

ECAPMA
Working Papers

Vol. 8 Núm.1 año 2024



Volumen 8, Número 1, 2024

Working Papers ECAPMA

Volumen 8, número 1, 2024

CUERPO DIRECTIVO

JAIME ALBERTO LEAL AFANADOR
Rector UNAD

CONSTANZA ABADÍA GARCÍA
Vicerrector Académica y de Investigación

EDGAR GUILLERMO RODRÍGUEZ
Vicerrector de Servicios a Aspirantes,
Estudiantes y Egresados

LEONARDO YUNDA PERLAZA
Vicerrector de Medios y Mediaciones
Pedagógicas

JULIA ALBA ANGEL OSORIO
Vicerrector de Desarrollo Regional
y Proyección Comunitaria

**LEONARDO EVEMELETH
SANCHEZ TORRES**
Vicerrector de Relaciones Internacionales

JORDANO SALAMANCA BASTIDAS
Decano Escuela de Ciencias Agrícolas,
Pecuarias y del Medio Ambiente

JUAN SEBASTIÁN CHIRIVÍ SALOMÓN
Líder Nacional de Investigación

CAROLINA GUTIÉRREZ CORTÉS
Líder Nacional de Investigación Escuela
de Ciencias Agrícolas, Pecuarias
y del Medio Ambiente

EDITORES

GERARDO OJEDA
Escuela de Ciencias Agrícolas,
Pecuarias y del Medio Ambiente

MARGARITA BONILLA
Escuela de Ciencias Agrícolas,
Pecuarias y del Medio Ambiente

COMITÉ DE INVESTIGACIÓN ECAPMA

**CADENA AGRICOLA CADENA AMBIENTAL
CADENA PECUARIA CADENA AGROFORESTAL**

Working Papers ECAPMA

Escuela de Ciencias Agrícolas,
Pecuarias y del Medio Ambiente

Universidad Nacional Abierta
y a Distancia

Calle 14 Sur N. 14-23
Bogotá, Colombia

Teléfonos: (571) 344 3700 ext. 1529
e-mail: documentos.ecapma@unad.edu.co

Los artículos pueden consultarse
en su versión electrónica en:

[https://selloeditorial.unad.edu.co/
produccion/literatura-gris/
working-papers-ecapma](https://selloeditorial.unad.edu.co/produccion/literatura-gris/working-papers-ecapma)



DECLARACIÓN DE PRIVACIDAD

Los nombres y las direcciones de correo electrónico introducido en esta revista se usarán exclusivamente para los fines establecidos en ella y no se proporcionarán a terceros o para su uso con otros fines

Este documento contiene la política de Privacidad y Condiciones de Uso del Portal Institucional de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, institución de educación superior colombiana creada por el Congreso de la República mediante Ley 52 de 1981, con el fin de proteger los derechos de los usuarios del portal web institucional, haciendo parte de los documentos Manual de imagen digital de la Unad y Guía para la publicación de información en el portal institucional y en la intranet, documentos soporte de nuestro sistema de Gestión de Calidad.

La política de privada de la UNAD, detalla la forma como salvaguardamos y utilizamos la información que obtenemos a través de los servicios, trámites e información disponible en nuestro portal web institucional. En este sentido, es importante que antes de iniciar la exploración del portal, el usuario lea previa y cuidadosamente esta política de privacidad y condiciones de uso sobre qué información guardamos y cómo la utilizamos.

La información del portal institucional, contenidos y servicios divulgados son de conocimiento público, por tanto, la aceptación de esta política de privacidad, es condición necesaria para que el usuario navegue nuestro portal.

Para más información, por favor consulte aquí:

<https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/workpaper/index>



ÍNDICE

Presentación

5

Area Agrícola

1. EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE *Phytophthora* spp. EN CLONES DE CACAO, CON APLICACIONES DE *Trichoderma* spp. EN EL MUNICIPIO DE ALGECIRAS, HUILA

7

PRESENTACIÓN

Estimados lectores

Presentamos los artículos del presente número, fruto del trabajo de los docentes de la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Se trata de artículos relacionados con las diferentes cadenas de la Escuela de Ciencias Agrarias, Pecuarias y del Medio Ambiente – ECAPMA: Agrícola, Agroforestal, Ambiental y Pecuaria.

Todos estos artículos representan el trabajo científico y académico Unadista, con la firme convicción de seguir adelante con la labor investigativa de acceso abierto y gratuito.

Saludos cordiales

Gerardo Ojeda

Margarita Bonilla



Fecha de recibido: 19-08-2023

Fecha de aceptado: 13-10-2023

DOI: 10.22490/ECAPMA.7090

EVALUACIÓN DE LA INCIDENCIA DE *Phytophthora* spp. EN CLONES DE CACAO, CON APLICACIONES DE *Trichoderma* spp. EN EL MUNICIPIO DE ALGECIRAS, HUILA

EVALUATION OF THE INCIDENCE OF *Phytophthora* spp. IN COCOA CLONES, WITH APPLICATIONS OF *Trichoderma* spp. IN THE MUNICIPALITY OF ALGECIRAS, HUILA

Claudia Parra Cortés

Ingeniera Agrónoma, Universidad Nacional de Colombia

MSc Horticultura Tropical, Tecnológico Nacional de México

Docente, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5213-6880> - claudia.parraco@unad.edu.co

Alexandra Cerón Endo

Ingeniera Agroforestal, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

MSc Agronegocios, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

Docente Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-3221-9029> - alexandra.ceron@unadvirtual.edu.co

Guillermo Caicedo Díaz

Ingeniero Agrónomo, Universidad de Nariño

MSc Desarrollo sostenible y del Medio ambiente, Universidad de Manizales, Docente

Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-2767-9434> - guillermo.caicedo@unadvirtual.edu.co

Jhon Jairo Cuellar Veru

Agrónomo, Universidad Nacional Abierta y a Distancia (UNAD)

ORCID <https://orcid.org/0009-0009-4354-4300> - jjcuellarv@unadvirtual.edu.co

Citación: Parra, C., Cerón, A., Caicedo, G. y Cuellar, J. (2024). Evaluación de la incidencia de *Phytophthora* spp. en clones de cacao, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. en el municipio de Algeciras, Huila. *Working Papers ECAPMA*, 8(1), 7–19.

<https://doi.org/10.22490/ECAPMA.7090>

RESUMEN

Contextualización: el cacao en Colombia es un cultivo de relevancia no solo por su factor económico, sino por su entorno social y ambiental. Según la Gobernación del Huila (2022) se estima que el cacao en el huila es el sustento de alrededor de 3300 familias, con 7000 hectáreas sembradas aproximadamente. Respecto al manejo fitosanitario de este cultivo se destaca la enfermedad causada por *Phytophthora* spp. como una de las enfermedades más limitantes para la producción (Rodríguez y Vera, 2015).

Vacío de conocimiento: en Colombia son escasas las investigaciones realizadas para conocer la relación de los clones y el desarrollo de la enfermedad *Phytophthora* spp., por lo que este tipo de estudios son requeridos con urgencia en la zona de influencia del proyecto; en ese sentido, se han realizado avances investigativos en clones por parte de AGROSAVIA, pero en otras regiones del país.

Propósito: el objetivo del presente estudio fue evaluar la incidencia de *Phytophthora* spp. en clones de cacao, con aplicaciones de *Trichoderma* sp. en condiciones ambientales del departamento del Huila, para contribuir con la línea de investigación en biotecnología agrícola.

Metodología: se emplearon parámetros de evaluación para incidencia y severidad de *Phytophthora* spp. en 10 clones de cacao: EET 8, TSH 565, SCC 61, ICS 1, ICS 95, HIBRIDO, IMC 67, ICS 39, ICS 60 y CCN 51. Enfermedad tratada con: T1: (*Trichoderma asperellum*, *Trichoderma atroviridae*, *Trichoderma harzianum*). Presentación polvo mojable PW. T2: (*Trichoderma viride*), presentación líquida suspensión concentrada SC. T3: Testigo, sin ninguna aplicación, en dos épocas de producción fase I (13, 20 y 27 de diciembre) y fase II (14, 21 y 28 de mayo).

Resultados y conclusiones: Se concluye que los efectos sobre *Phytophthora* spp. responden a la combinación de la susceptibilidad del material vegetal empleado y la acción del *Trichoderma* spp. en el cultivo de cacao. En la fase II hay una diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento en polvo, frente al tratamiento líquido siendo este último el que ejerce mejor control sobre la enfermedad.

Palabras clave: incidencia, severidad, pudrición negra de la mazorca, resistencia genética, *Theobroma cacao*



ABSTRACT

Contextualization: Cocoa in Colombia is a crop of relevance not only for its economic factor, but also for its social and environmental setting; according to the Governor's Office of Huila (2022) it is estimated that cocoa in Huila is the livelihood of about 3,300 families, with approximately 7,000 hectares planted. Regarding the phytosanitary management of this crop, the disease caused by *Phytophthora* spp. stands out as one of the most limiting diseases for production (Rodríguez y Vera, 2015).

Knowledge gap: In Colombia there is little research on the relationship between clones and the development of the *Phytophthora* spp. disease, so this type of study is urgently required around influence of the project, so research advances have been made in clones by Agrosavia, but in other regions of the country.

Purpose: The objective of the present study was to evaluate the incidence of *Phytophthora* spp. in cocoa clones, with applications of *Trichoderma* sp. in environmental conditions of the department of Huila, to contribute to the research line in agricultural biotechnology.

Methodology: Evaluation parameters were used for incidence and severity of *Phytophthora* spp. in 10 cocoa clones: EET 8, TSH 565, SCC 61, ICS 1, ICS 95, HIBRIDO, IMC 67, ICS 39, ICS 60 and CCN 51: T1: (*Trichoderma asperellum*, *Trichoderma atroviridae*, *Trichoderma harzianum*). Presentation wettable powder PW. T2: (*Trichoderma viride*) liquid presentation concentrated suspension SC. T3: Control, without any application; in two periods of production phase I (13, 20 and 27 December) and phase II (14, 21 and 28 May).

Results and conclusions: It is concluded that the effects on *Phytophthora* spp. respond to the combination of the susceptibility of the plant material used and the action of *Trichoderma* sp. on the cocoa crop. In phase II there is a significant difference between the control and the powder treatment, compared to the liquid treatment, the latter being the one that exerts better control over the disease.

Key words: black pod rot, dormancy, genetic resistance, incidence, severity, *Theobroma cacao*

1. INTRODUCCIÓN

El cacao se cultiva en regiones cálidas y húmedas en más de 50 países ubicados en cuatro continentes (África, América, Asia y Oceanía); 23 de esos países de América producen cacao con fines comerciales, lo que lo convierte en un cultivo de gran importancia económica, social, ambiental y, particularmente, cultural para los territorios en donde se produce (Arvelo *et al.*, 2017).

La especie de cacao (*Theobroma cacao* L.) se originó en los bosques húmedos tropicales de América del Sur y domesticada en Mesoamérica. El cacao comprende una gran variedad genética para su caracterización, donde se utilizan características morfológicas (por ejemplo, flores); características agronómicas (por ejemplo, resistencia a enfermedades, forma del fruto y tamaño del grano); y moleculares (isoenzimas); así como con frecuencia marcadores genéticos (Arvelo *et al.*, 2017).

En la actualidad se conocen tres grupos genéticos de cacaos: cacao criollo, originario de América del Sur y América Central; cacao forastero, el cual procede de la cuenca del Amazonas; y el cacao trinitario, que surgió en Trinidad y Tobago como un híbrido del tipo forastero y criollo (Ospino *et al.*, 2020), a partir de los cuales se desprenden las variedades, híbridos y clones que hoy se siembran a nivel mundial; especialmente el tipo forastero que posee una alta variabilidad

genética, mientras que las formas criollo son genéticamente más estrechamente definidas.

Su diversidad genética se deriva de su condición sexual, ya que la planta es alógama, lo que indica que su polinización es cruzada y centrada en la polinización entomófila. Debido a su base genética altamente heterocigótica por su polinización, producen plantas con características impredecibles y diferentes, por lo cual los clones se recomiendan al permitir conservar todas las características de la planta madre y generar poblaciones de plantas homogéneas (Cerón *et al.*, 2020).

El cultivo de cacao en Colombia es una especie principal en los sistemas agroforestales, el cual hace contribuciones a la sostenibilidad ambiental, permitiendo la captura de carbono, la protección del recurso hídrico, de la biota del suelo y de la diversidad de fauna y flora. (Aranzazu *et al.*, 2009), además de su importancia económica para las familias campesinas. No obstante, en algunas zonas los cultivos presentan baja productividad, debido a problemas sanitarios y de incompatibilidad sexual, que se traducen en aumento de costos de producción, especialmente de mano de obra, lo que causa un menor ingreso para el productor.

Teniendo en cuenta lo anterior, es importante que los productores de cacao tengan un conocimiento adecuado sobre los

clones con adaptabilidad en sus regiones y su manejo agronómico adecuado, lo que les permite tener una mayor productividad y, por ende, mayor rentabilidad o ingresos (Polanco *et al.*, 2020).

Los materiales usados actualmente en el país en su mayoría fueron introducidos en el siglo pasado desde Trinidad y Tobago, Ecuador y Costa Rica, complementados con algunas selecciones nacionales (Aranzazu *et al.*, 2009). Dentro de los clones más usados en Colombia se encuentran ICS1, ICS6, ICS39, ICS60, ICS95, CCN51, TSH565, TSH812, EET8, EET96, IMC67, UF613, FLE12, FLE3, SCC59, SCC61, CAU39, FSA11, FSA12, FSA13, FEAR5, FTA1 y FTA2 (Fedecacao, 2013). De los cuales la producción se concentra en dos picos de cosecha: el primero durante los meses de noviembre, diciembre y enero, y el segundo entre los meses de abril, mayo y junio (Aranzazu *et al.*, 2009).

Según la Gobernación del Huila de la producción de cacao se deriva el sustento de alrededor de 3300 familias, con 7000 hectáreas sembradas, distribuidas en 35 municipios, con las que se alcanzó una producción de 4197 toneladas al cierre de 2020, donde se destaca el aporte de Gigante, Rivera, Campoalegre, Algeciras, Tello y Palermo.

Phytophthora spp. es el agente causal del cáncer del tronco y pudrición o mancha

parda o negra de la mazorca. La presencia de *Phytophthora* en países tropicales corresponde en su mayoría a un complejo de las especies de: *P. capsici*, *P. citrophthora*, *P. megakarya*, *P. hevea* y *P. palmivora*, donde esta última es la más frecuente y agresiva (Bahia *et al.*, 2015). Se conoce que solo *P. palmivora* se encuentra distribuida a nivel mundial en todas las zonas productoras de cacao del trópico, donde puede causar hasta el 100% de pérdidas en años con altas precipitaciones.

El control de *Phytophthora* spp. se establece en productos con cobre que generan contaminación al ambiente y costo adicional a los productores (Acurio y Montes, 2018; Zúñiga, 2020). En el mercado se encuentran algunas alternativas para control de *Phytophthora* spp. menos nocivas, como el uso de extractos naturales o la aplicación de hongos como *Trichoderma* que inhiben el desarrollo micelial, por lo que se hace necesario integrar diferentes métodos de control como la resistencia genética al seleccionar clones menos susceptibles a esta enfermedad. Dada la importancia económica, social y ambiental del cultivo de cacao, el objetivo principal del estudio fue evaluar la efectividad de dos cepas de *Trichoderma* sp. en campo, para control de *Phytophthora* spp. en clones de cacao.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Se evaluaron 10 clones de cacao: EET 8, TSH 565, SCC 61, ICS 1, ICS 95, HIBRIDO, IMC 67, ICS 39, ICS 60 y CCN 51., en los cuales se midió la incidencia y severidad de *Phytophthora* spp., en dos fincas productoras de cacao orgánico de Algeciras, Huila. Las condiciones climáticas promedio son: Temperatura 22°C, precipitaciones 1.500 mm, altitud 1.100 y 1.200 metros sobre el nivel del mar.

Los tratamientos empleados: T1: (*Trichoderma asperellum*, *Trichoderma atroviridae*, *Trichoderma harzianum*), presentación polvo mojable PW. T2: (*Trichoderma viride*) presentación líquida suspensión concentrada SC. T3: Testigo, sin ninguna aplicación; durante tres semanas consecutivas se aplicaron con la dosis recomendada por el fabricante, en dos picos de cosecha fase I (13, 20 y 27 de diciembre) registrando temperatura promedio de 22 °C, época seca y fase II (14, 21 y 28 de mayo) con temperatura promedio de 19 °C, época de lluvia.

La toma de datos se realizó durante tres semanas posteriores a la aplicación final. En campo se empleó un diseño de bloques al azar con tres parcelas replicadas por tratamiento, cada una de las cuales tenía 50 árboles de cacao en un diseño de parcela similar al utilizado por Hidalgo *et al.*, (2003). Los 18 árboles internos se usa-

ron para evaluar los tratamientos y los 25 árboles circundantes, aunque tratados, para eliminar los efectos de borde.

La incidencia de la enfermedad se calculó contando el número de frutos (mazorcas) con síntomas de la enfermedad en porcentaje mediante la fórmula: mazorcas enfermas sobre el total de mazorcas por cien. Se considero el estado de madurez de las mazorcas y el desarrollo de la enfermedad en mazorcas verdes y maduras. La severidad externa se calculó, en primer lugar, con base en el porcentaje de tejido afectado en el fruto, para esto se utilizó una escala dada en grados y porcentaje de daño (Grado 1= 0 fruto sano; Grado 2= 1-25 protuberancia; Grado 3= 26-50 inicio de mancha; Grado 4= 51-75 mancha Grado 5=76-100 76-100 esporulación), propuesta por Villamil *et al.*, (2015), luego, mediante la sumatoria de los grados de daño en porcentaje sobre el número total de datos por el mayor dato del porcentaje de severidad.

Para el diseño experimental se realizó la comparación entre la fracción de mazorca sana y de los rendimientos de los diferentes tratamientos, se hizo por medio de la prueba de Kruskal-Wallis, acto seguido se aplicó la prueba Ranks utilizando el paquete estadístico InfoStat.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Teniendo en cuenta la importancia del cultivo de cacao a nivel nacional, es importante fortalecer este sistema productivo en las diferentes regiones del país, con un conocimiento claro de los genotipos establecidos, la ecofisiología del cultivo, el nivel productivo, la adaptación a las condiciones propias de la región, así como la tolerancia o susceptibilidad a problemas fitosanitarios.

La diversidad de clones permite tener una visión más amplia del efecto del *Trichoderma* spp. sobre el patógeno de estudio, de manera general al evaluar los 10 clones (Tabla 1) en las dos fases, se identificó

que los clones ICS-95 y ICS 60 desarrollaron mayor incidencia con una severidad en grados 4 y 3 respectivamente en la fase I. En estudio realizado por Rodríguez y Vera (2015) para evaluar el ciclo de vida de *Phytophthora* spp., donde ICS 95 y ICS 60, se identificaron los clones donde se desarrolla más rápido el patógeno en un promedio de 8 días hasta la esporulación, por lo que los clones ICS 95 y ICS 60 son clasificados como susceptibles. Lo ratifica López y Ramírez (2019) quienes evaluaron 90 clones y clasificaron al clon ICS-95 como susceptible *Phytophthora palmivora*.

Tabla 1. Efecto del *Trichoderma* spp. sobre la incidencia de *Phytophthora* sp. en diferentes clones de cacao en dos fases de estudio; fase I (13, 20 y 27 de diciembre) y fase II (14, 21 y 28 de mayo)

Clon	FASE I*			Clon	FASE II**		
	Incidencia (%)		Grado de severidad		Incidencia (%)		Grado de severidad
EET 8	0,00	A	0	EET 8	0,00	A	0
SCC 61	0,00	A	0	IMC 67	6,99	AB	3
TSH 565	1,83	AB	4	ICS 39	10,28	ABC	3
ICS 39	2,17	ABC	4	HIBRIDO	12,61	ABC	3
ICS1	2,48	ABC	3	CCN 51	10,85	ABC	3
CCN 51	6,79	ABC	4	TSH 565	13,12	ABCD	3

HIBRIDO	7,25	ABC	4	ICS 95	18,44	BCD	3
IMC 67	9,38	BC	4	SCC 61	16,67	CD	3
ICS 60	13,04	BC	3	ICS1	20,66	CD	3
ICS 95	17,38	C	4	ICS 60	32,15	D	4

Fuente: autores.

* Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

** Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,10$)

Las figura 1 y 2 presentan el comportamiento de los clones de cacao según cada tratamiento de *Trichoderma* en las dos fases de evaluación. En la Fase I (Figura 1) se presentó un menor desarrollo de la enfermedad en referencia con las condiciones ambientales. Se destaca que los clones EET 8 y SCC 61 no presentaron desarrollo de la enfermedad. Se identifica un mayor control que ejerce el tratamiento líquido en todos los clones, además, que los clones ICS 39, TSH 565 y ICS 1 presentaron un menor desarrollo de la enfermedad, lo cual está relacionado con su variabilidad genética y el efecto del *Trichoderma*. En esta etapa se destacan los clones ICS 95, ICS 60 e IMC 67 como los más afectados.

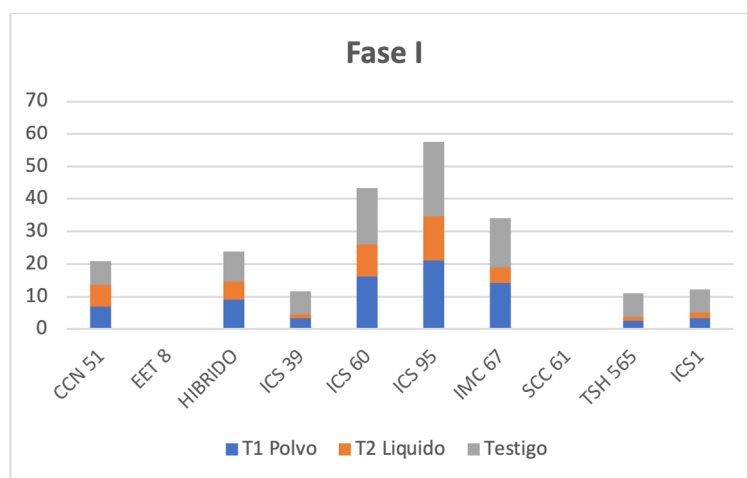
El análisis la incidencia de la Fase II (Figura 2) se identifican los clones más afectados al ICS 60 e ICS 95, lo que concuerda con lo encontrado por Polanco *et al.* (2020), donde el ICS 95 es susceptible a *Phytophthora* (*Phytophthora palmivora*).

En la fase II se resalta que los clones moderadamente susceptibles a la enfermedad al tener menor severidad e incidencia en los dos tratamientos, polvo y líquido, son

los clones IMC 67 e ICS 39. Lo que coincide con Rodríguez *et al.*, (2022) quienes evaluaron la incidencia y severidad de la enfermedad de *P. palmivora* en seis clones de cacao (EET8, IMC67, TSH565, 46PA, ICS95 y CCN51), como resultado se identificaron los clones IMC67 y PA46 como moderadamente susceptibles.

Figura 1.

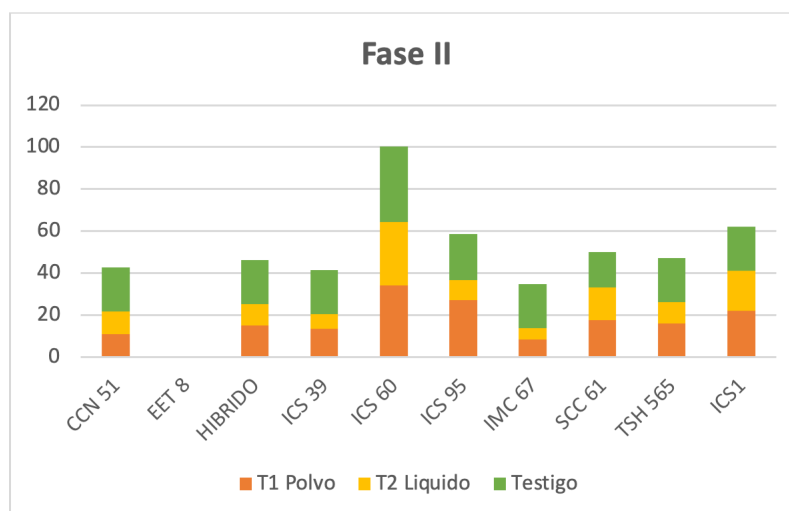
Comportamiento de la severidad de *Phytophthora* spp. en clones de cacao con aplicación de *Trichoderma* T1: (*Trichoderma asperellum*, *Trichoderma atroviridae*, *Trichoderma harzianum*). Presentación polvo mojable PW. T2: (*Trichoderma viride*), presentación líquida Suspensión concentrada SC. T3: Testigo, sin ninguna aplicación en etapa de producción fase I (13, 20 y 27 de diciembre)



Fuente: autores.

Figura 2.

Comportamiento de la severidad de *Phytophthora* spp. en clones de cacao con aplicación de Trichoderma T1: (*Trichoderma asperellum*, *Trichoderma atroviridae*, *Trichoderma harzianum*). Presentación polvo mojable PW. T2: (*Trichoderma viride*) presentación líquida Suspensión concentrada SC. T3: Testigo, sin ninguna aplicación en etapa de producción fase II (14, 21 y 28 de mayo)



Fuente: autores.

Con los resultados presentados en las figura 1 y 2 se evidencia el control del *Trichoderma* sobre la enfermedad de estudio, se ratifica lo descubierto por Hernández-Rodríguez *et al.*, (2014) quienes demostraron que especies de *Trichoderma* inhiben el crecimiento de *Phytophthora* spp., tanto en condiciones *in vitro* como *in vivo*. *Trichoderma* cepa G-6, cuya aplicación disminuyó la incidencia de la enfermedad en condiciones de campo y las pérdidas económicas en el cultivo del 12% a 2%. Estos resultados confirman que la aplicación de productos con cepas de *Trichoderma* permiten mitigar los efectos deletéreos ocasionados por *P. palmivora* en T. cacao y sus potencialidades de uso en el cultivo.

Al comparar los tratamientos en la fase I y fase II (Tabla 1) se identifica estadística-

mente que no presentó diferencias significativas en la fase I y en la fase II no hay una diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento en polvo, pero sí entre el tratamiento líquido, este último hace mayor control de *Phytophthora* spp. También se resalta que la condición climática está relacionada con el desarrollo de la enfermedad, en la fase I en época seca la incidencia fue más baja y en la fase II con registro de temperatura promedio de 19 °C y época de lluvia, se evidenció una mayor incidencia, lo que coincide con lo analizado por Plancarte *et al.*; (2017), en donde indica que la mayoría de las especies de *Phytophthora* son favorecidas por alta humedad, temperaturas entre 15 y 35 °C, climas húmedos con lluvias abundantes. De igual forma lo exponen Rodríguez y Vera (2015) en su estudio, en donde muestra que la precipitación es uno de

los factores más importantes para la ocurrencia de brotes repentinos de la enfer-

medad, que inician entre cuatro a cinco días después de una fuerte lluvia.

Tabla 1. Prueba de Ranks para la incidencia de *Phytophthora* spp. en plantas de cacao tratadas con *Trichoderma* spp. en presentación en polvo y líquido en dos épocas de producción fase I y Fase II

FASE I Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Incidencia	T1 Polvo	10	7,63	7,29	5,15	2,91	0,2296
Incidencia	T2 Liquido	10	4,43	4,61	3,11		
Incidencia	Testigo	10	9,41	7,24	7,33		

Trat.	Medias	Ranks	
T2 Liquido	4,43	12,00	A
T1 Polvo	7,63	15,80	A
Testigo	9,41	18,70	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

FASE II Prueba de Kruskal Wallis

Variable	Tratamiento	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
Incidencia	T1 Polvo	10	16,54	9,66	15,63	5,53	0,0607
Incidencia	T2 Liquido	10	11,81	8,27	10,10		
Incidencia	Testigo	10	18,56	6,67	21,00		

Trat.	Medias	Ranks	
T2 Liquido	11,81	10,60	A
T1 Polvo	16,54	16,10	A B
Testigo	18,56	19,80	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

4. CONCLUSIONES

Se concluye que los resultados responden a la combinación de la susceptibilidad del material vegetal empleado y el efecto del *Trichoderma* spp. en el avance la *Phytophthora* spp. en el cultivo de cacao.

Se reitera el comportamiento de la fase I del tratamiento líquido al tener un mayor control de la enfermedad en todos los

clones. Estadísticamente no presentó diferencias significativas en la fase I entre los clones y los tratamientos. En la fase II hay una diferencia significativa entre el testigo y el tratamiento en polvo, frente al tratamiento líquido, siendo este último el que ejerce mejor control sobre la enfermedad.

REFERENCIAS

- Acurio, O. K., y Montes, D. J. (2020). *Aplicación de los biofungicidas orgánicos en el control de la mazorca negra (Phytophthora spp.) en cultivo de cacao (Theobroma cacao) en el cantón valencia*. [Bachelor's Thesis]. La Maná, Universidad Técnica de Cotopaxi (UTC).
- Aranzazu, H. F., Martínez, G. N., Palencia, C. G., Coronado, R., y Rincón, G. D. (2009). *Manejo del recurso genético para incrementar la producción y productividad del sistema de cacao en Colombia*. Federación Nacional de Cacaoteros; Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria; Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. <http://hdl.handle.net/20.500.12324/19489>
- Arvelo, M., González, D., Maroto, S., Delgado, T. y Montoya, P. (2017). *Manual técnico del cultivo de cacao: prácticas latinoamericanas*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). San José.
- Bahia, R. D. C., Aguilar-Vildoso, C. I., Luz, E., Lopes, U. V., Machado, R. C. R., y Corrêa, R. X. (2015). Resistance to black pod disease in a segregating cacao tree population. *Tropical Plant Pathology*, 40, 13-18. <https://doi.org/10.1007/s40858-014-0003-7>
- Cerón, I. X., García, M. C., Rodríguez, E., Cubillos, A., Polanco, E., López, M., ... y Méndez, F. Q. (2020). *Estrategias tecnológicas para el manejo del cultivo y el beneficio del cacao*. Agrosavia. <https://doi.org/10.21930/agrosavia.institucional.7403572>
- Gobernación del Huila. (2022). *En el Huila inicia el censo cacaotero 2022*.

<https://www.huila.gov.co/publicaciones/12426/en-el-huila-inicia-el-censo-cacaotero-2022/>

- Hernández-Rodríguez, A., Ruíz-Beltrán, Y., Acebo-Guerrero, Y., Miguélez-Sierra, Y., y Heydrich-Pérez, M. (2014). Antagonistas microbianos para el manejo de la pudrición negra del fruto en *Theobroma cacao* L: estado actual y perspectivas de uso en Cuba. *Revista de Protección Vegetal*, 2 (1), 11-19.
- Hidalgo, E., Bateman, R., Krauss, U., Ten Hoopen, M., and Martínez, A. (2003). A field investigation into delivery systems for agents to control *Moniliophthora roreri*. *European Journal of Plant Pathology*, 109, 953-961. <http://doi.org/10.1023/B:EJPP.00000003746.16934.e2>
- López M.T. y Ramírez O. A. (2019). *Resistencia genética de cultivares de cacao a la enfermedad de mazorca negra*. IICA Memoria Técnica Mesa de Frutales y Café. <https://dicta.gob.hn/files/2019,-Memoria-tecnica-PCCM-CA-Frutales-y-Cafe.pdf>
- Ospino, A. R., Álvarez, M. G., Machado-Sierra, E., y Aranguren, Y. (2020). Caracterización fenotípica y genotípica de cultivares de cacao (*Theobroma cacao* L.) de Dibulla, La Guajira, Colombia. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1-17. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1557
- Plancarte, A. S., Alvarado, G. R., Pavía, Y. L. F., Santos, M. E. P., Pérez, L. L., Celaya, M. D., y Pavía, S. P. F. (2017). Protocolos de aislamiento y diagnóstico de *Phytophthora* spp.: enfoque aplicado a la investigación. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(8), 1867-1880. <https://doi.org/10.29312/remexca.v8i8.708>
- Polanco, E., Moreno, J. M., y Quiñonez, F. (2020). Caracterización morfológica de genotipos de cacao establecidos en las zonas productoras de los municipios de Mariquita y Palocabildo (Tolima). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), 1-17. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1557
- Ramos Z., Blanca A. (2020). *Efecto de fungicidas minerales aplicados al fruto del cacao (Theobroma cacao L.) para el control de Moniliophthora roreri y Phytophthora palmivora*. Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana <https://bdigital.zamorano.edu/handle/11036/6729>
- Rodríguez, L., Carrero, M. L., Bayardo, E., and Segura, J. D. (2022). Reaction of detached fruits from selected cocoa clones to artificial inoculation with *Phytophthora palmivora*. *Acta Agronómica*, 71(2), 186-194.
- Rodríguez, P. E., y Vera, R. A. G. (2015). *Identificación y manejo de la pudrición parda de la mazorca (Phytophthora spp.) en cacao*. Corpoica <https://doi.org/10.15446/acag.v71n2.88841>
- Villamil, J. E., Viteri, S. E. y Villegas, W. L. (2015). Aplicación de antagonistas microbianos para el control biológico de *Moniliophthora roreri* Cif y Par en *Theobroma cacao* L. bajo condiciones de campo. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 68(1), 7441-7450. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v68n1.47830>



Licencia de Creative Commons

Revista Working Papers ECAPMA is licensed under a Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional License.

