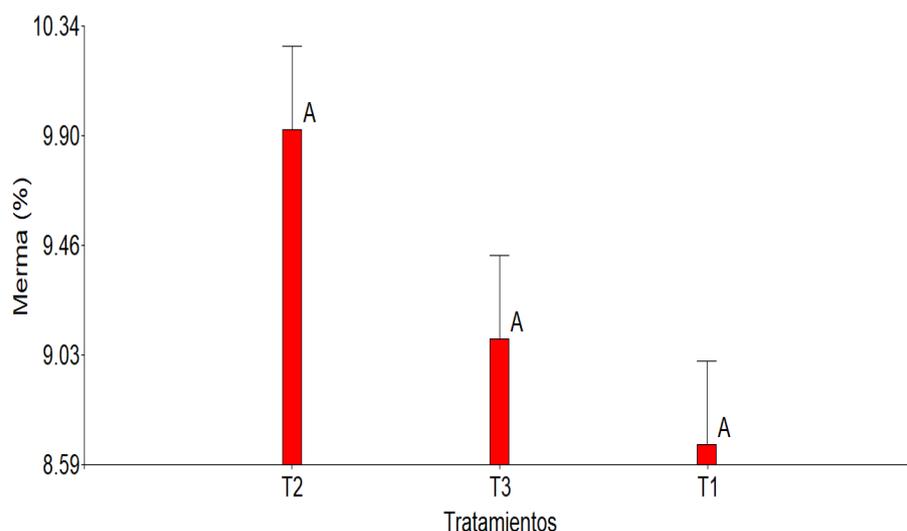
Tabla 9
Análisis de varianza de la variable ratio

FV	SC	GL	CM	F	p-valor	Significancia
Tratamientos	2.44	2	1.22	3.67	0.1245	NS
Bloques	1.06	2	0.53	1.60	0.3093	NS
Error	1.33	4	0.33			
Total	4.83	8				
CV (%)	6.25					
Media general	9.22 %					

Nota: FV: Fuentes de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, F: Prueba F, CV: Coeficiente de Variación. NS: No existe diferencia significativa ($p > 0,05$); **: Diferencia significativa ($p < 0,05$) Fuente: Sandoya y Chica (2025).

En la Figura 9, según la comparación de medias con la prueba de Tukey (< 0.05), no se presentó significancia estadística, donde se observa que numéricamente el mayor porcentaje de merma fue reportado en el tratamiento T2 (9.92 %) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el menor porcentaje de merma se presentó en el tratamiento T1 (8.67 %).

Figura 9
Porcentaje de merma



En la Tabla 10, se encuentran detallados los costos de producción de las diferentes labores culturales que fueron ejecutadas durante el ensayo en el mejor tratamiento (T1), las labores en la producción son regulares y las variaciones fueron consideradas dentro de la estructura de costos, donde a continuación se muestran los recursos utilizados en una hectárea de producción.

Tabla 10
Análisis económico del mejor tratamiento por hectárea

Costos variables	Costo Total
Labores de campo	
Siembra	\$ 574.4
Chapia	\$ 90.00
Corona	\$ 57.44
Fertilización edáfica	\$ 2250
Fertilización foliar	\$ 350
Control de Sigatoka	\$ 1100
Deshoje	\$ 280
Reemplazo de plantas	\$ 50
Deshernane	\$ 180
Selección final	\$ 45
Aplicación biohealth y Dynamics	\$ 24
Enfunde y apuntalamiento	\$ 20
Productos biológicos	
Biohealth	\$ 26
Dynamics	\$ 25
Material de siembra	
Cepas de Gros michel	\$ 851.6
Fertilizantes edáficos	
Muriato de potasio	\$ 28

DAP	\$ 27
Sulfato de magnesio	\$ 28
Boro	\$ 30
Fertilizantes foliares	
Terrasorb	\$ 15
Equilibrium	\$ 18
Armurox	\$ 20
Fungicidas	
Mancoseb	\$ 8
Total	\$ 6097.44

Fuente: Sandoya y Chica (2025).

DISCUSIÓN

En base a todos los resultados obtenidos, nuestros hallazgos contribuyen a seguir descifrando estrategias control mediante la utilización de *Trichoderma spp* para *Fusarium oxysporum* raza 1 en el cultivo de banano variedad Gros michel, considerando lo manifestado por Pandey et al (2021) quienes expresan que la utilización de microorganismos antagonistas constituye una alternativa para disminuir la incidencia de enfermedades, mejorar la nutrición y la resistencia de las plantas. Hongos dentro del género *Trichoderma* son efectivos en la reducción de pérdidas atribuidas a un número de patógenos transmitidos por el suelo, incluyendo la marchitez por *Fusarium* (Pandey et al., 2021).

Según la escala de evaluación de afección por la enfermedad FOVRT1, se evidenció plantas sin sintomatología a los 15 días, 30 días y 45 días en los tratamientos estudiados. Los síntomas de la enfermedad FOVRT1 se presentaron desde los 129 días, con un mayor porcentaje de afectación en el T3 (12.13 %), mientras que el T1 (10 %) presento menor porcentaje de afectación. A los 213 días se evidenció un mayor porcentaje de afectación en el T3 (23.33 %), mientras que el T1 (16.67 %) presento menor porcentaje de afectación. A igual que a los 224 días se presentó un mayor porcentaje de afectación en el T3 (36 %), mientras que el T1 (26.67 %) presento menor porcentaje de afectación; esto hace referencia a lo evidenciado por Rodríguez et al (2017), quienes expresan que el uso de *Trichoderma sp.*, podrían ayudar a inhibir el crecimiento de *Fusarium* bajo condiciones ecológicas, dado sus beneficios de ser antagónicos más estudiados, facilidad de crecimiento y un amplio rango de hospederos que controla. Poseen varios mecanismos para inhibir el desarrollo como por ejemplo la competencia de nutrientes, producción de antibióticos volátiles y no volátiles, micoparasitismo, el cual es un proceso que va desde la exploración del patógeno, enrollamiento sobre el hospedero y excreción de enzimas mico líticas que son capaces de degradar la pared celular de los patógenos, colapso y desintegración de las hifas. Se cree que el micoparasitismo juega uno de los papeles más fundamentales en el antagonismo de *Trichoderma* como agente de control biológico sobre hongos (Rodríguez et al. 2017).

En base a la comparación de medias con la prueba de Tukey (<0.05) se observó en algunas variables de rendimiento lo siguiente: el mayor número de manos por racimo fue reportado en el tratamiento T1 (9.40) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el menor número de manos por racimo se presentó en el tratamiento T3 (8). La mayor longitud de dedo fue reportada en el tratamiento T2 (10.97 pulgadas) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que la menor longitud de dedo se presentó en el tratamiento T1 (9 pulgadas). La mayor calibración de la última mano del racimo fue reportada en el tratamiento T1 (42.53) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que la menor calibración de la última mano del racimo se presentó en el tratamiento T3 (40.67). La mayor calibración de la segunda mano del racimo fue reportada en el tratamiento T3 (46.40) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que la menor calibración de la segunda mano del racimo se presentó en el tratamiento T1 (45.07), resaltando lo manifestado por Álvarez (2023) quien señala que otro de los beneficios de la *Trichoderma* es que estimula el crecimiento de las raíces y de las plantas, durante la colonización, incrementa los niveles de defensa por acción de las enzimas quitinasas y peroxidasas y glucanasas. Además de que incrementa la absorción de nutrientes menores y le da una mejor condición a la planta, mejorando el rendimiento.

CONCLUSIONES

La utilización de microorganismos antagonistas constituye una alternativa para disminuir la incidencia de *Fusarium oxysporum* raza 1 en el cultivo de banano variedad Gros michel, y a su vez mejorar el crecimiento, nutrición y la resistencia de las plantas.

Se evidenció plantas sin sintomatología a los 15 días, 30 días y 45 días en los tratamientos estudiados. Los síntomas de la enfermedad FOCRT1 se presentaron desde los 129 días, con un mayor porcentaje de afectación en el T3 (12.13 %), mientras que el T1 (10 %) presentó menor porcentaje de afectación. A los 213 días se evidenció un mayor porcentaje de afectación en el T3 (23.33 %), mientras que el T1 (16.67 %) presentó menor porcentaje de afectación. A igual que a los 224 días se presentó un mayor porcentaje de afectación en el T3 (36 %), mientras que el T1 (26.67 %) presentó menor porcentaje de afectación.

Se determinó que el mayor número de manos por racimo fue reportado en el tratamiento T1 (9.40) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que el menor número de manos por racimo se presentó en el tratamiento T3 (8). La mayor longitud de dedo fue reportada en el tratamiento T2 (10.97 pulgadas) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que la menor longitud de dedo se presentó en el tratamiento T1 (9 pulgadas). La mayor calibración de la última mano del racimo fue reportada en el tratamiento T1 (42.53) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que la menor calibración de la última mano del racimo se presentó en el tratamiento T3 (40.67). La mayor

calibración de la segunda mano del racimo fue reportada en el tratamiento T3 (46.40) siendo superior estadísticamente a los demás tratamientos, mientras que la menor calibración de la segunda mano del racimo se presentó en el tratamiento T1 (45.07).

En base al análisis económico realizado en el mejor tratamiento (T1) se evidenció que los costos de producción de las diferentes labores culturales en una hectárea de producción tuvieron un valor de \$ 6097.44.

Colaboradores

Biosiembra: Proveedor de microorganismos, fichas técnicas, análisis de los contenidos de los productos y procederá a la identificación del patógeno.

Farmagro: Proveedor de microorganismos, fichas técnicas.

Novagric: Proveedor de microorganismos, fichas técnicas.

Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP): Laboratorio Fitopatológico.

REFERENCIAS

- Álvarez, V. (2023). *Biocontrol de Fusarium oxysporum f. sp. cubense con especies de Trichoderma sp.: una revisión*. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/54267/VALENTINAALVAREZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Blanco, W. (2018). *Uso de aislamientos de Trichoderma spp., para el control biológico de la enfermedad marchitez por fusarium (Fusarium oxysporum f.sp cubense) raza 1 en vitroplántulas de banano del cultivar Gros Michael (AAA) y FHIA 17 (AAAA) en condiciones de invernadero*. (Tesis de Grado). Universidad Autónoma de Nicaragua. <http://riul.unanleon.edu.ni:8080/jspui/handle/123456789/6419>
- CORBANA. (2017). *Síntomas de marchitamiento por Fusarium en banano Gros Michel (Musa AAA) (Fusarium oxysporum f. sp. cubense raza 1)*. Dirección de Investigaciones Corporación Bananera Nacional . Obtenido de <https://www.corbana.co.cr/wp-content/uploads/HD-n.%C2%B0-13-2017-S%C3%ADntomas-Foc-planta-adulta.pdf>
- Dita, M., Barquero, M., Heck, D., Mizubuti, C., Staver, D. (2018) “Fusarium Wilt of Banana: Current Knowledge on Epidemiology and Research Needs Toward Sustainable Disease Management. *Front Plant Sci*, 9, 1468. doi: 10.3389/fpls.2018.01468.
- El Comercio . (17 de Agosto de 2019). Las plagas afectaron al banano en Ecuador en estos 71 años, la mas grave fue el Fusarium 1. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/plagas-banano-ecuador-fusarium-bonanza.html>
- Fan, H., Zhang, Z., Li, Y., Zhang, X., Duan, Y., Wang, Q. (2020). Biocontrol of Bacterial Fruit Blotch by *Bacillus subtilis* 9407 via Surfactin-Mediated Antibacterial Activity and Colonization. *Front Microbiol*, 8, 1973; doi:10.3389/fmicb.2017.01973
- Flores, R. (2019). *Control Biológico de la marchitez (Fusarium oxysporum f. sp. cubense) raza 1, utilizando te de compost, Trichoderma sp, y Bacillus subtilis, en plantas de banano cultivar Gros Michel (Musa AAA) bajo condiciones de invernadero en Guapiles, Limon*. Tesis de grado. Universidad de Costa Rica. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr:8080/jspui/bitstream/123456789/11148/1/44708.pdf>
- Figueroa, W. (2020). Capacidad de infección de *Fusarium oxysporum f. sp. cubense* raza 1 en el cultivar de banano Gros Michel (Musa AAA). (Tesis de grado). Universidad Técnica Estatal De Quevedo. <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/181c42c4-b603-4327-a66c-be0e86d91f63/content>
- Mayorga, K. (2023). *Trichoderma spp. Como inductor de resistencia in vitro plantas de banano (Musa AAA) CV. Gros michel contra Fusarium oxysporum f. cubense (Smith) Snyder & Hansen*. (Tesis de grado). Universidad Agraria del Ecuador.

[https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RAFAELA%20MAYORGA%20\(1\).pdf](https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/RAFAELA%20MAYORGA%20(1).pdf)

- Magdama, F., Jimenez, M. (2015). “Populations of *Fusarium oxysporum* f.sp. cubense causing Panama disease of banana in Ecuador: Learning from the past for future perspectives”, *Phytopathology*, 105, S4.162.
- Maymon, U., Shpatz, Y., Harel, E., Levy, G., Elkind, E., Teverovsky, L. (2018) “First report of *Fusarium oxysporum* f. sp. cubense tropical race 4 causing Fusarium wilt of ‘Cavendish’ bananas in Israel”, *Plant Dis Notes*, 98, 694, doi: 10.1094/PDIS-05-18-0822-PDN
- Magdama, F. (2020). FUSARIUM OXYSPORUM - EL HONGO MÁS TEMIDO EN LA INDUSTRIA DEL BANANO. *ECUADOR ES CALIDAD: Revista Científica Ecuatoriana*, 6, 19-22.
- Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca . (2022). Ministerio de Producción, Comercio Exterior, Inversiones y Pesca , Ecuador . Obtenido de https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/webinec/Encuestas_Ambientales/Modulo_Ambiental_ESPAC_2021/PRINC_RESUL_MOD_AGROTEC_2021_19_04%20vf.pdf
- Navarro, F. (2020). *Efecto de la nutrición translaminar en las características del racimo de banano (Musa AAA. var. Williams) en el cantón Valencia*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo , Quevedo. Obtenido de <https://repositorio.uteq.edu.ec/items/6e4aae52-5995-4274-89d6-bbe05f82785b>
- Pandey, R. N., Jaisani, P., & Singh, H. B. (2021). Trichoderma: agricultural applications and beyond. *In Biopesticides*, 2, 53–381. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-823355-9.00013-4>
- Pegg, K., Coates, L., O'Neill, W., & Turner, D. (2019). *The Epidemiology of Fusarium Wilt of Banana*. Obtenido de <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2019.01395/full>
- Raaijmakers, J. M., De Bruijn, I., Nybroe, O., & Ongena, M. (2019). Natural functions of lipopeptides from *Bacillus* and *Pseudomonas*: more than surfactants and antibiotics. *FEMS microbiology reviews*, 34(6), 1037-1062.
- Rodríguez, R., Ibarra, L., Rodríguez, J., & Alvarado, S. (2017). *Trichoderma Sp, Como Agente Control Biológico del Mal de Panamá en Banana*. Universidad Tecnocientífica del Pacífico, Colombia . Obtenido de <https://tecnocientifica.com.mx/wp-content/uploads/2017/10/Trichoderma-SP.-Como-agente-de-control-biol%C3%B3gico.pdf>
- Sánchez, M., Carr, C., Alfaro, F., Villalta, R., Sandoval, J., & Guzmán, M. (2020). *Marchitez por Fusarium o mal de Panamá del banano y otras musáceas. Sección de Fitoprotección, Dirección de Investigaciones CORBANA*. Hoja divulgativa, (11-2017).

- Sánchez, B., Espinosa, E., Villordo, E., Rodríguez, R., & Mora, M. (2019). Identificación molecular y evaluación antagonica in vitro de cepas nativas de *Trichoderma* spp. sobre hongos fitopatógenos de raíz en frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) cv. *Montcalm*. *Agrociencia*, 51(1), 1-17.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/agro/v51n1/1405-3195-agro-51-01-00063.pdf>
- Salas, V. (2019). *Determinación del antagonismo in vitro de Bacillus spp. aislado del suelo de los cultivos de banano de la región costa del Ecuador frente al hongo fitopatógeno Fusarium oxysporum f. sp. cubense raza tropical 1*. (Tesis de grado). Universidad Católica del Ecuador.
<http://repositorio.puce.edu.ec/bitstream/handle/22000/10162/Salas%20Veronica.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Silva, A. (2018). *Acción in vitro de Trichoderma spp. y Bacillus spp. como controladores biológicos conjuntos contra Fusarium oxysporum en uvilla (Physalis peruviana), ecotipo colombiano, en la sierra norte y centro del Ecuador*. (Tesis de grado). Pontificia Universidad Católica del Ecuador. <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/14680>
- Sun, J. B., Peng, M., Wang, Y. G., Zhao, P. J., & Xia, Q. Y. (2020). Isolation and characterization of antagonistic bacteria against Fusarium wilt and induction of defense related enzymes in banana. *African Journal of Microbiology Research*, 5(5), 509-515.
- Wang, B., Shen, Z., Zhang, F., Raza, W., Yuan, J., Huang, R., & Shen, Q. (2020). *Bacillus amyloliquefaciens* strain W19 can promote growth and yield and suppress Fusarium wilt in banana under greenhouse and field conditions. *Pedosphere*, 26(5), 733-744.