REVISTA ACADÉMICA
ALMAMATER
Universidad Autónoma de Santo Domingo

Presencia de hongos patógenos en plántulas de cacao (*Theobroma cacao* L.) producidas en sustratos y suelo en vivero

Presence of Pathogenic Fungi in Cocoa Seedlings (Theobroma cacao L.) Produced in Substrates and Soil in the Nursery

Núñez Ramos, Pedro Antonio*
Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD), República Dominicana
pnunez25@uasd.edu.do
https://orcid.org/0000-0001-7580-7931

García Pantaleón, Socorro
Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), República Dominicana
socorrogarciap@hotmail.com
https://orcid.org/0009-0002-3678-003X

Marcano, Iris
Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA), Universidad Autónoma de Santo Domingo (UASD); Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), República Dominicana
imarcano80@uasd.edu.do
https://orcid.org/0000-0002-6464-7298

* Autor/a de correspondencia: pnunez25@uasd.edu.do

Recibido: 20/01/2026 **Aceptado: 11/08/2026** **Publicado: 30/10/2026**

RESUMEN

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) demanda plántulas sanas y de calidad, lo que exige un material de soporte que favorezca la germinación de las semillas y un crecimiento óptimo libre de patógenos. El objetivo de esta investigación fue determinar la presencia de hongos patógenos en plántulas de cacao producidas en vivero en sustratos y en suelo. El experimento se realizó entre enero y mayo de 2024 en el vivero de la Estación Experimental Mata Larga del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), en San Francisco de Macorís (SFM), República Dominicana. Se usó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 12 tratamientos y cuatro repeticiones; los tratamientos combinaron, en distintas proporciones, suelo agrícola, cascarilla de arroz y estiércol bovino, con y sin esterilización. La presencia de hongos patógenos en hojas, raíces y suelo se evaluó según la sintomatología de las plántulas, con dos

ABSTRACT

*Cocoa (*Theobroma cacao *L.) cultivation requires healthy, high-quality seedlings, which depends on a support material that favors seed germination and optimal, pathogen-free growth. The objective of this research was to determine the presence of pathogenic fungi in cocoa seedlings produced in the nursery in substrates and soil. The experiment was conducted from January to May 2024 at the nursery of the Mata Larga Experimental Station of the Dominican Institute of Agricultural and Forestry Research (IDIAF), in San Francisco de Macorís (SFM), Dominican Republic. A randomized complete block design (RCBD) with 12 treatments and four replications was used; the treatments combined agricultural soil, rice husk, and cattle manure in different proportions, with and without sterilization. The presence of pathogenic fungi in leaves, roots, and soil was evaluated based on seedling symptomatology, with two plants*

e-ISSN: 3060-9917
CC BY NC ND

plantas tomadas al azar por unidad experimental (UE) en tres evaluaciones. Los hongos se identificaron mediante observación al microscopio y claves micológicas morfológicas, y los resultados se analizaron con estadística descriptiva y tablas de frecuencias en InfoStat. En hojas se identificaron 13 géneros de hongos patógenos, entre los cuales *Colletotrichum* sp., *Cladosporium* sp. y *Corynespora* sp. presentaron la mayor frecuencia. En raíces se encontraron *Pythium* sp., *Rhizoctonia* sp., *Fusarium solani*, *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp. y *Papulaspora* sp., y en el suelo y los sustratos, *Fusarium* sp., *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Mucor* sp. y *Penicillium* sp. Las enfermedades fúngicas no pudieron asociarse a un tipo de sustrato o suelo, ya que se presentaron hongos patógenos en todos los tratamientos evaluados, aunque su frecuencia fue menor en suelos y raíces.

Palabras clave: *Cladosporium*; *Fusarium*; *Phytophthora*; *Pythium*; *Rhizoctonia*

randomly selected per experimental unit (EU) in three evaluations. Fungi were identified through microscopic observation and morphological mycological keys, and the results were analyzed with descriptive statistics and frequency tables in InfoStat. Thirteen genera of pathogenic fungi were identified on leaves, among which Colletotrichum *sp.,* Cladosporium *sp., and* Corynespora *sp. showed the highest frequency.* Pythium *sp.,* Rhizoctonia *sp.,* Fusarium solani*,* Fusarium *sp.,* Phytophthora *sp., and* Papulaspora *sp. were found in roots, and* Fusarium *sp.,* Trichoderma *sp.,* Aspergillus *sp.,* Mucor *sp., and* Penicillium *sp. in soil and substrates. Fungal diseases could not be associated with a specific type of substrate or soil, since pathogenic fungi were present in all the treatments evaluated, although their frequency was lower in soils and roots.*

Keywords: Cladosporium*;* Fusarium*;* Phytophthora*;* Pythium*;* Rhizoctonia

Cómo citar: Núñez Ramos, P. A., García Pantaleón, S., y Marcano, I. (2026). Presencia de hongos patógenos en plántulas de cacao (Theobroma cacao L.) producidas en sustratos y suelo en vivero. *Alma Mater*, *1*(2). https://doi.org/10.64678/ypspnt36

INTRODUCCIÓN

En República Dominicana el cacao (*Theobroma cacao* L.) es de importancia, con alrededor de 171,875 ha sembradas, distribuidas en diferentes regiones del país (Espinoza et al., 2025), y es el tercer cultivo en importancia para la exportación, representando el 2 % del PIB agropecuario nacional (Brito Sosa, 2021). El cultivo ha tenido mayor auge en el país, por factores como el mercado, reputación internacional y condiciones de calidad. Según Bunn et al. (2019), en el país habrá un incremento del área a cultivar con cacao para el periodo comprendido 2020-2049. Por estas razones, es importante producir plántulas de cacao en vivero con calidad para su fomento (Famuwagun, 2019). En general, las plántulas de cacao reproducidas en viveros presentan síntomas de deficiencia de elementos nutricionales (Pérez Chávez, 2021), debido a la utilización de sustratos con desbalances de nutrientes (Ricárdez Pérez, 2016) y suelos inadecuados. La producción de plántulas de calidad en vivero usando suelo y/o sustratos, requiere un soporte inocuo y calidad nutricional para obtener plántulas vigorosas y sanas (Meza-Calderón et al., 2019). Sin embargo, en el sistema de producción de plantas de cacao en vivero, la fertilización es aún una interrogante (León Cantalicio, 2019).

La producción de plantas en vivero, requiere la realización de análisis de laboratorio (químico-físico-biológico) del soporte usado (sustratos y suelo) para la correcta aplicación de nutrientes y con esto evitar deficiencias. Sin embargo, Zamora Llanos (2024), plantean que los soportes usados no afectan la germinación y crecimiento de las plántulas de cacao. Esto podría ser atribuido a la corta duración de las plántulas en vivero (Defaz Quilumba, 2016) y a la incidencia de patógenos, en especial los hongos (Vargas et al., 2020). Tuesta et al. (2024), reportan el efecto del compost de palma aceitera sobre la biomasa de brotes y raíces de plántulas de cacao. Según estos autores, el uso de compost 100 % derivado de racimos de frutos de palma aceitera mejoró significativamente el crecimiento de las plántulas de cacao. Ntsoli et al. (2024), usando hongos micorrízicos y biocarbón de cáscara de mazorca de cacao mejoraron positivamente el crecimiento y el estado de salud de los árboles de cacao en el vivero.

En ese sentido, Pérez-Martínez et al. (2017), indican que las prácticas inadecuadas en el manejo de viveros favorecen en gran medida las pérdidas de plantas por enfermedades, especialmente por hongos por transmisión horizontal. Ya sea por el sustrato contaminado o por el acarreo a la planta de cacao de unidades infectivas de microorganismos (Pérez-Martínez et al., 2017). Lucas León (2016), un mecanismo para reducir la incidencia de patógenos en vivero es la

mezcla de micorrizas más *Trichoderma*, resultando en un mayor crecimiento de las plántulas de cacao. En ese sentido, Carbajal Cruz (2018), obtuvo un efecto positivo sobre el desarrollo de las plántulas al mezclar microorganismos eficientes con diversos soportes orgánicos y suelo agrícola. Por otro lado, Patiño et al. (2025), concluyen que la inoculación con *Trichoderma* spp., en combinación con sustratos adecuados, fortalece el crecimiento inicial de las plántulas de cacao, lo que aumenta su vigor y potencial productivo.

Cruz Crespo et al. (2013), define el sustrato como un material natural, sintético, mineral u orgánico utilizado como anclaje de las raíces de las plantas. En el caso del cacao, no existe mucha información técnica respecto a la combinación adecuada de sustratos y dimensión de envases, para la propagación de las plántulas (Vargas et al., 2020). Sin embargo, Pérez-Martínez et al. (2017), Lucas León (2016), Carbajal Cruz (2018) y Patiño et al. (2025), han reportado el estudio de sustratos y suelos en viveros para cacao, e incluso estudios sobre el efecto de microrganismos benéficos sobre enfermedades fungosas.

En ese sentido, de Sousa et al. (2021), reportan un aumento de la longitud de la radícula y el hipocótilo de las plántulas y no mostró presencia de hongos en las semillas, esto por efecto de la aplicación de *Trichoderma*. La calidad sanitaria de las semillas es esencial para la producción de plántulas sanas y vigorosas (Lazarotto et al., 2013), libres de plagas y enfermedades, con buena adaptación y crecimiento en campo (Cruz et al., 2004). Ya que las semillas se consideran el modo más seguro para el movimiento de germoplasma de cacao (End et al., 2014).

En etapas tempranas las plántulas de cacao se ven influenciadas por la correcta selección de sustratos, que facilitan la nutrición y el desarrollo radicular (Patiño et al., 2025), en ese sentido Tuesta et al. (2024), reportan un efecto del compost en las condiciones para la producción de plántulas de cacao de alta calidad. Las fases iniciales del establecimiento del cacao en vivero son altamente sensibles a factores como el tipo de sustrato, la disponibilidad de nutrientes, la incidencia de patógenos y el manejo ambiental, elementos que condicionan directamente la calidad y supervivencia de las plántulas (Pérez-Martínez et al., 2017). Investigadores como Pérez-Martínez et al. (2017), Lucas León (2016), Carbajal Cruz (2018) y Patiño et al. (2025) reportan los efectos de microorganismos benéficos asociados a sustratos en el manejo de enfermedades fungosas en cacao. En base a estos antecedentes, se plantea la hipótesis de que determinados sustratos y suelo esterilizados o no reduzcan la incidencia de hongos patógenos. En base a estos antecedentes, se realizó la investigación con el objetivo de determinar la

presencia de hongos patógenos en plántulas de cacao en vivero en las etapas de germinación, emergencia y desarrollo en la República Dominicana.

METODOLOGÍA

LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

El experimento se realizó durante el período enero-mayo de 2024 en el vivero del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), Estación Experimental Mata Larga de SFM, República Dominicana. La misma está ubicada en los 19°18'06" LN y 70°13'48" LO, a una altitud de 150 m.s.n.m. La temperatura promedio anual fue de 26°C, con una pluviometría promedio anual de 1,575.9 mm (ONAMET, 2023). El establecimiento del experimento fue el 11 de enero de 2024 y la última evaluación el 27 de mayo de 2024.

MATERIALES Y ÁREA EXPERIMENTAL

En esta investigación se utilizó un suelo agrícola, sustratos de cascarilla de arroz (procesamiento del arroz) y estiércol de bovino (desechos), procedente de Cenoví, provincia Duarte, República Dominicana. Estos materiales fueron mezclados en diferentes porcentajes según tratamiento y a su vez algunas mezclas fueron esterilizadas con un horno esterilizador de suelo del IDIAF a 82 °C por 30 minutos (Tabla 1). A los tratamientos se les realizó análisis químico, presentando valores en porcentaje (%) de 0.12-0.18, 0.25-1.41, 16.48-26.94 y 0.06-0.56 % de fósforo (P), potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), respectivamente. Mientras los contenidos de hierro (Fe), manganeso (Mn), cobre (Cu) y zinc (Zn) fueron de 0.64-11.16, 0.64-2.27, 0.11-1.93 y 0.29-2.59 mg / kg, respectivamente.

Tabla 1

Porcentajes de los sustratos y suelos usados en la investigación.

Tratamientos (T)	Materiales	Porcentaje (%)	Esterilización del material
T1	Suelo agrícola	100	No
T2	Suelo agrícola	100	Sí
T3	Estiércol de vaca	100	No
T4	Estiércol de vaca	100	Sí
T5	Cascarilla de arroz	100	Sí
T6	Cascarilla de arroz	100	No
T7	Suelo y cascarilla de arroz (1:1)	50 C / U	No
T8	Suelo y cascarilla de arroz (1:1)	50 C / U	Sí
T9	Suelo y estiércol de vaca (1:1)	50 C / U	Sí
T10	Suelo y estiércol de vaca (1:1)	50 C / U	No
T11	Suelo, estiércol de vaca y Cascarilla de arroz (1:1)	33.3 C / U	Sí

T12	Suelo, estiércol de vaca y Cascarilla de arroz (1:1)	33.3 C / U	No

Nota. T1, T2, ...T12: tratamientos; C / U: cada / uno.

Se usó un diseño de bloques completos al azar (DBCA), con 12 tratamientos y cuatro repeticiones (Tabla 2), usando una planta por bolsa de polietileno, color negro, con una dimensión de 6 x 7 pulgadas. El experimento tuvo 48 unidades experimentales (UE), en cada UE se establecieron 40 plantas, de estas se evaluaron 10 plantas/UE (480 plantas), para un total de 1,920 plántulas. En el experimento se usaron semillas de cacao de la variedad ML22, especie *Theobroma cacao* L., esta variedad fue generada en 1982 en una finca de Tenares, República Dominicana (RD) a partir del cruce simple de plantaciones hibridas de una selección de clones ML105, ML102, ML103, ML106 y ML107.

Tabla 2

Distribución de los tratamientos en el vivero.

Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Bloque 4
T2R2	T1R1	T5R1	T4R1
T3R1	T6R1	T8R1	T6R2
T9R1	T7R1	T2R2	T5R2
T11R3	T12R4	T9R2	T7R2
T1R2	T8R2	T3R2	T2R2
T3R3	T10R1	T9R3	T10R2
T5R3	T4R2	T10R3	T8R3
T4R3	T12R3	T1R3	T6R3
T11R2	T9R4	T7R4	T3R4
T6R4	T1R4	T8R4	T10R4
T2R4	T12R2	T11R4	T11R1
T7R3	T5R4	T12R1	T4R4

Nota. T: tratamiento, 1, 2, 3, ...12: número del tratamiento, R1, R2, R3 y R4: repeticiones (tratamientos en tabla 1). T1 = Suelo (100%) esterilizado; T2 = Suelo (100%) sin esterilizar; T3 = Estiércol de vaca (100%) sin esterilizar; T4 = Estiércol de vaca (100%) esterilizado; T5 = Cascarilla de arroz (100%) esterilizado; T6 = Cascarilla de arroz (100%) sin esterilizar; T7 = Suelo y cascarilla de arroz (50 % C/U), sin esterilizar; T8 = Suelo y cascarilla de arroz (50 % C/U) esterilizado; T9 = Suelo y estiércol de vaca (50 % C/U) esterilizado; T10 = Suelo y estiércol de vaca (50 % C/U) sin esterilizar; T11 = Suelo, estiércol de vaca y Cascarilla de arroz (33.3 % C/U) esterilizado; T12 = Suelo, estiércol de vaca y Cascarilla de arroz (33.3 C/U) sin esterilizar.

MANEJO DEL EXPERIMENTO

Las semillas de cacao se sembraron directamente en las bolsas de polietileno conteniendo los tratamientos, se sembraron 2 semillas / bolsa, para luego de germinadas dejar una planta / bolsa. El experimento fue manejado de la siguiente manera: se aplicó riego inter diario durante tres meses, usando rociadores y un tiempo de 15 minutos por riego. El agua fue clasificada como C1S1 y C1S2 (agua de buena calidad para riego según los análisis realizados). A las plántulas se les aplicó fertilizante foliar Bayfolan Forte cada 15 días en post germinación de semillas (6 de marzo, 20 de marzo, 3 de abril, 17 de abril y 1 de mayo de 2024) con una dosis de 1 L/tanque de 55

galones y posteriormente se aplicó a todas las plantas. Los ingredientes activos de Bayfolan Forte fueron: nitrógeno 11.47 %, potasio 6 %, boro 0.036 %, cobre 0.04 %, hierro 0.050 %, molibdeno 0.005 %, zinc 0.080 %, clorhidrato de tiamina 0.004 %, fósforo 8 %, azufre 0.23 %, calcio 0.025 %, cobalto 0.002 %, manganeso 0.036 %, magnesio 0.025 % y ácido indo acético 0.003 %.

El establecimiento de los tratamientos (siembra de semillas), se realizó el 11 de enero de 2024 y la última evaluación el 27 de mayo de 2024. Para la determinar la incidencia de hongos patógenos se realizaron tres evaluaciones, para lo cual se tomaron en cuenta los síntomas más comunes ocasionados a plántulas de cacao en viveros; que según Pérez-Martínez *et al*., (2017), estos son manchas foliares, la atrofia o el sobrecrecimiento, marchitamiento, muerte regresiva y muerte total de las plántulas. Se realizaron evaluaciones los días 14 de abril y 2 de mayo, en las cuales se tomaron muestras de hojas y raíces de las plántulas. En una tercera evaluación realizada el 27 de mayo de 2024, solo se evaluó la incidencia de patógenos en los tratamientos. Se tomaron muestras de dos plantas por UE, estas fueron tomadas al azar. Las muestras foliares por fecha de muestreo, consistían en la selección de dos bolsas con sus plantas por repetición para la determinación de hongos. Luego, se observaron las muestras al microscopio por observación directa y siembra en placa de Petri para determinar la presencia y en base a esto se usaron claves morfológicas para la identificación de los hongos, así como consultas en bases de datos.

Análisis de datos

Las variables se analizaron con el Programa Estadístico InfoStat, versión 2018 (Di Rienzo et al., 2016). Se usó un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 12 tratamientos, sin embargo, para las enfermedades no se aplicó análisis de varianza y se realizó estadística descriptiva con frecuencias. Además, se realizó análisis de enfermedades mediante tablas de frecuencias y análisis de correlación.

RESULTADOS

Presencia de hongos en plántulas de cacao en vivero (Primera evaluación)

Las plántulas de cacao mostraron síntomas comunes ocasionados por patógenos, y siguiendo estos síntomas se tomaron las muestras. Los resultados muestran la presencia de 11 tipos de hongos patógenos que se relacionan como causantes de enfermedades en plántulas de cacao en los viveros. La Figura 1 muestra la frecuencia relativa de la presencia y cantidad de géneros relacionadas con las hojas en plántulas de cacao, siendo los géneros con mayor frecuencia el

e-ISSN: 3060-9917
CC BY NC ND

Colletotrichum sp. y *Cladosporium* sp., con 16 % cada uno. Además, está el género *Corynespora* sp. con un 11 %. La Figura 2 muestra las estructuras visualizadas en microscopio de *Cladosporium, Phytophthora* y *Corynespora*.

Figura 1

Frecuencia relativa de la presencia de géneros de hongos patógenos en hojas de plántulas de cacao en vivero.

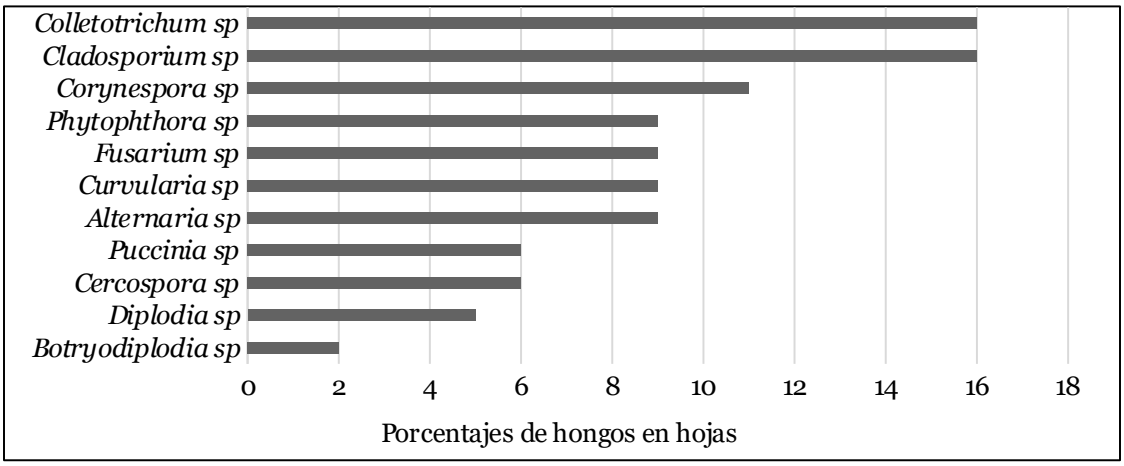
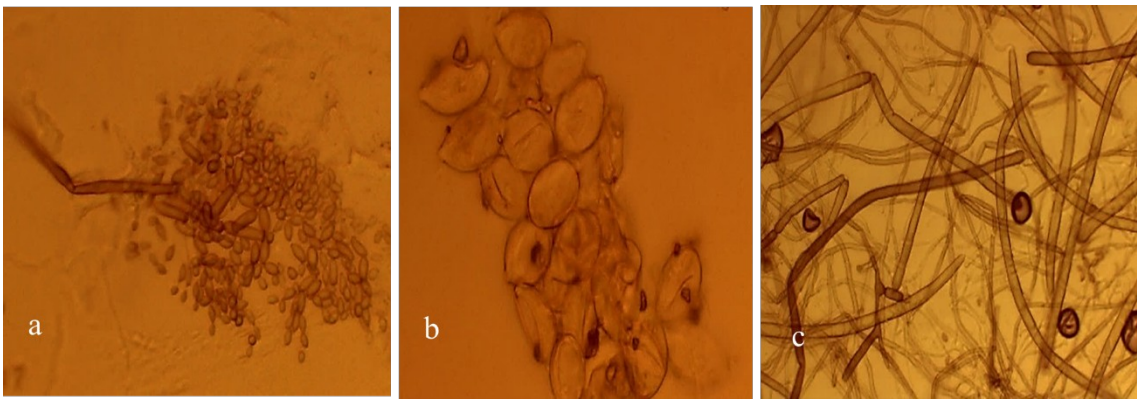


Figura 2

Imágenes de: a) Cladosporium *sp.*, b) Phytophthora *sp.* y c) Corynespora *sp.*

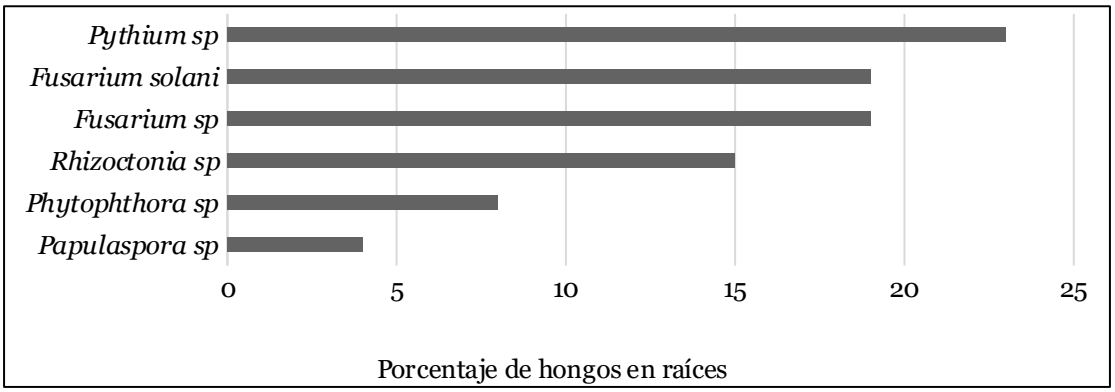


En las raíces se identificaron cinco géneros de hongos patógenos que se relacionan como causantes de enfermedades de cacao en vivero. En la Figura 3, se muestra la lista de hongos y su frecuencia relativa en las raíces de plántulas de cacao, en primer lugar, tenemos *Pythium* sp. con un 22 % y *Fusarium solani* y *Fusarium* sp., con 19 % respectivamente.

e-ISSN: 3060-9917

Figura 3

Frecuencia relativa de la presencia de géneros de hongos patógenos en raíces de plantas de cacao en vivero.



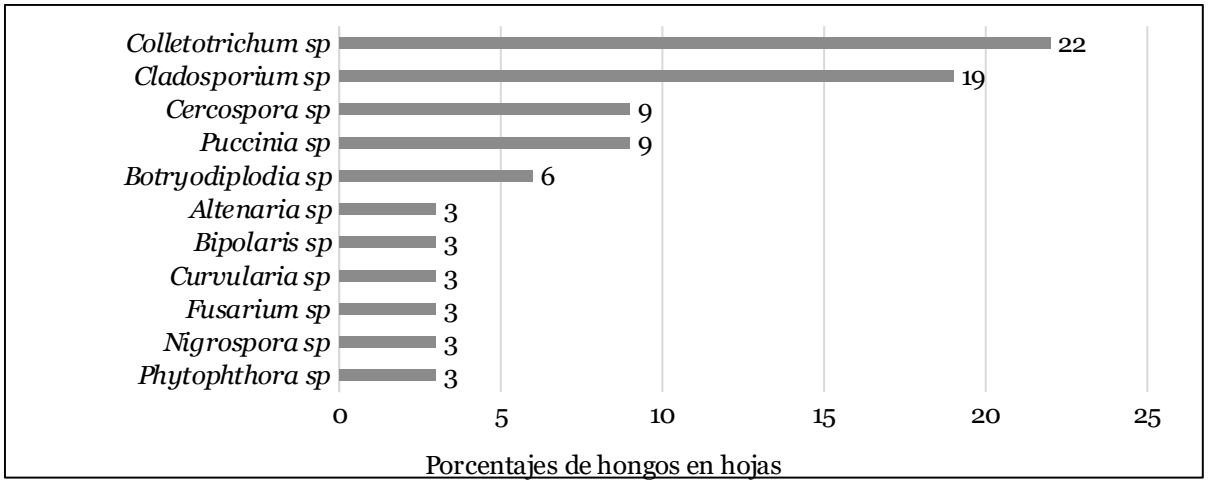
PRESENCIA DE HONGOS EN PLÁNTULAS DE CACAO EN VIVERO (SEGUNDA EVALUACIÓN)

Para la segunda evaluación en hojas se identificaron 11 géneros de patógenos, se observa que están el *Colletotrichum* sp., *Cladosporium* sp., *Cercospora sp*. y *Puccinia* sp. son los de mayor frecuencia, con 22, 19, 9 y 9 %, respectivamente. Cabe destacar que antes de esta evaluación se realizó aplicación de fertilizantes (Bayfolan Forte), pero no para el control de plagas lo que explica la aparición de once patógenos, de los cuales *Bipolaris* y *Nigrospora*, estos son patógenos y saprófitos, son hongos que no estaban en la primera evaluación (Figura 4). Se aplicó Bayfolan Forte cada 15 días en post germinación de semillas (6 de marzo, 20 de marzo, 3 de abril, 17 de abril y 1 de mayo de 2024) con una dosis de 1 L/tanque de 55 galones y posteriormente se aplicó a todas las plantas.

e-ISSN: 3060-9917

Figura 4

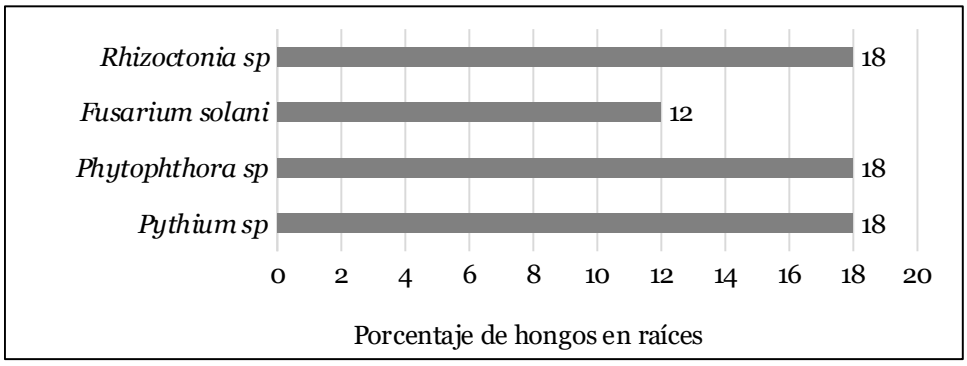
Frecuencia relativa de la presencia de hongos patógenos sobre hojas de plantas de cacao en vivero (2da evaluación).



En la evaluación en raíces se identificaron cuatro géneros diferentes, según la frecuencia relativa de los patógenos tenemos a *Rhizoctonia* sp., *Phytophthora* sp. y *Pythium* sp., con una frecuencia de un 18 % cada uno y *Fusarium solani* un 12 % (Figura 5). En cuanto al control de hongos patógenos en raíces después del producto aplicado, se evidenció la presencia de *Fusarium* sp. y *Papulaspora* sp. no están presentes.

Figura 5

Frecuencia relativa de la presencia de géneros de hongos patógenos en raíces de plántulas de cacao en vivero (2a evaluación).



PORCENTAJES DE HONGOS PATÓGENOS EN HOJAS Y RAÍCES ASOCIADOS A LOS TRATAMIENTOS

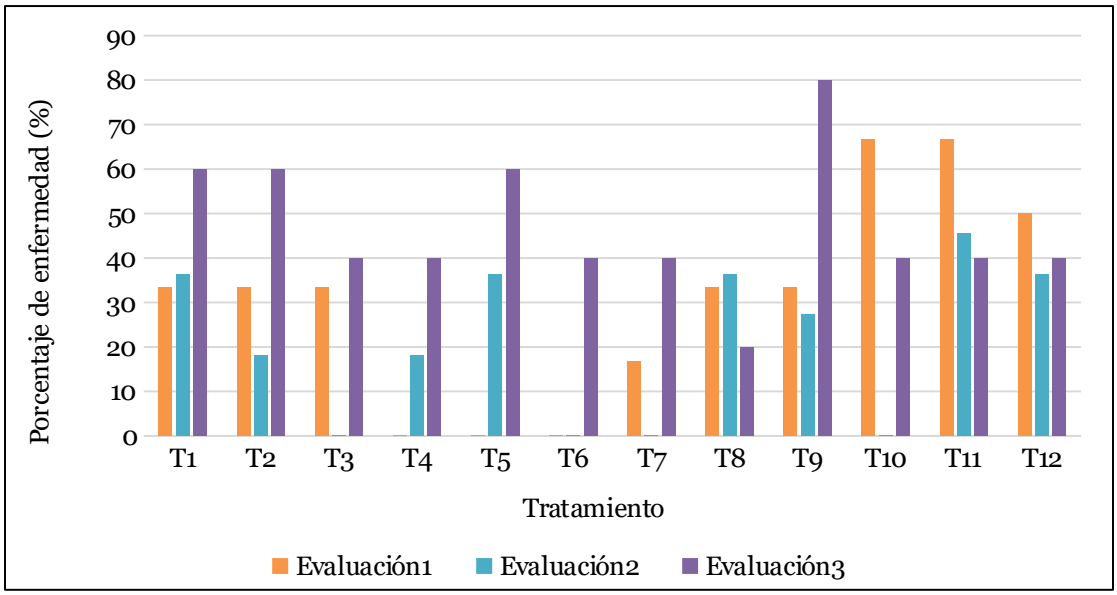
La frecuencia relativa del porcentaje de enfermedad en hojas de plántulas de cacao, sembradas en diferentes sustratos y suelo indicaron que los tratamientos T4, T5 y T6 no presentaron evidencia de enfermedad en la primera evaluación de las plántulas. Los tratamientos T10, T11 y T12 presentaron los mayores porcentajes de enfermedad (Figura *6*). En

e-ISSN: 3060-9917

la segunda evaluación, los tratamientos T3, T6, T7 y T10 no presentaron síntomas de enfermedad. Sin embargo, los Tratamientos T1, T5, T8 y T12, presentaron igual porcentajes de enfermedad. En la tercera evaluación todos los tratamientos presentaron evidencia de la enfermedad.

Figura 6

Frecuencia relativa del porcentaje de enfermedad por tratamiento en plántulas de cacao en vivero.



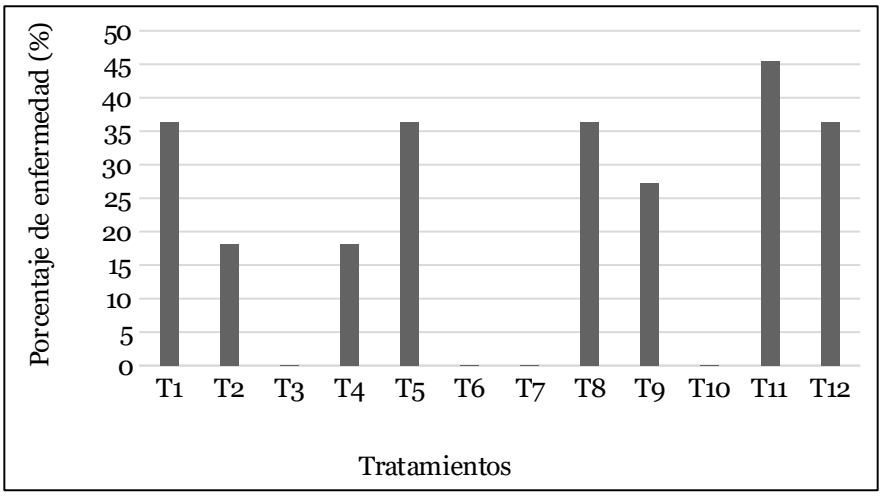
Nota. T1 = Suelo (100%) esterilizado; T2 = Suelo (100%) sin esterilizar; T3 = Estiércol de vaca (100%) sin esterilizar; T4 = Estiércol de vaca (100%) esterilizado; T5 = Cascarilla de arroz (100%) esterilizado; T6 = Cascarilla de arroz (100%) sin esterilizar; T7 = Suelo y cascarilla de arroz (50 % C/U), sin esterilizar; T8 = Suelo y cascarilla de arroz (50 % C/U) esterilizado; T9 = Suelo y estiércol de vaca (50 % C/U) esterilizado; T10 = Suelo y estiércol de vaca (50 % C/U) sin esterilizar; T11 = Suelo, estiércol de vaca y Cascarilla de arroz (33.3 % C/U) esterilizado; T12 = Suelo, estiércol de vaca y Cascarilla de arroz (33.3 C/U) sin esterilizar.

Con relación a las raíces la frecuencia relativa del porcentaje de enfermedad de plántulas de cacao, sembradas en diferentes sustratos y suelo indicaron que los tratamientos T3, T6, T7 y T10 no presentaron enfermedades de las raíces. Los tratamientos T1, T5, T8 y T12 presentaron porcentajes de enfermedad similares (Figura 7). El tratamiento con mayor porcentaje de enfermedad (45 %) fue el tratamiento T11, con más cantidad de hongos del total aislados. Los tratamientos T2, T4, y T9 presentaron menores síntomas de enfermedades (18, 18 y 27 %, respectivamente).

e-ISSN: 3060-9917

Figura 7

Frecuencia relativa del porcentaje de enfermedad en raíces por tratamiento en plántulas de cacao en vivero.



Nota. T1 = Suelo (100%) esterilizado; T2 = Suelo (100%) sin esterilizar; T3 = Estiércol de vaca (100%) sin esterilizar; T4 = Estiércol de vaca (100%) esterilizado; T5 = Cascarilla de arroz (100%) esterilizado; T6 = Cascarilla de arroz (100%) sin esterilizar; T7 = Suelo y cascarilla de arroz (50 % C/U), sin esterilizar; T8 = Suelo y cascarilla de arroz (50 % C/U) esterilizado; T9 = Suelo y estiércol de vaca (50 % C/U) esterilizado; T10 = Suelo y estiércol de vaca (50 % C/U) sin esterilizar; T11 = Suelo, estiércol de vaca y Cascarilla de arroz (33.3 % C/U) esterilizado; T12 = Suelo, estiércol de vaca y Cascarilla de arroz (33.3 C/U) sin esterilizar.

PORCENTAJES DE HONGOS PATÓGENOS EN SUELO Y SUSTRATOS

En cuanto a la evaluación realizada a los tratamientos se identificaron cinco géneros diferentes de hongos *Fusarium* sp., *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Mucor* sp. y *Penicillium* sp. el hongo *Aspergillus* sp. está presente en 11 de los tratamientos evaluados, excepto en el T4 (Tabla 3).

e-ISSN: 3060-9917

Tabla 3

Presencia de hongos en hojas, raíces y tratamientos en plántulas de cacao en condiciones de vivero.

Tratamientos	1ra evaluación: 14/04/24		2da evaluación: 02/05/24		3ra evaluación 27/05/24
	Hoja	Raíz	Hoja	Raíz	Suelo y sustrato
T1	*Colletotrichum* sp., *Cladosporium* sp. *Botryodiplodia* sp., *Corynespora* sp., *Fusarium* sp., y *Curvularia* sp.	*Rhizoctonia* sp. y *Fusarium sp.*	*Colletotrichum* sp., *Cladosporium* sp. *Botryodiplodia* sp., *Corynespora* sp.	*Rhizoctonia* sp. y *Pythium* sp.	*Fusarium* sp., *Trichoderma* sp. y *Aspergillus*
T2	*Colletotrichum* sp., *Cladosporium* sp., *Alternaria* sp. y *Cercospora* sp.	*Phytophthora* sp. y *Fusarium* sp.	*Colletotrichum* sp., *Cladosporium* sp.	*Phytophthora* sp.	*Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. y *Mucor* sp.
T3	*Colletotrichum* sp., *Alternaria* sp. *Phytophthora* sp., *Cladosporium* sp., *Cercospora* sp., *Fusarium* sp. y *Curvularia* sp.	*Fusarium solani, Fusarium* sp.	No hongos identificados	No hongos identificados	*Fusarium* sp. y *Aspergillus*
T4	*Phytophthora* sp., *Colletotrichum* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp. y *Corynespora* sp.	No hongos identificados	*Cladosporium* sp. y *Puccinia* sp.	*Fusarium solani.* y *Phytophthora* sp.	*Fusarium* sp. y *Mucor* sp.
T5	No hongos identificados	No hongos identificados	*Colletotrichum* sp. y *Curvularia* sp., *Nigrospora* sp. y *Puccinia* sp.		*Fusarium* sp., *Aspergillus* sp. y *Mucor* sp.
T6	*Cladosporium* sp. *y Corynespora* sp.	No hongos identificados	No hongos identificados	No hongos identificados	*Aspergillus* sp. y *Mucor* sp.
T7	*Phytophthora* sp., *Colletotrichum* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp. y *Curvularia* sp.	*Fusarium solani.*	No hongos identificados	No hongos identificados	*Aspergillus* sp., y *Mucor* sp.

e-ISSN: 3060-9917

CC BY NC ND

T8	*Colletotrichum* sp., *Phytophthora* sp., *Corynespora* sp. *Diplodia* sp., *Fusarium* sp., *y Puccinia* sp.	*Fusarium solani* y *Pythium* sp.	*Altenaria* sp. *Phytophthora* sp., *Cladosporium* sp. y *Colletotrichum* sp.	*Rhizoctonia* sp. y *Phytophthora* sp.	*Aspergillus* sp.
T9	*Colletotrichum* sp., *Cladosporium* sp., *Diplodia* sp., *Cercospora* sp., *Fusarium* sp. y *Puccinia* sp.	*Fusarium solani*. y *Pythium* sp.	*Colletotrichum* sp. *Cercospora* sp. y *Bipolaris* sp.		*Fusarium* sp., *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. y *Mucor* sp.
T10	*Colletotrichum* sp., *Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Corynespora* sp., *Diplodia* sp., *Fusarium* sp. y *Curvularia* sp.	*Papulaspora* sp., *Fusarium* sp., *Pythium* sp. y *Rhizoctonia* sp.	No hongos identificados	No hongos identificados	*Aspergillus* sp. y *Penicillium* sp.
T11	*Alternaria* sp., *Cladosporium* sp., *Corynespora* sp., *Puccinia* sp., *Cercospora* sp., *Phytophthora* sp., *Colletotrichum* sp., *Fusarium* sp. y *Curvularia* sp.	*Pythium* sp., *Fusarium* sp., *Phytophthora* sp., *Rhizoctonia* sp. y *Pythium* sp.	*Colletotrichum* sp., *Botryodiplodia* sp., *Cercospora* sp., *Cladosporium* sp. y *Puccinia* sp.	*Fusarium solani*. y *Pythium* sp.	*Fusarium* sp. y *Aspergillus* sp.
T12	*Cladosporium* sp., *Puccinia* sp., *Colletotrichum* sp., *Curvularia* sp., *Phytophthora* sp. y *Corynespora* sp.	*Rhizoctonia* sp., *Pythium* sp. y *Fusarium solani*.	*Colletotrichum* sp., *Cladosporium* sp., *Cercospora* sp. *y Fusarium* sp.	*Rhizoctonia* sp. y *Pythium* sp.	*Aspergillus* sp. y *Mucor* sp.

Nota. T1 = Suelo (100%) esterilizado; T2 = Suelo (100%) sin esterilizar; T3 = Estiércol de vaca (100%) sin esterilizar; T4 = Estiércol de vaca (100%) esterilizado; T5 = Cascarilla de arroz (100%) esterilizado; T6 = Cascarilla de arroz (100%) sin esterilizar; T7 = Suelo y cascarilla de arroz (50 % C/U), sin esterilizar; T8 = Suelo y cascarilla de arroz (50 % C/U) esterilizado; T9 = Suelo y estiércol de vaca (50 % C/U) esterilizado; T10 = Suelo y estiércol de vaca (50 % C/U) sin esterilizar; T11 = Suelo, estiércol de vaca y Cascarilla de arroz (33.3 % C/U) esterilizado; T12 = Suelo, estiércol de vaca y Cascarilla de arroz (33.3 C/U) sin esterilizar.

e-ISSN: 3060-9917
CC BY NC ND

DISCUSIÓN

PRESENCIA DE HONGOS EN HOJAS Y RAÍCES EN PLÁNTULAS DE CACAO EN VIVERO (PRIMERA Y SEGUNDA EVALUACIÓN)

Según los resultados obtenidos en la investigación, se demostró la presencia de 11 tipos de hongos patógenos en la primera evaluación (Figura 1), mostrando las estructuras de *Cladosporium, Phytophthora* y *Corynespora* (Figura 2). Mientras en la Figura 3, se evidenció la presencia de hongos como *Pythium* sp. y *Fusarium solani* y *F.* sp. En las Figuras 4 y 5 fueron presentados los hongos patógenos en hojas y raíces; mientras los porcentajes de la enfermedad fueron presentados en hojas (Figura 6) y en raíces (Figura 7). Según Pérez-Martínez et al. (2017), citando otros autores, describe la antracnosis causada por *Colletotrichum* como una enfermedad frecuente en tejidos nuevos de las plántulas. Además de afectar hojas, este hongo se presenta en otras partes de la planta de cacao en cualquier etapa (Cedeño y Carrero, 2003). Los resultados muestran la presencia de patógenos, lo que afecta el desarrollo de las plántulas, como lo reportado por Pérez-Martínez et al. (2017), Lucas León (2016), Carbajal Cruz (2018) y Patiño et al. (2025), estos indican que se pueden reducir o controlar mediante el uso de microorganismos benéficos.

Por otro lado, la *Corynespora* sp. se presenta cuando existen condiciones de encharcamiento y sombra. Mientras, la *Phytophthora* sp. es un hongo que se presenta en cualquier parte del limbo foliar. Por lo tanto, la presencia de una película de agua sobre las hojas incrementa la diseminación de este patógeno y esta especie infecta las raíces produciendo marchitamiento de la planta (Castro Junco, 2022). El hongo *Fusarium* afecta diferentes partes de las plantas, provocando un aumento de yemas axilares, y en las raíces causa la obstrucción de los vasos conductores, marchitez y muerte de plántulas (Pérez-Martínez et al. 2017). Por lo tanto, los hongos patógenos son los principales responsables de la muerte de las plántulas de cacao en vivero, y estos se desarrollan como consecuencia de las condiciones climáticas desfavorables, así como manejo agronómico inadecuado (Palacios Reyes, 2018; Parra y Camejo, 2015) y por contaminación de sustratos y suelo (Pérez-Martínez et al., 2017).

En una búsqueda sistemática en la literatura, se puede observar que no hay muchos estudios recientes que aíslen hongos patógenos de plántulas de cacao en vivero directamente desde suelos naturales o de sustratos comerciales (o mezclas de suelo + compost, etc.), con caracterización (morfológica / molecular) de los patógenos. Tampoco existen muchos estudios con

comparaciones experimentales del tipo “suelo sin tratamiento vs sustrato sin tratamiento” con plántulas, midiendo incidencia natural de enfermedades fúngicas, y después identificando los hongos. Ya que los estudios que existen tienden a usar fungicidas preventivos, tratamientos biológicos, o fertilizantes/compost/enmiendas, pero no tanto a hacer diagnóstico patológico del suelo/sustrato usado. Este planteamiento plantea la importancia de estos resultados en beneficio de la ciencia y de los productores de caca, ya que la etapa de plántula es de suma importancia para la producción. En ese sentido, la esterilización de los soportes afectará la cantidad de especies de patógenos y facilita el buen desarrollo de las plántulas en vivero. Un manejo eficiente del soporte a usar en el sistema es el uso de microorganismos benéficos, como lo demostraron Pérez-Martínez et al. (2017), Lucas León (2016), Carbajal Cruz (2018) y Patiño et al. (2025). Otros investigadores reportan el uso de *Trichoderma* para incrementar la calidad y crecimiento de las plántulas, según Lazarotto et al. (2013), de Sousa et al. (2021), Cruz et al. (2004), Tuesta et al. (2024), Ntsoli et al. (2024) y Dang et al. (2022) en *Cinnamomum cassia* in Vietnam.

En la fase de vivero es importante reducir la cantidad de patógenos en las plántulas, por los efectos económicos producidos a corto, mediano y largo plazo. Por ejemplo, Flood et al. (2016), reportan la incidencia de *Verticillium dahliae* (marchitez o muerte súbita por *Verticillium*), *Rigidoporus microporus* (enfermedad de la raíz blanca), *Rosellinia* spp. (podredumbre negra) y *Phellinus noxious* (podredumbre marrón de la raíz) en plántulas de cacao. De igual forma, Pérez-Martínez et al. (2015), reportan la presencia de *Albonectria rigidiuscula*, *Colletotrichum gloeosporioides*, *Penicillium citreonigrum*, *Diaporthe phaseolorum*..

En cacao en Puerto Rico (Puig, 2023), reportó *Diaporthe* y *Lasiodiplodia* como los géneros patógenos más prevalentes en la isla caribeña, pero este estudio no fue realizado a nivel de plántulas, sino a nivel de plantas adultas, por eso no reportan los hongos a nivel de suelo.

Presencia de hongos en suelo y sustratos en vivero (Tercera evaluación)

En la Tabla 3, se evidenció la presencia de cinco géneros de hongos como *Fusarium* sp., *Trichoderma* sp., *Aspergillus* sp., *Mucor* sp. y *Penicillium* sp. el hongo *Aspergillus* sp. En ese sentido, se han reportado dos tipos de hongos, ya sean perjudiciales y benéficos como *Fusarium* sp. (patógeno), *Trichoderma* sp. (benéfico), según Rojas Flores et al. (2025). Estos investigadores reportan a *Aspergillus* sp., este actúa en el suelo y las plantas como hongos benéficos, *Mucor* sp. como saprofito y *Penicillium* sp. benéfico. Además, de Sousa et al. (2021),

e-ISSN: 3060-9917

describen a *Trichoderma* sp., como promotor del crecimiento y control de patógenos en la producción de plántulas de cacao, lo que coincide con los hallazgos de la investigación. Es importante, considerar, lo reportado por Flood et al. (2016), sobre la presencia de hongos en el suelo que infectan las raíces, lo que podría explicar la presencia de patógenos en suelos y sustratos en los tratamientos. Para reducir la incidencia de patógenos en el soporte usado en la producción de plántulas de cacao, se recomienda el uso de sustratos y suelo desinfectados para evitar el ataque de hongos a las plántulas (Crespo et al., 2013) y esto incide en el desarrollo de las plantas y producción.

CONCLUSIONES

En esta investigación se identificaron 13 géneros de patógenos relacionados a enfermedades fúngicas en hojas (11 en la primera evaluación y dos géneros diferentes en la segunda evaluación correspondientes a *Bipolaris* sp. y *Nigrospora* sp.) y cinco asociados a las raíces en plántulas de cacao en vivero. Sin embargo, no se pueden asociar las enfermedades fúngicas a un tipo de sustrato o suelo, ya que se presentaron hongos patógenos en todos los tratamientos evaluados. Los géneros de hongos en los tratamientos a nivel de hojas, raíces y suelo, fue similar, sin embargo, en suelos y raíces hubo menor frecuencia de hongos patógenos.

AGRADECIMIENTOS

A los Ingenieros agrónomos Miguel Alfredo Betances, Andreina Núñez Gómez y Juan Carlos Florentino Holguín por su colaboración en la toma de datos en campo. A todo el personal del laboratorio y del vivero de la Estación Experimental de Mata Larga, del Instituto Dominicano de Investigaciones Agropecuarias y Forestales (IDIAF), San Francisco de Macorís.

REFERENCIAS

Bunn, C., Lundy, M., Wiege, J., y Castro-Llanos, F. (2019). *Impacto del cambio climático en la producción de cacao para Centroamérica y El Caribe*. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Cali, Colombia. 35 p. https://alliancebioversityciat.org/publications-data/impacto-del-cambio-climatico-en-la-produccion-de-cacao-para-centroamerica-y-el

Carbajal Cruz, R. K. (2018). Efecto de fuentes de sustratos orgánicos tratadas con microorganismos eficientes en plantas de cacao (*Theobroma cacao* L.) bajo condiciones de vivero en

Chanchamayo. UNIVERSIDAD NACIONAL DANIEL ALCIDES CARRIÓN. La Merced – Perú. 72 p. http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/2081

Castro Junco, L. A. (2022). *Bacillus subtilis en el control de Phytophthora palmivora* y *Moniliophthora roreri en mazorcas de cacao*. Bachelor's thesis, BABAHOYO: UTB. https://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/13139/E-UTB-FACIAG-ING%20AGRON-000418.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Cedeño, L. y Carrero, C. (2003). Antracnosis del cacao. *Universidad de los Andes.* DOI: 10.13140/RG.2.2.33122.38086

Cruz Crespo, E., Can Chulim, A., Sandoval Villa, M., Bugarín Montoya, R., Robles-Bermúdez, A y Juárez-López, P. (2013). Sustratos en la Horticultura. *Revista Bio Ciencias*. 2 (2), 17-26. http://aramara.uan.mx:8080/bitstream/123456789/719/1/Sustratos%20en%20la%20horticultura.pdf

Cruz, C.A.F., Paiva, H.N., Gomes, K.C.O., Guerrero, C.R.A. (2004). Efeito de diferentes níveis de saturação por bases no desenvolvimento e qualidade de mudas de ipê roxo (*Tabebuia impetiginosa* (Mart.) Standley). *Scientia Forestalis*, 2(66), 100–107. Disponible en: https://www.ipef.br/PUBLICACOES/scientia/nr66/cap10.pdf

Dang, Q. N., Burgess, T. I., McComb, J., Pham, T. Q., Le, B. V., Nguyen, T. H., Le, G. y Hardy, G. E. S. (2022). Root rot pathogens of *Cinnamomum cassia* in Vietnam. *Plant Pathology*, 71(9), 1969-1979. Disponible en: https://doi.org/10.1111/ppa.13617

de Sousa, W. N., Brito, N. F., Felsemburgh, C. A., Vieira, T. A., y Lustosa, D. C. (2021). Evaluation of *Trichoderma* spp. isolates in cocoa seed treatment and seedling production. *Plants*, 10(9), 1964. Disponible en: https://doi.org/10.3390/plants10091964

Defaz Quilumba, C. L. (2016). *Evaluación de diferentes tipos de sustratos en vivero de cacao* (*Theobroma cacao*). https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/7f85c8ab-3875-40f0-b6fa-5709034f2da8/content

Di Rienzo, J. A., Casanoves, F., Balzarini, MG., González, L., Tablada, M. y Robledo, C. W. (2016). *InfoStat, versión 2018*, Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.

End, M.J., Daymond, A.J. y Hadley, P. eds., (2014). *Technical Guidelines for the Safe Movement of Cacao Germplasm (Second Update, August (2014), Montpellier, France: CacaoNet, Bioversity International*. http://www.bioversityinternational.org/uploads/tx_news/Technical_guidelines_for_the_safe_movement_of_cacao_germplasm. Revised_1807.pdf.

Espinoza, E. N., Peña, G., Araneda, F. M. y Arias, J. N. (2025). Efecto de la gradiente altitudinal sobre el desarrollo inicial de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la cordillera central de República Dominicana.: Crecimiento de cacao. *Revista Bio Ciencias*, *12*. https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1682

Famuwagun, I. B. y Agele, S. O. (2019). Cacao Growth and Development Under Different Nursery and Field. *Theobroma Cacao: Deploying Science for Sustainability of Global Cocoa Economy*, 3.

Flood, J., Ten Hoopen, G. M., Krauss Ulrike, A. A. (2016). *Root-infecting fungi attacking Theobroma cacao. In: Cacao diseases: a history of old enemies and new encounters*. Bailey Bryan A. (ed.), Meinhardt Lyndel W. (ed.). Cham: Springer International Publishing, 449-480. ISBN 978-3-319-24787-8. Disponible en: https://doi.org/10.1007/978-3-319-24789-2_14

Lazarotto, M., Muniz, M. F. B., Beltrame, R., Santos, A. F. D., Mezzomo, R., Piveta, G., y Blume, E. (2013). Qualidade fisiológica e tratamentos de sementes de *Cedrela fissilis* procedentes do Sul do Brasil. *Revista Árvore*, 37, 201-210. Disponible en: https://doi.org/10.1590/S0100-67622013000200001

León Cantalicio, I. T. (2019). Influencia de la adición de tres dosis de NPK durante la etapa de vivero del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la zona de Aguaytía. Ucayali, Perú. 70 p. Disponible en: https://apirepositorio.unu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/d1a36ff3-50ae-4d00-bff5-bbdff6ce80e2/content

Lucas León, J. A. (2016). *Efectos de la asociación Micorrizas más Trichoderma sobre el crecimiento de plántulas de cacao (Theobroma cacao) en viveros, en la zona de Babahoyo* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2016). https://dspace.utb.edu.ec/server/api/core/bitstreams/045219c8-0b97-4c19-b298-76b66e6e08b5/content

Meza-Calderón, M. A., Moya-Menjívar, X. M., Parada-Berríos, F. A. y Vásquez-Osegueda, E. A. (2019). Nutrición de portainjertos de cacao (*Theobroma Cacao* L.) utilizando diferentes dosis de fórmula 15-15-15 y su influencia en el prendimiento de cuatro tipos de injerto. *Revista Minerva*. https://www.semanticscholar.org/reader/6ba9844b74ebd886a3a440b7daefbc46cf98f4b6

Ntsoli II, P., Titti, W., Kouam, I., y Yaouba, A. (2024). Influence of mycorrhizal fungi, cocoa pod husk biochar and pig manure on the growth and health status of cocoa plants (*Theobroma cacao* L.) in nursery. DOI: 10.5281/zenodo.10211467

ONAMET (Oficina Nacional Meteorología). (2023). *Estadísticas*. Disponible en: https://onamet.gob.do/.

Palacios Reyes, N. I. (2018). *Control químico en enfermedades fúngicas en plántulas de cacao (Theobroma cacao L.), en etapa de vivero (Doctoral dissertation)*. https://repositorio.uleam.edu.ec/bitstream/123456789/1017/1/ULEAM-AGRO-0027.pdf

Parra, D., Camejo, C. 2015. *Reconocimiento de enfermedades de cacao en vivero y su manejo. Maracay, VE. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas*. 25 p. http://sian.inia.gob.ve/pdfpnp/MANEJO%20DE%20RECONOCIMIENTO%20DE%20ENFEREMDADES%20DE%20CACAO%20EN%20VIVERO.pdf

Patiño, M. S. C., Castillo, V. C. R., Cuevas, C. V. M., Rodríguez, J. A. T. y Moreira, A. V. C. (2025). *Trichoderma* spp. en la propagación sostenible de *Theobroma cacao* L. bajo distintos sustratos. *Multidisciplinary Collaborative Journal*, *3*(2), 92-113. https://doi.org/10.70881/mcj/v3/n2/52

Pérez Chávez, J. (2021). *Efecto del magnekling silicio en sustratos de un suelo degradado en la producción de plantones de Theobroma cacao L. "cacao" en fase de vivero-Aucayacu*. https://repositorio.unas.edu.pe/server/api/core/bitstreams/089d6415-d250-4ec8-b12f-b203de9fd5cd/content

Pérez-Martínez, S., Noceda, C., Zambrano, O., Parra, D., Córdoba, L. y Sosa, D. (2017). Descripción de plagas en viveros de cacao en el cantón Milagro a partir de diferentes fuentes de información. *Revista Ciencia Unemi*. 10(24), 19-38. Disponible en DOI: https://doi.org/10.29076/issn.2528-7737vol10iss24.2017pp19-38p

Pérez-Martínez, S., Sosa-del-Castillo, D., Istúriz, M. A., y Pérez-Pérez, R. (2015). Identificación de hongos endófitos cultivables de cacao y su antagonismo contra seis patógenos del mismo hospedante. *Revista de Protección Vegetal*, 30, 70-70. Disponible en: https://www.censa.edicionescervantes.com/index.php/RPV/article/view/678

Puig, A. S. (2023). Fungal pathogens of cacao in Puerto Rico. *Plants*, 12(22), 3855. Disponible en: https://doi.org/10.3390/plants12223855

Ricárdez Pérez, J. D. (2016). *Mejora en la nutrición de plantas de cacao (Theobroma cacao L.) en fase de vivero por el uso de hongos micorrízicos arbusculares y abonos orgánicos* (Doctoral dissertation, El Colegio de la Frontera Sur). https://ecosur.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1017/2579/1/57689_Documento.pdf

Rojas Flores, G., Quispe Rodríguez, J., Paytan Montañez, T. C., Quispe Ramos, A. y Gastelu Retamoso, W. (2025). Producción de plantones de cacao (*Theobroma cacao* L.) con aplicación de *Trichoderma*, control de enfermedades en vivero. *Revista Alfa*. DOI:10.33996/revistaalfa.v9i26.356

Tuesta, O. A., Tuesta, J. C., Rafael-Rutte, R., Arévalo-Gardini, E., Vela L, J. M., y Arévalo-Hernández, C. O. (2024). Effect of oil palm compost and sandy soil on the growth of cacao (*Theobroma cacao* L.) seedlings. *Agronomía Mesoamericana*, 35(1). Disponible en: https://www.redalyc.org/journal/437/43776424046/html/?utm_source=chatgpt.com

Vargas, H., Santa Cruz, F. y Lizárraga Farfán, A. (2020). Efecto de tamaño de envases y tres tipos de sustratos para la obtención de portainjerto de Cacao (*Theobroma cacao* L.) en vivero. *Manglar* 17(2), 127-133. https://repositorio.inia.gob.pe/server/api/core/bitstreams/02390408-e085-44c9-ad83-d96c7c932472/content

Zamora Llanos, E. S. (2024). *Efecto de varias fuentes de sustratos sobre la etapa de germinación y crecimiento de las plántulas de cacao (Theobroma cacao L.)* (Bachelor's thesis, Jipijapa-Unesum). 89. Disponible en: https://repositorio.unesum.edu.ec/bitstream/53000/6801/1/Zamora%20Llanos%20Eddy%20Santiago.pdf