Diagnostico fitosanitario del cultivo de Cacao (*Theobroma cacao*) en el municipio de Acacias-Meta

Maira Alejandra Torres Bastidas ID. 772388

Esperanza Gutiérrez Téllez ID. 723972

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Oriente

Sede Villavicencio (Meta) Programa Ingeniería Agroecológica

Diagnóstico Fitosanitario del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en el municipio de Acacias-Meta

Maira Alejandra Torres Bastidas

ID. 772388

Esperanza Gutiérrez Téllez

ID. 723972

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de Ingeniero Agroecológico

Asesor(a)

Martha Lucia Velasco Belalcázar

Bióloga -MSc Fitopatología

Co Asesor (a)

Carlos Alberto Hernández Medina

Biólogo - MSc Fitopatología

Corporación Universitaria Minuto de Dios

Rectoría Oriente

Sede Villavicencio (Meta) Programa Ingeniería Agroecológica

Dedicatoria

Dedicamos este trabajo a nuestras familias, por ser nuestro motor constante, por su amor incondicional y por el apoyo emocional que nos ha sostenido a lo largo de esta etapa formativa. A los productores cacaoteros del municipio de Acacías, Meta, quienes con su esfuerzo diario inspiran nuestro compromiso con la agroecología sostenible, y a todas las personas que creen en la transformación del campo colombiano a través del conocimiento y la investigación aplicada.

Agradecimientos

Agradecemos, en primer lugar, a Dios por darnos la fortaleza y la perseverancia necesarias para culminar este proyecto. A nuestros asesores, la profesora Martha Lucia Velasco Belalcázar y el profesor Carlos Alberto Hernández Medina, por su orientación científica, su paciencia y su compromiso con nuestra formación académica. A la Corporación Universitaria Minuto de Dios, sede Villavicencio, por brindarnos el espacio académico para crecer como profesionales comprometidos con el desarrollo rural. Nuestro reconocimiento a los agricultores y fincas cacaoteras que abrieron sus puertas y compartieron sus conocimientos para la realización del diagnóstico. Finalmente, agradecemos a cada persona que, de manera directa o indirecta, nos apoyó en esta etapa, y en especial, a quienes creyeron en nuestro propósito de aportar a la sanidad y sostenibilidad del cultivo de cacao en el Meta.

Tabla de Contenido

Resumen 8
Abstract 9
Introducción 10
1. Problema 12
1.1 Planteamiento del problema 12
1.2 Formulación del problema 14
2. Justificación 15
3. Objetivos 17
3.1 Objetivo general 17
3.2 Objetivos específicos 17
4. Marco referencial 18
5. Marco Conceptual 21
6. Materiales y Métodos 25
6.1 Línea de investigación 25
6.2 Tipo de estudio 25
6.3 Enfoque 26
6.4 Ubicación Geográfica del área de estudio. 27
6.5 Población 29
6.6.1 Toma de muestras en campo. 32
6.7 Procedimientos en laboratorio para el diagnóstico fitosanitario 34
7. Resultados 40
7.1 Resultados del primer objetivo 40
7.2 Resultados del segundo objetivo 49
7.3 Resultados del tercer objetivo 57
8. Discusión 61
9. Conclusiones y recomendaciones 66
Referencias 68
Anexos 77

Tabla de figuras

Figura 1. 19

Figura 2 22

Figura 3. 23

Figura 4 25

Figura 5. 28

Figura 6 30

Figura 11 37

Figura 18 46

Figura 20 48

Figura 21 50

Figura 22 51

Figura 23 51

Figura 24 53

Figura 25 53

Figura 26 55

Figura 27 77

Figura 28 78

Figura 29 79

Figura 30 79

Figura 31 80

Figura 32 81

Figura 33 82

Figura 34 83

Figura 35 84

Figura 36 85

Figura 37 86

Figura 38 86

Figura 39 87

Figura 40 88

Figura 41 89

Figura 42 91

Figura 43 91

Figura 44 92

Figura 45 93

Figura 46 94

Figura 47 95

Figura 48 95

Figura 49 96

Figura 50 97

Lista de Tablas

Tabla 1 56

Tabla 2 58

Tabla 3 77

Resumen

El cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) tiene una gran relevancia económica y social en el municipio de Acacías, ubicado en el departamento del Meta. Por esta razón, el presente estudio tuvo como objetivo determinar el estado fitosanitario del cultivo de cacao en dicha zona. Para lo cual, se seleccionaron 5 fincas cacaoteras, en las cuales se establecieron parcelas de observación y se tomaron muestras de hojas, tallos y frutos con síntomas visibles de enfermedad. A estas se les realizó un proceso de desinfección con etanol al 70%, hipoclorito de sodio al 1% y agua destilada estéril. Posteriormente, se secaron y sembraron en cajas petri con medio agar PDA y finalmente se llevaron a una incubadora a 25 °C durante 48 a 72 horas. Por otro lado, se aplicó una encuesta virtual, con preguntas relacionadas con las prácticas de manejo que realizan en sus cultivos. Luego de realizar las 6 visitas a las fincas seleccionadas en el estudio y realizar el procesamiento de las muestras, se identificaron a *Colletotrichum* sp , *Pestalotiopsis* sp , *Moniliophthora roreri, Lasiodiplodia theobromae* y *Phytophthora* sp., como los patógenos asociados a las enfermedades presentes en la población de estudio. Siendo, las dos primeras las más prevalentes en los cultivos de la zona. A su vez, la encuesta aplicada a los agricultores locales permitió evidenciar que estos reconocen la importancia de las prácticas agrícolas como las podas sanitarias, manejo de sombra y desechos del cultivo, sin embargo, no siempre, se aplican todas recomendaciones dadas por los entes que generan algún tipo de acompañamiento al cultivo. Este estudio proporciona una base técnica para orientar acciones de mejora en el manejo del cacao en Acacías, y representa un paso importante hacia la consolidación de sistemas productivos más eficientes y sostenibles para la región.

Palabras clave: Diagnóstico, enfermedades, hongos, patógenos, sanidad.

Abstract

The cultivation of cocoa (*Theobroma cacao*) has great economic and social importance in the municipality of Acacías, located in the department of Meta. Therefore, this study aimed to determine the phytosanitary status of cocoa crops in this area. Five cocoa farms were selected, where observation plots were established, and samples of leaves, stems, and fruits showing visible disease symptoms were collected. These samples were disinfected with 70% ethanol, 1% sodium hypochlorite, and sterile distilled water. Subsequently, they were dried and placed in Petri dishes with PDA agar medium and incubated at 25 °C for 48 to 72 hours. Additionally, a virtual survey was applied, containing questions related to crop management practices. After six visits to the selected farms and processing of the samples, the pathogens *Colletotrichum* sp., *Pestalotiopsis* sp., *Moniliophthora roreri*, *Lasiodiplodia theobromae*, and *Phytophthora* sp. were identified as being associated with the diseases present in the study area, with the first two being the most prevalent in local crops. The survey conducted with local farmers revealed that they recognize the importance of agricultural practices such as sanitary pruning, shade management, and disposal of crop residues; however, these recommendations are not always implemented as advised by supporting institutions. This study provides a technical basis to guide improvement actions in cocoa management in Acacías and represents an important step toward the consolidation of more efficient and sustainable production systems for the region.

Keywords: Diagnosis, Diseases, Fungi, Pathogens, Plant health.

Introducción

El cultivo del cacao (*Theobroma cacao*) es de gran importancia económica y social en el municipio de Acacias, ubicado en la Departamento del Meta. El clima y el suelo de la región son favorables para el crecimiento de este cultivo y la producción de cacao ha crecido significativamente en los últimos años, sin embargo, diversos factores fitosanitarios plantean desafíos para su óptimo desarrollo y desempeño. Cedeño, (2019), afirma que: "La baja producción de cacao se ve influenciado por cada una de las labores culturales no realizadas, siendo uno de los factores negativos en su desarrollo.

De igual manera dicho autor manifiesta que el cultivo de cacao puede presentar baja producción por la exposición, falta de nutrientes y por estrés hídrico, por lo tanto, es necesario implementar cada medida agrícola dentro de un marco de tiempo determinado, por ello la prevención de enfermedades y realizar los diferentes tipos de podas, el desmalezado regular para controlar arvenses, la fertilización para mantener la salud del suelo, el riego adecuado para asegurar un suministro constante de agua, enfermedades mediante inspecciones regulares y medidas de control apropiadas, las prácticas de recolección y postcosecha para garantizar la calidad de los granos, y el manejo de sombra para proporcionar el ambiente adecuado de crecimiento. Estas actividades son esenciales para mantener la productividad y la salud de los árboles de cacao. El objetivo de este proyecto fue realizar un diagnóstico fitosanitario del cultivo de cacao en el municipio de Acacías, con el fin de comprender la situación actual del cultivo e identificar las principales enfermedades que afectan su desarrollo.

Esta evaluación detallada proporciona información valiosa para el diseño de estrategias de manejo integrado que contribuyan a mejorar la sanidad y productividad del cacao en la región para mitigar los riesgos fitosanitarios y promover la sostenibilidad de la producción de cacao en

la región. El diagnóstico fitosanitario se refiere a la salud y el bienestar de las plantas, en especial en cuanto a la prevención, diagnóstico y control de enfermedades que pueden afectar su desarrollo y rendimiento. En el contexto del diagnóstico fitosanitario del cultivo de cacao en el municipio de Acacias-Meta, se analizarán las enfermedades que influyen en la salud de las plantas de cacao, así como las estrategias para mantener su sanidad y productividad.

El cultivo de cacao en el Municipio de Acacias brindará recomendaciones prácticas para mejorar la sanidad y el rendimiento de las plantaciones, información fundamental para implementar medidas preventivas y correctivas que aumenten la competitividad y sostenibilidad de esta actividad agrícola. El conocimiento generado proporcionará una base sólida para garantizar un crecimiento óptimo del cacao, contribuyendo así a la prosperidad continua de la industria del cacao en la región.

1. Problema

1.1 Planteamiento del problema

Uno de los factores que más limita la producción de cacao en Colombia y en otros países productores es la alta incidencia de enfermedades de origen fúngico, las cuales pueden generar pérdidas significativas en la calidad y cantidad del grano. A nivel global, enfermedades como la moniliasis (*Moniliophthora roreri*), la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*) y la mazorca negra (*Phytophthora spp.*) representan una seria amenaza para la sostenibilidad del cultivo (Castillo & Gutiérrez, 2019; Ramos & Vargas, 2020).

En el contexto colombiano, la moniliasis se ha identificado como una de las enfermedades más prevalentes y severas, afectando aproximadamente el 40 % de la producción nacional, y en condiciones críticas, puede ocasionar pérdidas de hasta el 100 % (ICA, 2019; Pérez, 2022). Esta severidad está asociada no solo a la virulencia del patógeno, sino también a factores como las condiciones agroecológicas específicas de cada zona, la alta humedad relativa, la densidad del cultivo y la falta de prácticas adecuadas de manejo sanitario.

A pesar de los avances en investigación, muchas fincas aún carecen de estrategias eficaces de monitoreo y prevención, lo que permite la persistencia y expansión de focos infecciosos. Por esta razón, la moniliasis continúa siendo considerada como una de las principales limitantes fitosanitarias para el desarrollo competitivo del cacao colombiano (Suárez & Aránzazu, 2010; Martínez & Ramos, 2019).

El manejo de los problemas sanitarios en el cultivo de cacao continúa representando un gran desafío para los productores colombianos. A pesar de los avances técnicos y del conocimiento acumulado, muchos sistemas productivos aún carecen de materiales genéticamente resistentes, prácticas agronómicas adecuadas y difusión efectiva de estrategias integradas. Hasta que no se fortalezca la adopción de un enfoque basado en el manejo integrado de plagas y enfermedades (MIPE), el sistema agrícola asociado al cacao seguirá enfrentando serias limitaciones estructurales y productivas. Según Torres et al. (2021), los focos de enfermedades continúan expandiéndose en distintas regiones del país debido a la falta de diagnóstico oportuno, escasa asistencia técnica y limitada implementación de prácticas preventivas sostenibles.

El cultivo de cacao en el departamento del Meta ha experimentado una expansión significativa en la última década, consolidándose como una alternativa agrícola estratégica para el desarrollo rural. De acuerdo con datos actualizados del Ministerio de Agricultura y el sistema Agronet (2023), el departamento cuenta con más de 8.200 hectáreas sembradas de cacao distribuidas en al menos 23 municipios, lo que refleja una tendencia creciente impulsada por programas de sustitución de cultivos ilícitos, emprendimiento rural y fortalecimiento asociativo. Estas iniciativas, lideradas por entidades como el ICA, Fedecacao y organismos internacionales, han promovido la implementación de prácticas sostenibles y el acceso a mercados diferenciados, lo que ha permitido avanzar hacia una producción más competitiva, con enfoque en la legalidad, equidad y sostenibilidad agroecológica. Por lo anterior se reunió la mesa técnica de cacao en este departamento, para presentar los diferentes avances y proyectos de cada entidad participante, en la que se acordó la reactivación del consejo fitosanitario para el cultivo de cacao, enfatizando el manejo y monitoreo de enfermedades (Instituto Colombiano Agropecuario, 2019).

. Estas actividades contribuyen a que las nuevas plantaciones se establezcan bajo criterios de sanidad e inocuidad, garantizando la ausencia de enfermedades que puedan afectar la producción (Instituto Colombiano Agropecuario, 2019). En este contexto, el cultivo de cacao tiene una notable relevancia en el departamento del Meta, donde beneficia a cerca de 1.200 familias y agrupa aproximadamente 3.000 productores distribuidos en 11 municipios, con alrededor de 570 hectáreas sembradas (Pérez, 2022).

1.2 Formulación del problema

¿Cuál es el estado fitosanitario de los cultivos de cacao (*Theobroma cacao*) en el municipio de Acacías, Meta, ¿y qué agentes fúngicos presentan mayor prevalencia e incidencia en su desarrollo productivo?

2. Justificación

Entre el año 2007 y 2017 a nivel mundial se incrementaron las hectáreas cultivadas de 8 millones a 11millones, y se pasó de producir 3,8 millones de toneladas a producir 5,2 millones de toneladas, con rendimientos de 451 y 448 kg (FAO , 2020). Respectivamente, es decir, la industria cacaotera mundial creció extensivamente y no intensivamente debido a un mayor rendimiento por hectárea y en Colombia se dio algo similar la producción se incrementó de 39.904 toneladas en el año 2007 a 60.535 toneladas en el 2017, más por el aumento en el área sembrada al pasar de 117.000 ha en el 2007 a 175.000 ha en el 2017 (FEDECACAO, 2019), el fortalecimiento de las prácticas fitosanitarias en los cultivos de cacao, como el manejo cultural de las principales enfermedades, la regulación adecuada de la sombra, la ejecución oportuna de las podas y la aplicación correcta de fertilizantes, contribuye significativamente al aumento de la productividad y a la sostenibilidad del sistema cacaotero (Bustos, 2021). En este sentido, la presente investigación busca generar información técnica que oriente a los productores en la adopción de estrategias de manejo más eficientes, promoviendo el desarrollo productivo y la sanidad del cultivo en el municipio de Acacías, Meta.

En el caso del municipio de Acacías, Meta, ha mostrado en los últimos años un crecimiento progresivo en la implementación del cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.) como una alternativa agro productiva sostenible. Sin embargo, este potencial se ve afectado por la presencia de enfermedades de origen fúngico, como la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y la escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*), entre otras, las cuales representan una amenaza importante para la productividad, la calidad del grano y la rentabilidad del cultivo en la región.

Ante esta problemática, se hace necesaria la realización de un diagnóstico fitosanitario integral, que permita identificar las enfermedades más frecuentes, su distribución, severidad, y los factores agroclimáticos que favorecen su desarrollo. Este estudio no solo permitirá validar la presencia de patógenos en campo y laboratorio, sino también orientar la toma de decisiones para el manejo integrado de enfermedades (MIE) y la capacitación de los productores.

También es importante destacar que en Colombia patógenos como *Phytophthora palmivora* en departamentos como Antioquia han sido estudiados por tu alta incidencia en el entorno (Palacios, 2021). No obstante, el estudio de otros agentes causante tales como *Moniliophthora roreri* y su manejo en el municipio de Acacias, Meta, refleja que la necesidad de mayores investigaciones. Por lo tanto, esta investigación busca llenar vacíos y aportar conocimientos que orienten la implementación de buenas prácticas fitosanitarias y estrategias de manejo sostenible en los sistemas de producción de cacao. Además, se enmarca en la línea de investigación de Desarrollo rural sostenible y en la sublínea de Gestión agroecológica de los sistemas productivos de UNIMINUTO, contribuyendo al fortalecimiento del conocimiento científico y a la generación de soluciones aplicadas que promuevan la sostenibilidad y competitividad del sector cacaotero en el municipio de Acacías, Meta.

3. Objetivos

3.1 Objetivo general

Determinar el estado fitosanitario del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en el municipio de Acacías, Meta, mediante un diagnóstico integral que permita identificar las principales enfermedades presentes y orientar estrategias de manejo sostenible.

3.2 Objetivos específicos

O¹: Evaluar las prácticas agrícolas que utilizan los productores locales en el municipio de Acacias y su impacto en la salud del cultivo de cacao.

O²: Identificar las enfermedades más prevalentes que afectan al cultivo de cacao en el municipio de Acacias, Meta.

O³: Diseñar un plan de manejo fitosanitario basado en prácticas sostenibles y eficaces para controlar las enfermedades que afectan al cultivo de cacao.

4. Marco referencial

El cacao (*Theobroma* cacao) es un árbol de hoja perenne que tiene una altura entre 5 y 10 metros, es originario de la región amazónica. A partir de su descubrimiento hecho por los europeos, el cultivo de esta planta ha tenido un crecimiento continuo, aumentando de manera masiva después del siglo XIX exportándose en África y Asia, siendo cultivado en las regiones húmedas tropicales a nivel mundial (Cilas & Bastide, 2020). Por otro lado, el cacao es el fruto nativo de las regiones tropicales de América del Sur. Sus semillas son la materia prima principal para producir chocolate y otros productos derivados. El proceso de transformación de las semillas de cacao en chocolate es complejo e involucra varias etapas, desde la fermentación hasta el tostado y la molienda. El cacao, una planta venerada desde tiempos ancestrales por civilizaciones mesoamericanas como los mayas y aztecas, se ha convertido en un elemento fundamental en nuestra historia, cultura y economía global (Loor et al., 2016; Haro et al., 2021).

En el mundo existen diferentes tipos de cacao. Según Navarro & Mendoza (2006), originalmente eran solo 2 tipos; el criollo y el forastero, pero el cruce de estas dos especies dio origen al trinitario, y del cruce repentino entre ellos, se originaron los diferentes tipos de cacao que se conocen y se utilizan en la actualidad.

- Cacao Criollo: Considerado el cacao de mayor calidad, se cultiva principalmente en América Latina. Es conocido por su sabor suave y aromático, con notas florales y afrutadas.
- Cacao Forastero: Es el tipo más común y ampliamente cultivado. Tiene un sabor más amargo y robusto en comparación con el criollo. Suele utilizarse en la producción de chocolate masivo.

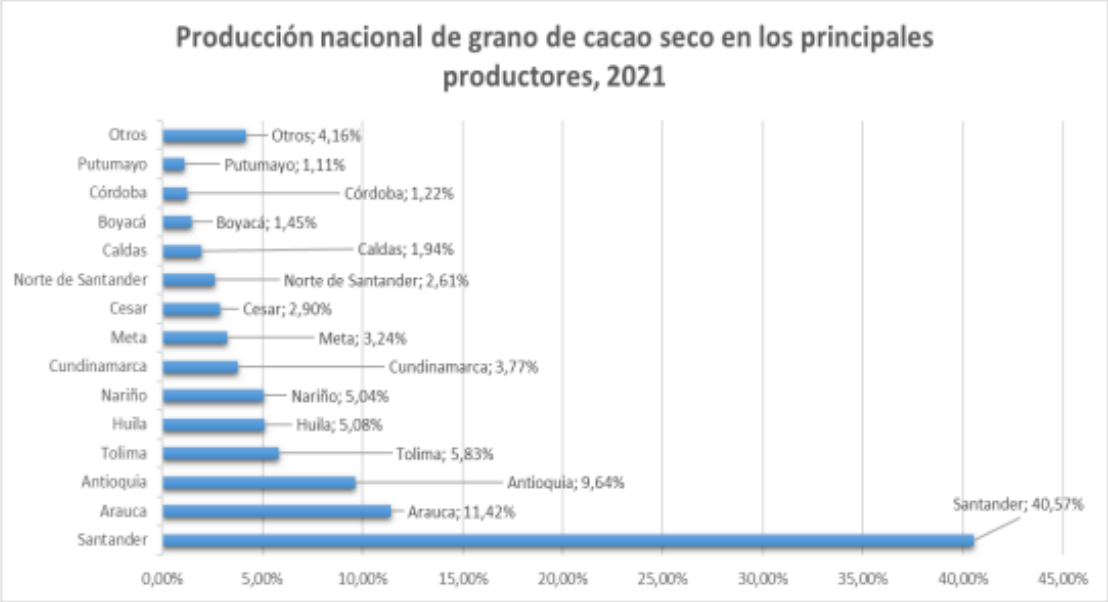
- Cacao Trinitario: Se considera una variedad híbrida, que combina características del criollo y el forastero. Ofrece una amplia gama de sabores, desde delicados y afrutados hasta intensos y amargos (Carvallo, 2020).

El cultivo ha sido amenazado tanto por efectos del cambio climático dentro de los que se destaca sequias y el fenómeno de El Niño (Rey, 2018) y factores biológicos como la aparición y propagación de microorganismos que afectan distintas partes de la planta (Bonilla, 2021). La mayoría de enfermedades en el cultivo de cacao son transmitidas por hongos que afectan el fruto, tal es el caso de moliniasis, la cual se transmite por el basidiomiceto *Moniliophtora roreri*, la escoba de bruja, que se transmite por el hongo *Moniliophthora* perniciosa, y la pudrición parda del fruto causada por la familia de hongos *Phytophthora* (Valderrama, 2022)

Durante el Gobierno del expresidente Iván Duque junto con la embajada del Reino Unido se buscó impulsar esta industria, destinando aproximadamente COP $20.500 millones para la renovación del cultivo del cacao. Esta inversión represento para el 2.020 un aumento del 9.2% en la productividad, generando más de 64 mil toneladas de cacao, convirtiendo a Colombia en el décimo exportador de cacao en el mundo (Instituto Colombiano de Agricultura, 2012). En la **Figura 1** se puede evidenciar que el departamento del Meta para el año 2021 se ubicaba como el octavo productor de caco del país.

Figura 1.

Gráfico de la Producción nacional de grano de cacao en el año 2021 en Colombia



Nota: La figura muestra la producción nacional de grano de cacao seco en los principales productores. Fuente: Fedecacao

En el caso del departamento de Santander (Zona con mayor producción de Colombia) desde un enfoque técnico se evidencia que uno de los mayores obstáculos para que los productores locales logren una mayor producción se encuentra relacionado a enfermedades como *Monilinia,* pese a los controles culturales, sumado a la poca incidencia de las asociaciones, el acceso limitado a créditos y la poco asistencia técnica de los productores, reflejando la enorme necesidad de fortalecer un acompañamiento a los productores de cacao del país (Bustos, 2021).

. La investigación desarrollada por Ortega y Pineda (2023) presenta un enfoque innovador en la detección de enfermedades del cacao mediante el uso de redes neuronales y técnicas de *transfer learning*. Este modelo, implementado a través de Docker en Google Cloud, funciona como un backend para la identificación de enfermedades como la moniliasis, la mazorca negra y la lasiodiplodia. Su integración con una aplicación móvil desarrollada en Android Studio permite a los productores acceder fácilmente a herramientas de diagnóstico desde sus teléfonos inteligentes, facilitando la toma de decisiones informadas para el manejo

fitosanitario de los cultivos. Esta estrategia tecnológica contribuye significativamente a mejorar los rendimientos y fortalecer la sostenibilidad de la producción cacaotera.

5. Marco Conceptual

Enfermedades

En el cultivo de cacao, uno de los principales desafíos fitosanitarios lo representan las enfermedades de origen fúngico, las cuales generan mayores pérdidas que los insectos plaga. Estas enfermedades pueden ocasionar reducciones de hasta el 80 % en la producción, afectando tanto la calidad como la rentabilidad del grano. Algunas, como la moniliasis (*Moniliophthora roreri*) y la mazorca negra (*Phytophthora spp.*), destruyen directamente las mazorcas, mientras que otras, como el mal del machete y el mal del talluelo, comprometen la vitalidad de toda la planta, llegando incluso a provocar su muerte. Por esta razón, para los productores cacaoteros es fundamental implementar un manejo sanitario riguroso, ya que el descuido en el control de enfermedades puede traducirse en significativas pérdidas económicas debido a la disminución de los rendimientos (Rojas, 2022).

Moniliophthora roreri (moniliasis)

La moniliasis es una enfermedad fúngica que ataca el cultivo de cacao, causada por el basidiomycete *Moniliophthora roreri*. Está presente en la mayoría de los países latinoamericanos y se adapta a diversidad de ambientes. Existen diversas técnicas de manejo que permiten realizar un control parcial de la enfermedad y los más comunes se encuentran: Control cultural, control químico, control biológico y control genético. Durante el año 2014 se calcula que cerca del 40% de la producción anual de cacao en Colombia vio afectada por la *moniliasis*. En caso de existir un contagio y no ser controlado es posible perder hasta el 90% de la cosecha (Correa, 2014).

Para reconocer la enfermedad se puede identificar a través de la presencia de deformaciones llamadas gibas, maduración prematura (A + puntos aceitosos (B), así mismo a través de manchas irregulares de color café, micelio incipiente en mancha color café, micelio del hongo sobre la mancha café, la etapa más contagiosa o en un fruto momificado. Como se puede observar en la **imagen 1**

Figura 2

Manifestaciones visibles de la moniliasis ***(Moniliophthora roreri)*** *en frutos de cacao (Theobroma cacao).*



Nota: La figura muestra cómo se identifica la moniliasis. Fuente: CATIE, 2009.

Mazorca negra o fitóftora- ***Phytophthora***

Esta enfermedad ataca varias partes de la planta, pero los daños más importantes se dan en los frutos, particularmente en los cercanos a la madurez. Produce una mancha café de borde regular y de crecimiento rápido que llega a cubrir al fruto en pocos días. Internamente, causa una pudrición café (CATIE, 2009). Entre las recomendaciones para el manejo de *Phytophthora* se debe considerar, algunas como: Usar plantas resistentes a esta enfermedad especialmente para nuevas plantaciones o en zonas con alta incidencia de *Phytophthora*; Realizar podas (basadas en las recomendaciones previamente mencionadas) para reducir la cantidad de sombra y así permitir la reducción de fuentes de inóculo; En la cosecha semanal o quincenal de mazorcas maduras, eliminar las que estén enfermas y tratarlas fuera de la plantación. Los residuos de cosecha no deben ser amontonados alrededor del cuello de las plantas. Una práctica eficiente es la recolección de las mazorcas enfermas y su eliminación de la huerta, a un lugar donde se puedan amontonar y aplicar cal o fungicidas (Suárez, 1993).

Figura 3.

Síntomas de la mazorca negra (Phytophthora sp) en frutos de cacao.



Nota: La figura muestra el fruto afectado por la mazorca negra. Fuente: CATIE, 2009.

La escoba de bruja (*Moniliophthora perniciosa*)

Esta enfermedad fue descrita por primera vez en 1895 en Surinam. Posteriormente, en 1900 se diseminó por el resto de Sudamérica, donde se volvió endémica (Baker, 1953). Además, es una de las enfermedades más dañinas del cacao y es causada por el hongo *Moniliophthora perniciosa* (antes *Crinipellis perniciosa*). Ataca todas las plantas de cacao, produciendo crecimientos anormales y lesiones en los brotes, las ramas, los cojines florales y los frutos. También ataca a las plántulas de vivero. Algunos de los síntomas en frutos podrían ser confundidos con la moniliasis (CATIE, 2009). Para el manejo de la escoba de bruja se debe considerar algunas de las siguientes recomendaciones: Planificar podas sanitarias del cultivo, al menos una vez al año, preferiblemente durante la época seca y con una escasa producción de frutos pequeños, para evitar su marchitamiento; Remover los tejidos enfermos por causa de escoba de brujas (frutos, ramas, cojines florales, etc.), labor que se recomienda realizar junto a las podas programadas. Los frutos y material enfermo removido deben ser repicado en el suelo para acelerar su descomposición (Suárez, 1993).

Identificación microscópica:

Al ser observadas las estructuras del hongo *Moniliophthora perniciosa* bajo el microscopio, se evidencian hifas septadas, hialinas y ramificadas, con presencia de clamidosporas intercaladas o terminales que actúan como estructuras de resistencia. En condiciones de humedad adecuada, el hongo produce basidios y basidiósporas de forma elíptica a alargada, de paredes delgadas y superficie lisa, características del grupo Basidiomycota al que pertenece. Estas estructuras reproductivas permiten confirmar la presencia del patógeno y diferenciarlo de otros hongos fitopatógenos asociados al cultivo de cacao.

Figura 4

Cómo identificar la escoba de bruja



Nota: La figura muestra la planta afectada por la escoba negra. Fuente: CATIE, 2009

6. Materiales y Métodos

6.1 Línea de investigación

Seguridad Alimentaria: Integración de prácticas de manejo, sanitarias y fitosanitarias, para la sostenibilidad y rentabilidad de los sistemas de producción, bajo esquemas de Buenas Prácticas Agrícolas, producción limpia y producción orgánica.

6.2 Tipo de estudio

Con la realización de esta investigación se busca determinar el estado fitosanitario del cultivo de cacao (*Theobroma cacao*) en el municipio de Acacías, Meta, mediante un diagnóstico integral que permita identificar las principales enfermedades presentes y orientar estrategias de manejo sostenible. Para ello, se adoptó un enfoque mixto, aplicando una metodología

observacional, dado que se evita la manipulación de las variables o fenómenos de estudio. No obstante, el grado de control que el investigador puede ejercer sobre la situación observada depende en gran medida del contexto natural en el que se desarrolla la investigación (Universidad de Valencia, s.f.).

Asimismo, se contó con el apoyo de expertos en fitopatología, quienes participaron en la identificación de los agentes patógenos detectados y en la formulación de estrategias de manejo integrado orientadas a la prevención y el control de enfermedades. Desde el enfoque cuantitativo, se aplicaron encuestas estructuradas para recopilar datos sobre los cultivos. Estas incluyeron preguntas cerradas centradas en aspectos como la frecuencia de prácticas sanitarias, la participación en capacitaciones sobre enfermedades y el manejo general del cultivo de cacao. Según Pardinas (1991), la encuesta es un sistema de preguntas que tiene como finalidad obtener datos para una investigación y constituye un eficaz auxiliar en la observación científica, al uniformar la técnica de observación y permitir aislar los problemas de interés (Tecla, 1974).

6.3 Enfoque

Enfoque de la investigación

La investigación se desarrolló bajo un enfoque mixto, combinando elementos cualitativos y cuantitativos. Desde el componente cualitativo, se realizaron observaciones directas en campo, consultas bibliográficas y entrevistas con expertos en el tema, lo que permitió identificar patrones, tendencias y posibles relaciones entre variables. Este enfoque facilitó una comprensión más profunda y contextualizada de la situación fitosanitaria del cultivo de cacao en el municipio de Acacías (Hernández, 2012).

Por su parte, el componente cuantitativo se abordó mediante la aplicación de encuestas virtuales estructuradas, diseñadas para recopilar información sobre las prácticas de manejo, la frecuencia de labores sanitarias y la percepción de los productores frente a las enfermedades del cacao.

Alcance de la investigación

El estudio presenta un alcance **exploratorio-descriptivo**, ya que busca reconocer y describir el estado fitosanitario del cultivo de cacao en la zona de estudio, así como las principales enfermedades fúngicas asociadas. Este tipo de alcance permite obtener una visión general del problema y generar información base para futuras investigaciones que profundicen en el manejo integrado de las enfermedades del cacao.

Aplicando las siguientes preguntas: ¿Con qué frecuencia realiza podas sanitarias en su cultivo de cacao?, ¿Cómo maneja la sombra en su plantación?, ¿Qué hace con las mazorcas enfermas o dañadas?, ¿Conoce o ha escuchado hablar de la enfermedad “moniliasis”?, ¿Ha recibido alguna capacitación sobre enfermedades del cacao?, ¿Quién le ha brindado apoyo técnico o asesoría sobre el manejo del cultivo?, ¿Qué enfermedades ha identificado en su cultivo?

Por lo cual, en la recolección de datos tanto cualitativos y cuantitativos se busca dar cumplimiento al objetivo relacionado con identificar las prácticas agrícolas que utilizan los productores locales en el municipio de Acacias y su impacto en la salud del cultivo de cacao.

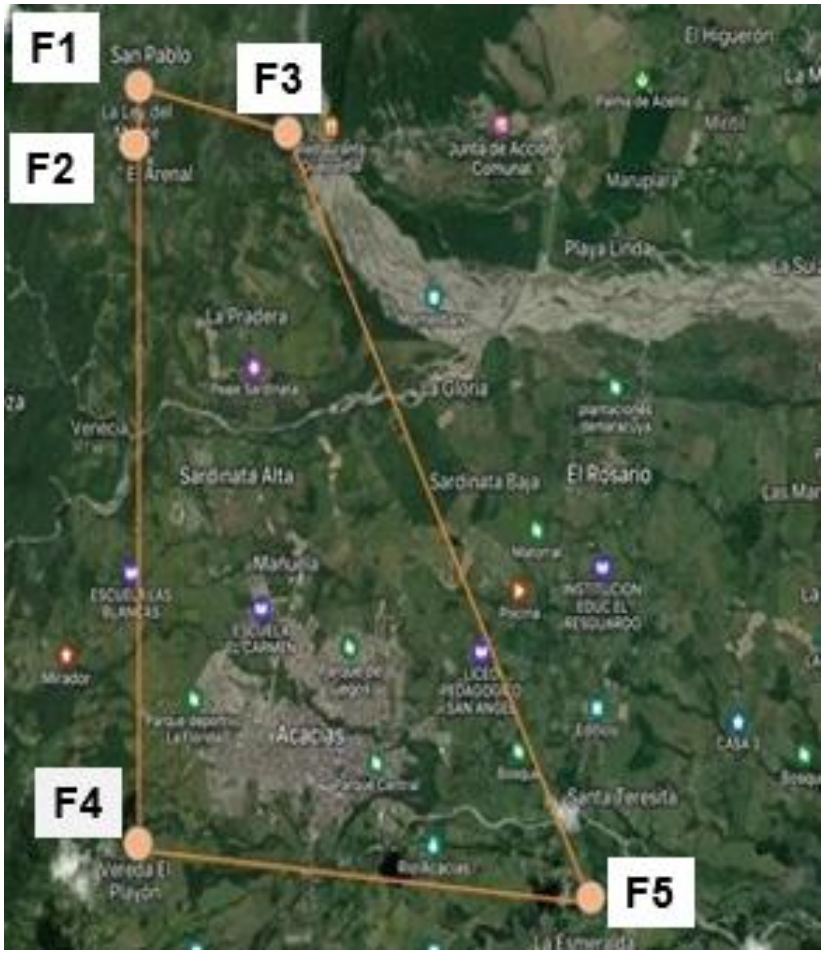
6.4 Ubicación Geográfica del área de estudio.

El estudio se llevó a cabo en cinco fincas ubicadas en las veredas de loma del pañuelo, Brisas del Guayuriba, la esmeralda y el playón que se encuentran en el municipio de Acacías,

departamento del Meta (**ver Figura 5 y 6**). En la **Figura 5** se puede notar las veredas donde se encuentran ubicadas las fincas seleccionadas para la realización del estudio: Finca villa Ever green- vereda loma del pañuelo; Finca Bella vista- vereda loma del pañuelo; Finca la cabañita- vereda Brisas del Guayuriba; Finca El triunfo- vereda la esmeralda; Finca La ponderosa -vereda el playón.

Figura 5.

Ubicación tomada de Google maps de las 5 fincas que se tomaron como muestra para esta investigación



Nota: Ubicación de las 5 fincas. Fuente: Google Earth

6.5 Población

La población de estudio estuvo conformada por los agricultores dedicados al cultivo de cacao en el municipio de Acacías, Meta. Para el desarrollo de la investigación, se seleccionaron cinco fincas cacaoteras cuya actividad principal corresponde al manejo y producción de cacao (*Theobroma cacao*).

Dado que la investigación presenta un enfoque mixto, con métodos de observación y un alcance exploratorio, la selección de la muestra se realizó mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia, considerando la disponibilidad, accesibilidad y disposición de los productores para participar en el estudio. Este tipo de muestreo resulta adecuado cuando se busca obtener información representativa de una población específica en un contexto determinado, sin pretender la generalización estadística de los resultados, sino la comprensión detallada del fenómeno observado.

6.6 Muestra

Las fincas seleccionadas obedecieron a tres aspectos principales, 1) Se presenta siembra de Cacao, 2) Se tiene fácil acceso a la finca, 3) Los agricultores acceden voluntariamente a participar del estudio.

Esta participación fue consultada y aprobada mediante la firma de un consentimiento. La colaboración estrecha entre los investigadores y la comunidad agrícola local, facilitó el acceso a la información y las muestras de tejido vegetal colectadas. A cada finca se realizaron 6 visitas, la primera fue para la recolección de la información y consentimiento de participación, así como, para realizar un reconocimiento del área de estudio. Posteriormente, las 5 visitas restantes, fueron entre los meses de agosto del 2024 hasta mayo del 2025, donde se recolectaron muestras

de plantas de cacao de manera sistemática. Esto implicó una toma de muestras planificada y representativa en diferentes áreas de las fincas, siguiendo un protocolo predefinido. Las muestras incluyeron hojas, tallos y frutos, y fueron utilizadas para evaluar la salud de las plantaciones y detectar posibles problemas fitosanitarios.

Figura 6

Coordenadas de las Fincas visitadas en el estudio.




C
GPS MAP CAMERA
Lat 4.048495° Long -73.767426°
03/09/2025 miércoles, 1:02 PM
13.0 km/h
77%
50 uT
24 °C
246° SW
542.52 m
Tag: GPS Map Camera
D
GPS MAP CAMERA
Acacías, Meta, Colombia
El Playón, Acacías, Meta, Colombia,
Lat 3.973750° Long -73.797689°
03/09/2025 miércoles, 3:38 PM
13.0 km/h
77%
60 uT
24 °C
209° SW
597.68 m
Tag: GPS Map Camera



Nota: Fincas visitadas en el estudio. Se presenta georreferenciación de las mismas. A) Finca villa Ever green- vereda loma del pañuelo; B) Finca bella vista- vereda loma del pañuelo; C) Finca la cabañita- vereda brisas del Guayuriba; D) Finca El triunfo - vereda el playón; E) Finca la ponderosa - vereda la esmeralda. Fuente: Autor (2025).

6.6.1 Toma de muestras en campo.

Se llevó a cabo un muestreo sistemático, asegurando la cobertura de diferentes áreas del cultivo, con recorridos por todo el sistema productivo realizando monitoreo de todas las plantas de Cacao presentes en las fincas seleccionadas y que presentaran algún tipo de síntoma de enfermedad o deficiencia de nutrientes. La toma de muestras se realizó de manera planificada y representativa, de acuerdo a lo descrito por Castro & Franco (2020) y para ello se estableció, parcelas de observación dentro de cada finca, en las cuales se tomaron muestras de hojas, tallos y frutos en cada parcela, se seleccionaron plantas de cacao al azar, priorizando aquellos que

presentan síntomas visibles de enfermedades, tales como manchas foliares, deformaciones en los frutos. Las muestras fueron recolectadas utilizando herramientas desinfectadas para evitar la contaminación cruzada. En el caso de las hojas y tallos, se toman fragmentos representativos con signos evidentes de afección, mientras que, para los frutos, se seleccionan mazorcas con síntomas de enfermedades como, por ejemplo, *Moniliasis* y mazorca negra. Estas fueron empacadas con papel absorbente, papel kraft y posteriormente ingresadas a bolsas plásticas rotuladas con el nombre de la finca y el número de la visita (**ver Figura 8**). Las mismas fueron transportadas al Laboratorio, en cavas de icopor, con gel refrigerante, para evitar deterioro del tejido colectado.

Figura 7

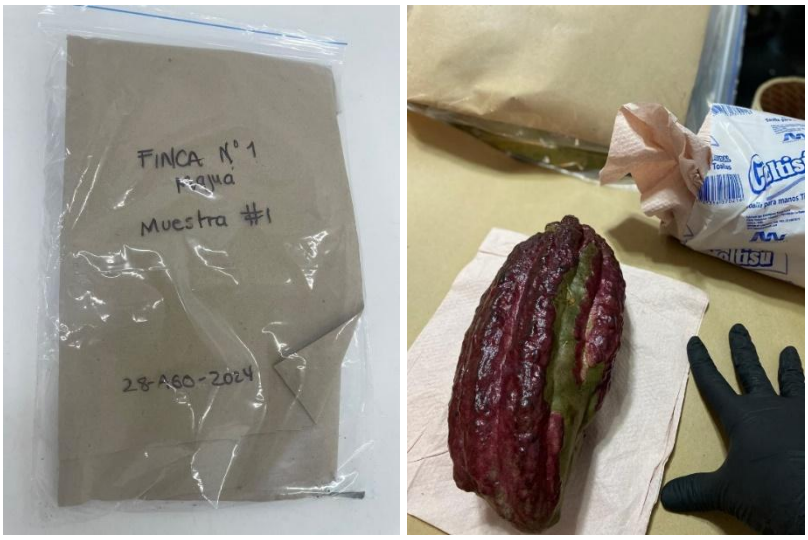
Selección de muestras y síntomas visibles del material vegetal en campo.



Nota: Selección de la muestra vegetal dependiendo del síntoma. Fuente: Autor (2025).

Figura 8

Recolección de muestras para análisis fitopatológico



Nota: Se lleva el material vegetal para en volverlo en toallas de papel absorbentes utilizando bolsas plásticas, etiquetándolas y evitando que haya agua libre dentro de las bolsas para ser trasladas al laboratorio. Fuente: Autor (2025).

6.7 Procedimientos en laboratorio para el diagnóstico fitosanitario

A continuación, se detallan los procedimientos que se llevaron a cabo para el procesamiento de las muestras que permitiera la identificación del agente causal de la enfermedad en campo. La metodología de laboratorio se adaptó a los protocolos establecidos por (Agrios, 2005), (Lavilla, 2024) y con algunas modificaciones.

Una vez se tenían las muestras en el Laboratorio de Biología de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, rectoría Oriente, ubicado en la graja agroecológica, vereda Barcelona, Villavicencio –Meta. Se procedió a realizar el registro fotográfico de los tejidos colectados (**ver Figura 9**).

Figura 9

Tejido foliar con síntoma.

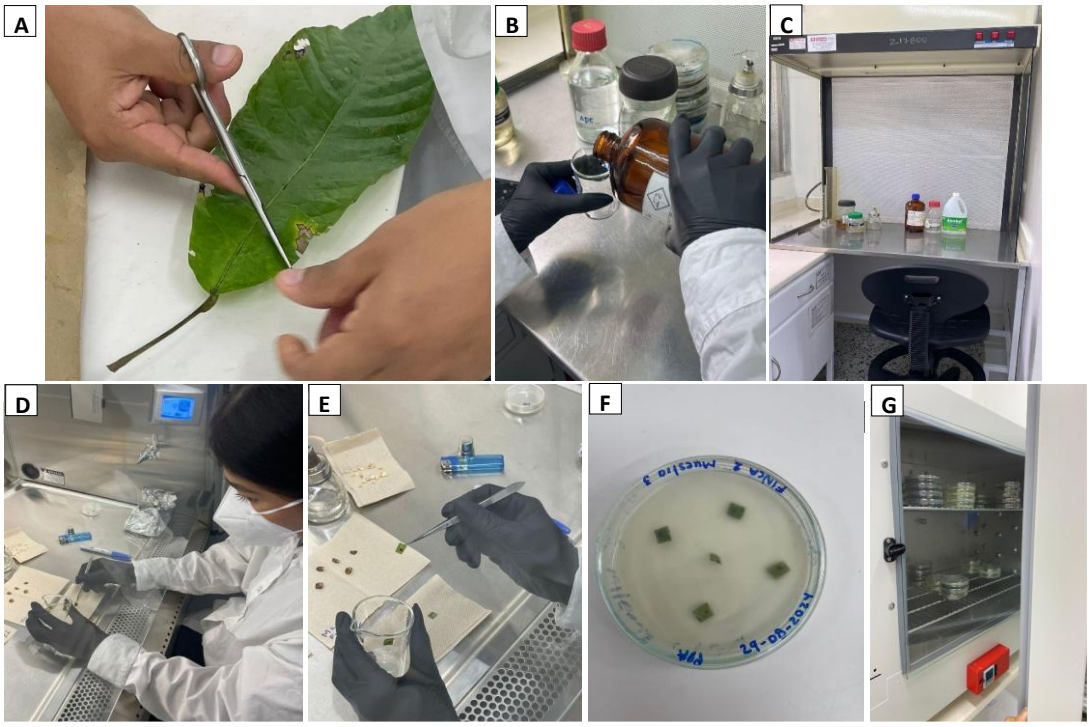


Nota: Seleccionar y separar la parte de la muestra con síntomas representativos de la enfermedad, en sus estados iniciales. Fuente: Autor: (2025).

Luego, se seleccionó tejido con síntomas y se realizaron cortes de 3 a 5 mm, con parte de tejido sano y parte enfermo (**ver Figura 10A**). A estos se realizó un proceso de desinfección con etanol al 70% durante un minuto, hipoclorito de sodio al 1% durante un minuto, y lavado con agua destilada estéril dos veces, proceso llevado a cabo dentro de una cámara de flujo laminar para tener condiciones controladas de asepsia (**ver Figura 10B y 10C**). Posteriormente, los explantes de tejido seleccionados se llevaron a una cámara de bioseguridad y se dejaron secar durante 15 minutos, al lado del mechero (**ver Figura 10D y 10E**). Pasado dicho tiempo, se procedió a realizar la siembra de los explantes en cajas Petri con medio agar PDA y finalmente se llevaron a una incubadora a 25 °C durante 48 a 72 horas, bajo un régimen de 12 horas luz-12 horas oscuridad.

Figura 10

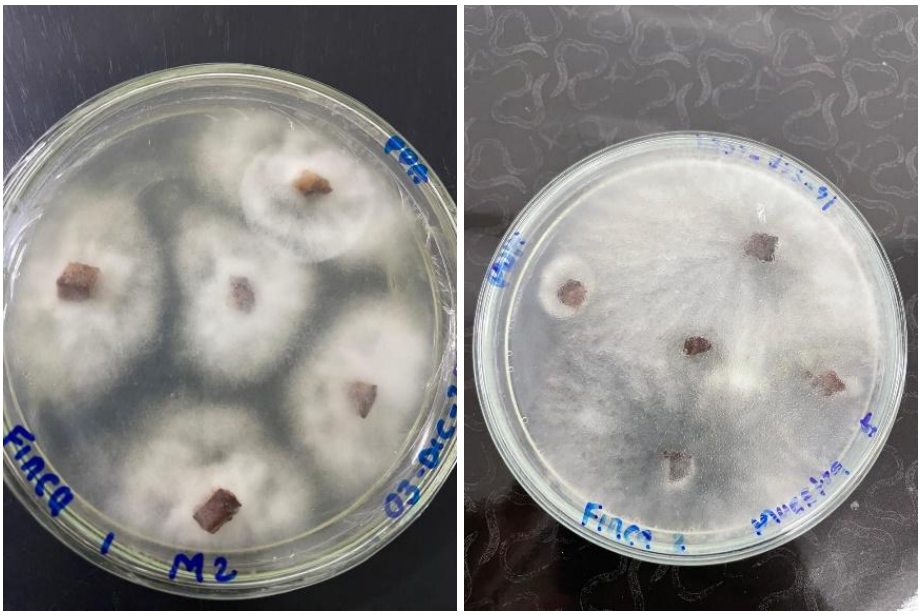
Procesamiento de muestra de tejido vegetal.



Nota: Pasos para el procesamiento del tejido vegetal con síntomas. A) Corte de explantes, B y C) desinfección del explante. D y E) Secado en cámara de bioseguridad y mechero. F) Siembra en medio PDA. G) Incubado de las cajas a 25°C y fotoperíodo de 12 horas luz/12 horas oscuridad. Fuente: (2025).

Figura 71

Crecimiento de colonias en medio de PDA.



Notas: Después de 48 horas, se revisan las cajas para identificar el crecimiento de colonias de hongos en el medio de cultivo. Fuente: (2024)

Luego de 48 a 72 horas se realizó la revisión de los explantes y se procedió a realizar cultivos puros de las colonias que estaban presentes en el tejido (**ver Figura 11**). De cada colonia se realizaron tres siembras (repeticiones). En cada repetición se describieron y registraron características principales de la colonia como: forma, tamaño, elevación, margen, superficie y color (**ver Figura 12**), tanto en la parte superior como en la inferior. Así mismo, se observaron estructuras reproductivas como conidios, setas, cuerpos fructíferos, entre otros. . Para la identificación de los patógenos aislados, las características antes nombradas fueron corroboradas y comparadas con claves taxonómicas de (Gallegly & Hong, 2008; Seifert & Gams, 2011; Weir et al., 2012.

Figura 12

Crecimiento del cultivo puro del oomyceto Phytophthora sp.,



Nota: Si en todas o la mayoría de las porciones de tejido sembradas se desarrollan colonias similares, el resultado es positivo. Es decir, el material está infectado al menos por un hongo parásito facultativo. Fuente: Autor (2025)

Diseño experimental y análisis estadístico

Diseño experimental y muestreo

En la fase de campo, se estableció un diseño de muestreo sistemático, con el propósito de asegurar la cobertura representativa de las diferentes áreas de los cultivos de cacao. Se realizaron recorridos por todo el sistema productivo, efectuando monitoreos visuales en la totalidad de las plantas con el fin de identificar síntomas visibles de enfermedades fúngicas.

En la fase de laboratorio, no se implementó un diseño experimental en sentido estricto, ya que el estudio tuvo un alcance exploratorio y observacional. Sin embargo, se aplicó un diseño de muestreo controlado para el aislamiento e identificación de los agentes causales. Para ello, se

seleccionaron explantes de tejido vegetal con síntomas evidentes, utilizando cinco explantes por caja Petri y cuatro repeticiones por muestra. Este procedimiento permitió verificar la consistencia en el crecimiento de las colonias fúngicas, considerando como agente causal aquellas que presentaron una frecuencia de aparición superior al 70%, lo que permitió diferenciarlas de posibles organismos saprófitos presentes en el tejido.

Los resultados de las encuestas y de las identificaciones de laboratorio se analizaron mediante la estimación de frecuencias y porcentajes de aparición. No se aplicaron pruebas estadísticas inferenciales más complejas, debido a que la mayoría de los datos fueron de naturaleza cualitativa y descriptiva.

El cálculo de la incidencia de la enfermedad en los cultivos se realizó según lo descrito por Agrios (2005) y Castillo & Jiménez (2020), mediante la fórmula:

$$\text{Incidencia (\%)} = \frac{\text{Número de unidades enfermas}}{\text{Número total de unidades evaluadas}} \times 100$$

Se establecieron los siguientes intervalos de incidencia:

- **Baja:** 0–29% de las plantas afectadas.
- **Media:** 30–59% de las plantas afectadas.
- **Alta:** 60–100% de las plantas afectadas.

7. Resultados

Con el ánimo de dar respuesta a los objetivos planteados en esta investigación y conforme a los hallazgos obtenidos se plantea a continuación cada resultado discriminado por cada objetivo:

7.1 Resultados del primer objetivo

Teniendo en cuenta el primer objetivo de esta investigación:

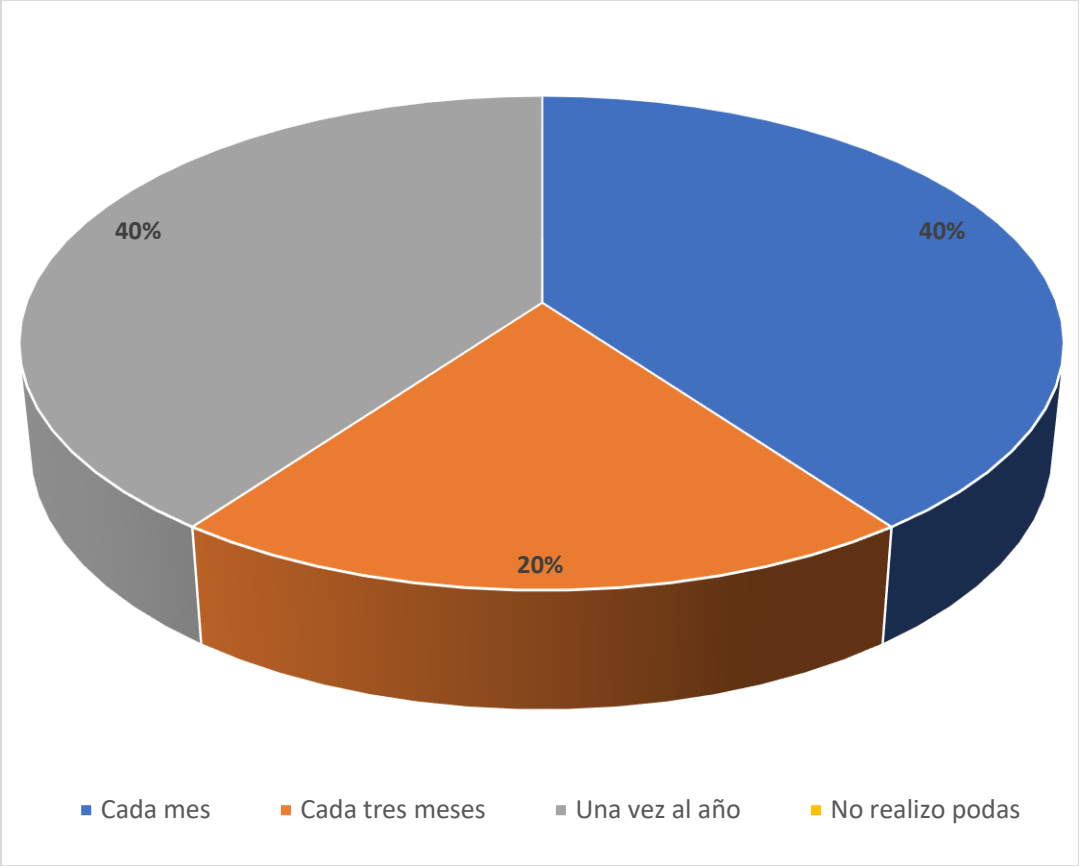
O^1: Evaluar las prácticas agrícolas que utilizan los productores locales en el municipio de Acacias y su impacto en la salud del cultivo de cacao.

A continuación, se presentan los resultados obtenidos en la encuesta, los cuales reflejan el nivel de cumplimiento de los criterios evaluados. Cabe destacar que todos los productores de las cinco fincas participantes respondieron de manera completa y comprometida cada una de las preguntas, lo que permitió obtener una visión clara y representativa de la situación actual.

1. ¿Con qué frecuencia realiza podas sanitarias en su cultivo de cacao?

Figura 13

Frecuencia de podas sanitarias a cultivos de cacao.



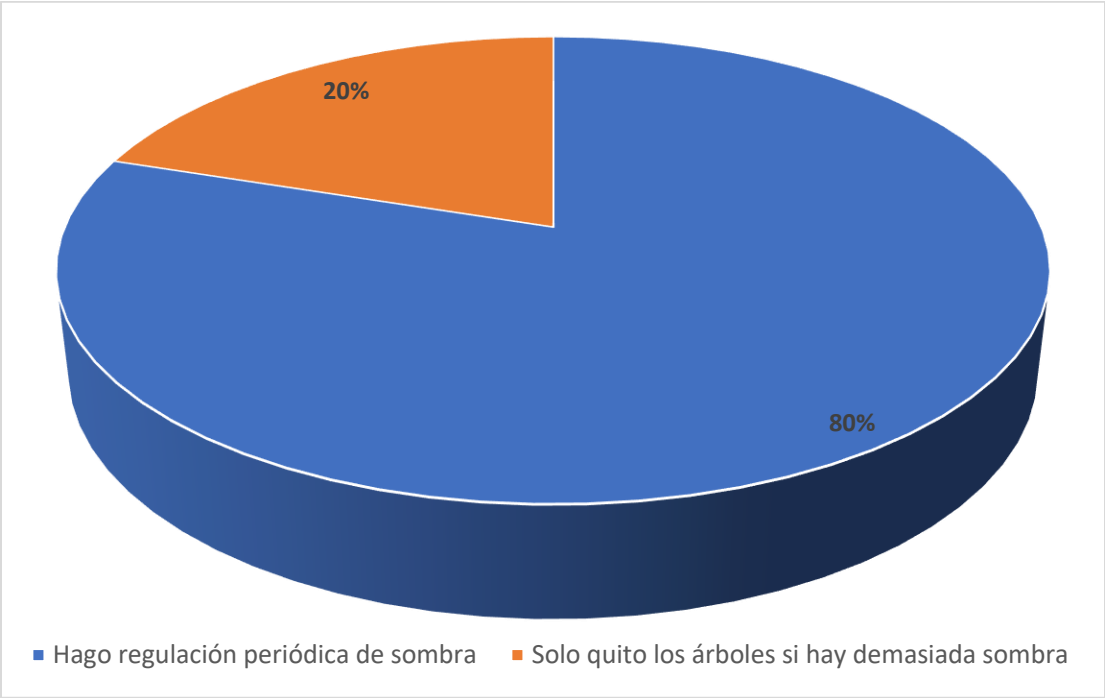
Esta pregunta corresponde a la frecuencia de podas en los cultivos de cacao, con lo cual se evidencia que el 40% de los agricultores lo realizan cada mes o una vez al año, mientras que el 20% de los agricultores lo realiza cada tres meses.

Las podas en el cultivo de cacao son una práctica esencial para garantizar la salud, productividad y sostenibilidad de las plantas. A través de ellas se mejora la aireación y la entrada de luz solar, lo que reduce la humedad y la incidencia de enfermedades causadas por hongos. Además, estimulan el crecimiento de nuevos brotes vigorosos que incrementan la producción y calidad de los frutos.

2. ¿Cómo maneja la sombra en su plantación?

Figura 14.

Manejo de la sombra en las plantaciones.

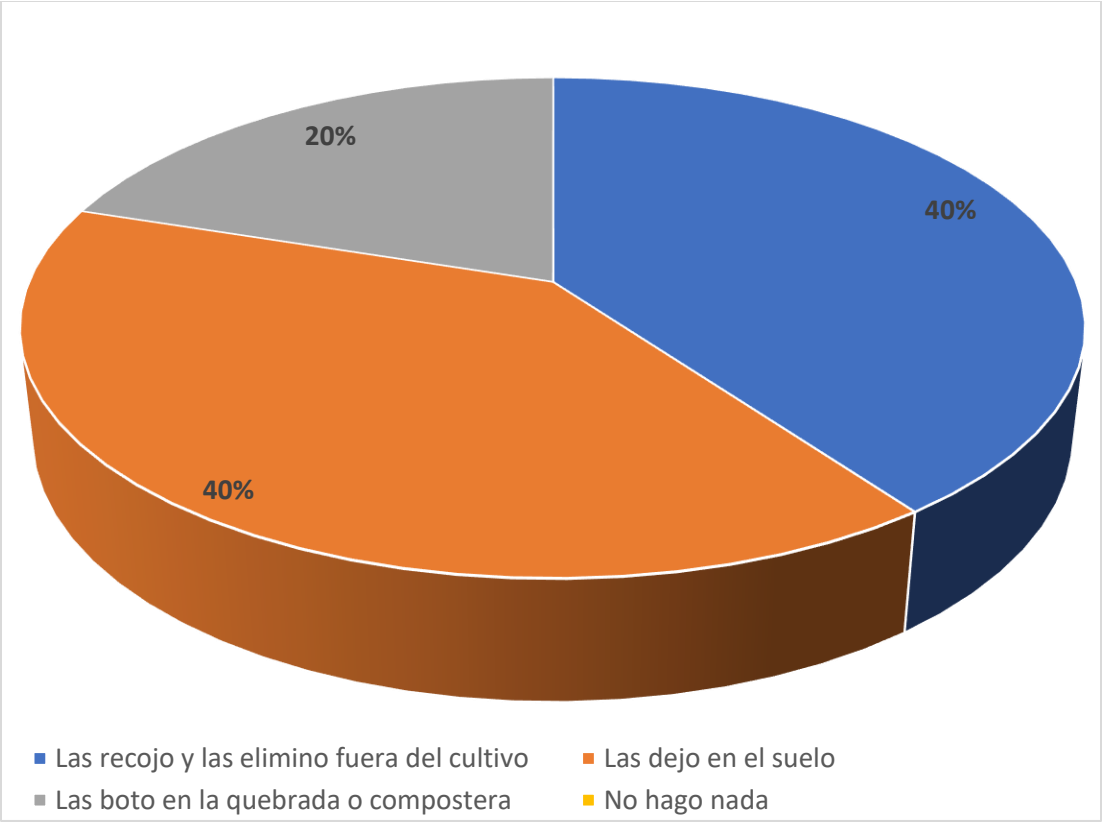


Esta pregunta corresponde al manejo de la sombra en las plantaciones de cacao, y al mirarla junto con la pregunta anterior, El mantenimiento de la sombra consiste en gestionar la cantidad y el tipo de sombra que reciben las plantas de cacao para protegerlas del sol directo, regular la temperatura, la humedad y prevenir plagas y enfermedades. lo que refleja que los agricultores son conscientes de la necesidad de realizar podas fitosanitarias, podas de mantenimiento, manejo de la sombra para evitar condiciones que favorezcan las enfermedades. Por ello, el 80% de los encuestados hacen regulación periódica de sombra, mientras que el 20% solo quita los arboles si hay demasiada sombra.

3. ¿Qué hace con las mazorcas enfermas o dañadas?

Figura 15

Manejo de las mazorcas en su ciclo de vida.

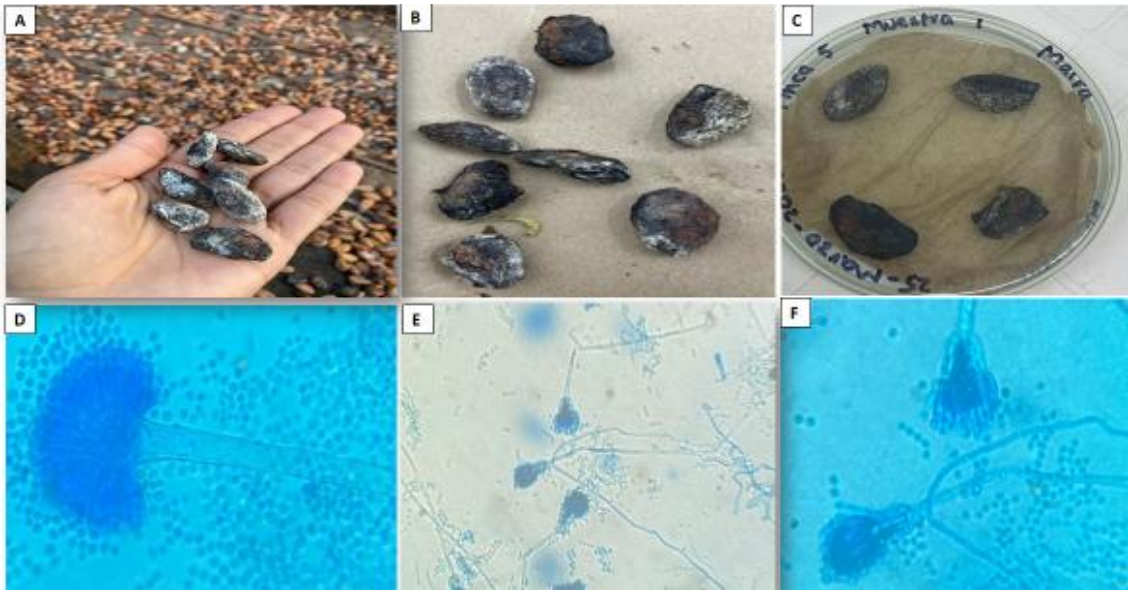


Esta pregunta corresponde al uso de las mazorcas una vez se encuentran enfermas o dañadas, lo cual nos permite ver que en esta práctica se requiere mayor información sobre la forma correcta de proceder en el cultivo, puesto que el 40% de los encuestados coincidió que las recoge y las elimina de su cultivo, el 20% las bota en la quebrada o compostera, y el 40% las deja en el suelo. Es decir, el 60 % de los encuestados está realizando una mala práctica ya que la forma en que está manejando los tejidos enfermos pone en peligro la proliferación de enfermedades en su cultivo y zonas aledañas.

Por ejemplo, En la finca El triunfo - vereda El Playón, la aparición de infecciones mixtas *por Fusarium spp*., *Aspergillus sp*. y *Penicillium* sp., (**ver Figura 16**), evidencia un manejo sanitario deficiente y una posible acumulación de condiciones predisponentes como suelos mal drenados y residuos vegetales no retirados. Según Ramos y Vargas (2020), estos hongos no solo afectan el campo, sino que comprometen también la calidad del grano durante la postcosecha. En este sentido, Hernández y Sánchez (2018) subrayan la importancia de realizar diagnósticos detallados que permitan reconocer con precisión la presencia de patógenos y aplicar tratamientos adecuados de manera oportuna.

Figura 16

Manejo de las mazorcas en su ciclo de vida.

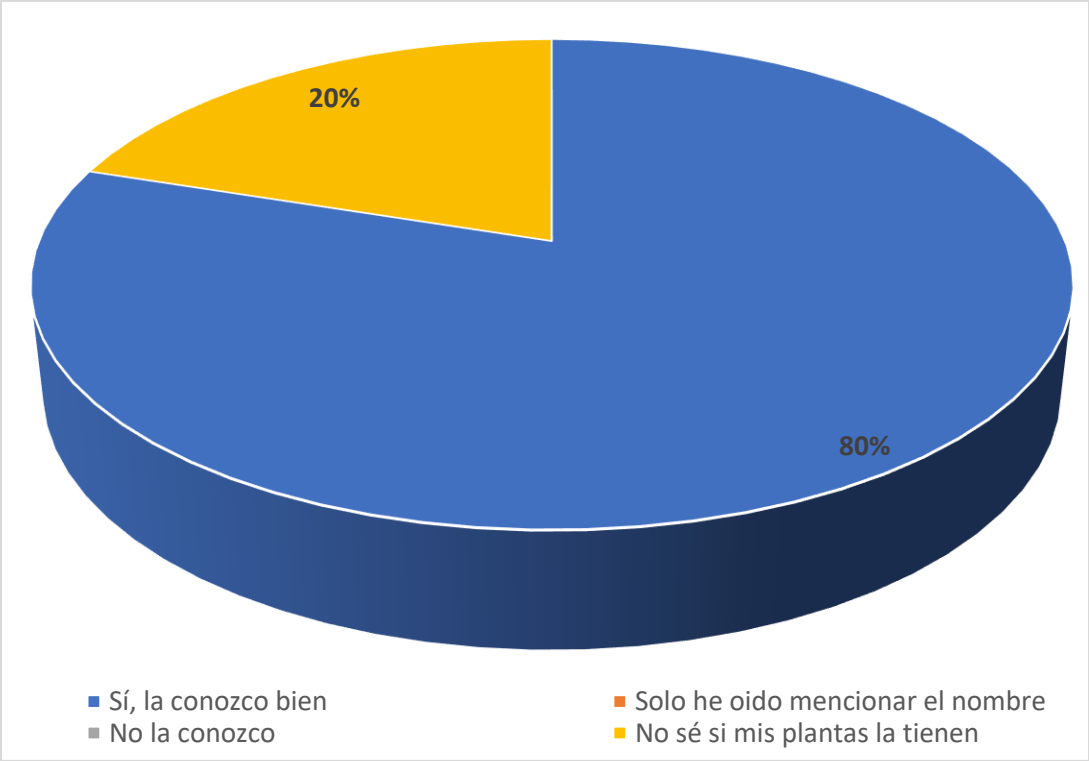


Nota: Figura 16. Identificación de los hongos *Aspergillus* sp., y *Penicillium* sp., asociados a pudrición de frutos en el cultivo de Cacao en la finca 4. A) Síntoma en frutos recolectados en campo; B y C) Vista al estereoscopio y en cámara húmeda de síntomas y signos de los hongos en frutos; D) Conidioforo y conidios de *Aspergillus* sp., vista al microscopio en 100X; E y F) Conidios de *Penicillium* sp., vista al microscopio en 40X y 100X;

4. ¿Conoce o ha escuchado hablar de la enfermedad “moniliasis”?

Figura 17

Diagnóstico de la enfermedad “moniliasis”.

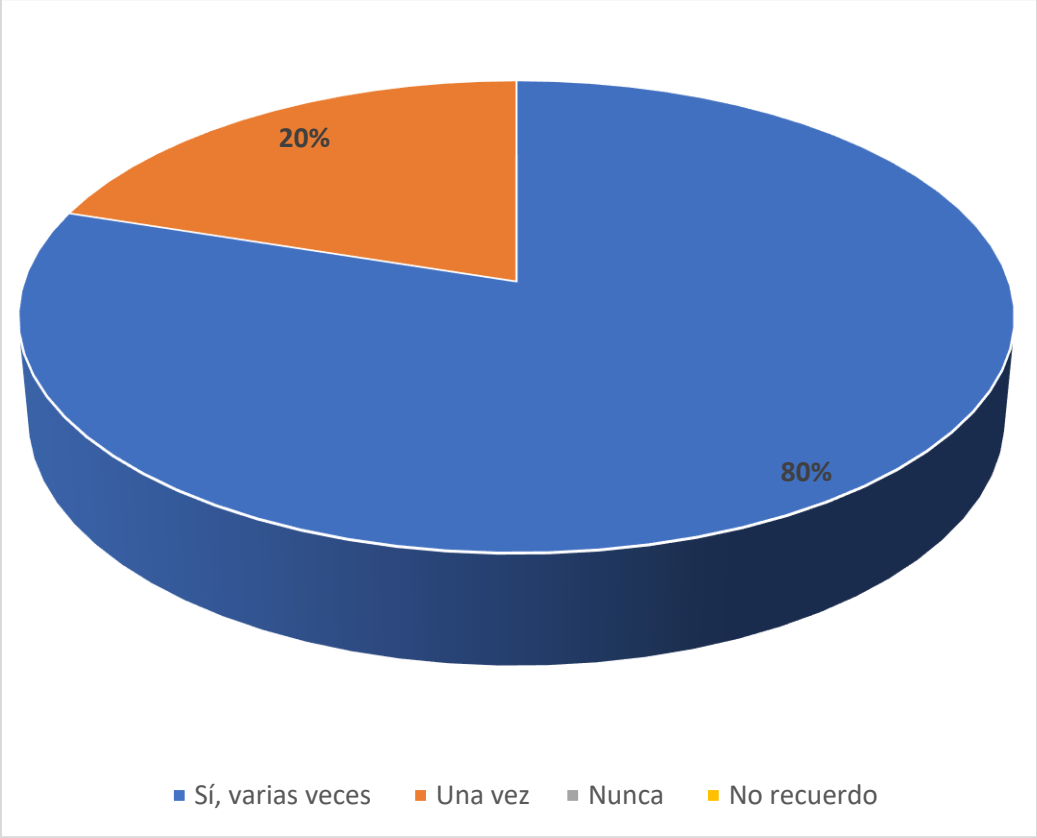


Esta pregunta corresponde a que tanto conocen los encuestados acerca de la enfermedad “moniliasis”. Los resultados sugieren que el 80% de los agricultores dice conocer la enfermedad y tener la capacidad de reconocerla en el cultivo. Mientras que el 20% no tienen certeza acerca de que sus plantas la tengan. Este hecho, es de gran importancia ya que, si se compara con lo obtenido en las identificaciones de las enfermedades presentes en los cultivos o fincas visitadas, muchos agricultores confunden los síntomas y consideran que tienen otra enfermedad.

5. ¿Ha recibido alguna capacitación sobre enfermedades del cacao?

Figura 188

Capacitaciones acerca de las enfermedades del cacao.

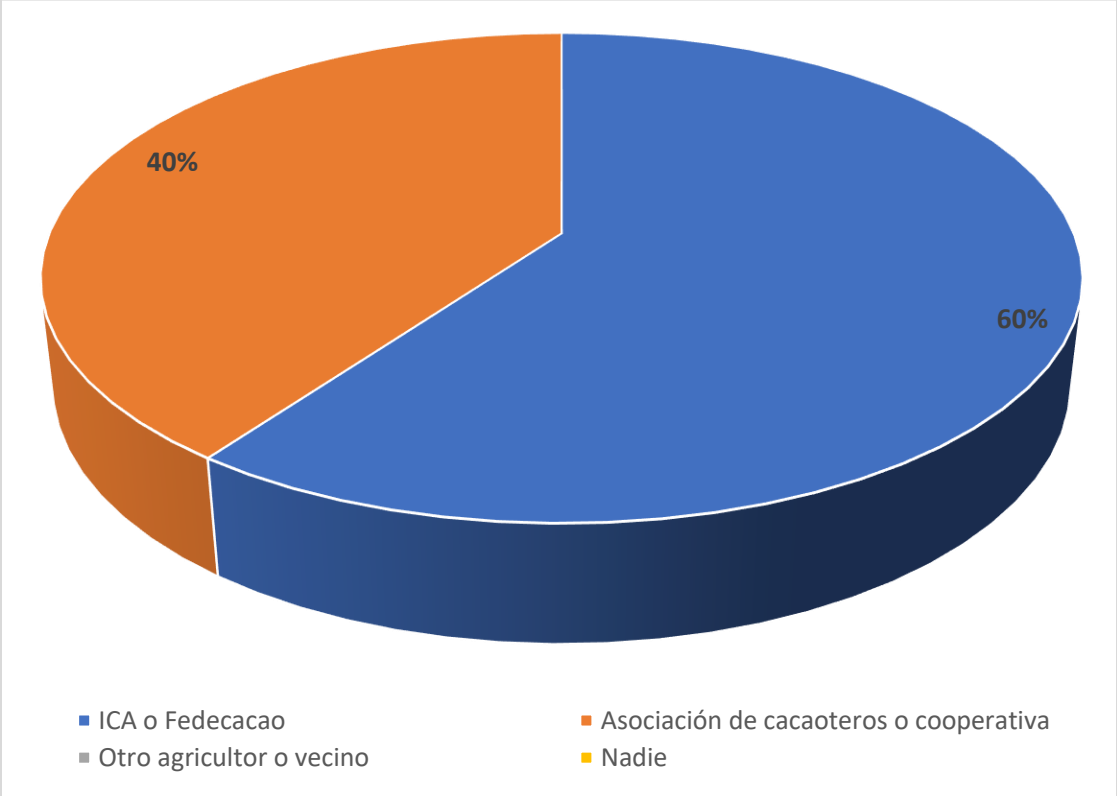


Esta pregunta corresponde a la frecuencia de capaciones que ha recibido frente a enfermedades del cacao, evidenciando que el 80% de los agricultores han recibido varias capacitaciones y el 20% por lo menos una capacitación. Este hecho es relevante, ya que concuerda con los resultados obtenidos en el segundo objetivo, en el que de manera general se observa un buen manejo del cultivo y los mismos están relativamente sanos, de acuerdo a las visitas realizadas.

6. ¿Quién le ha brindado apoyo técnico o asesoría sobre el manejo del cultivo?

Figura 19

Entidades que brindan capacitaciones sobre el manejo del cultivo.

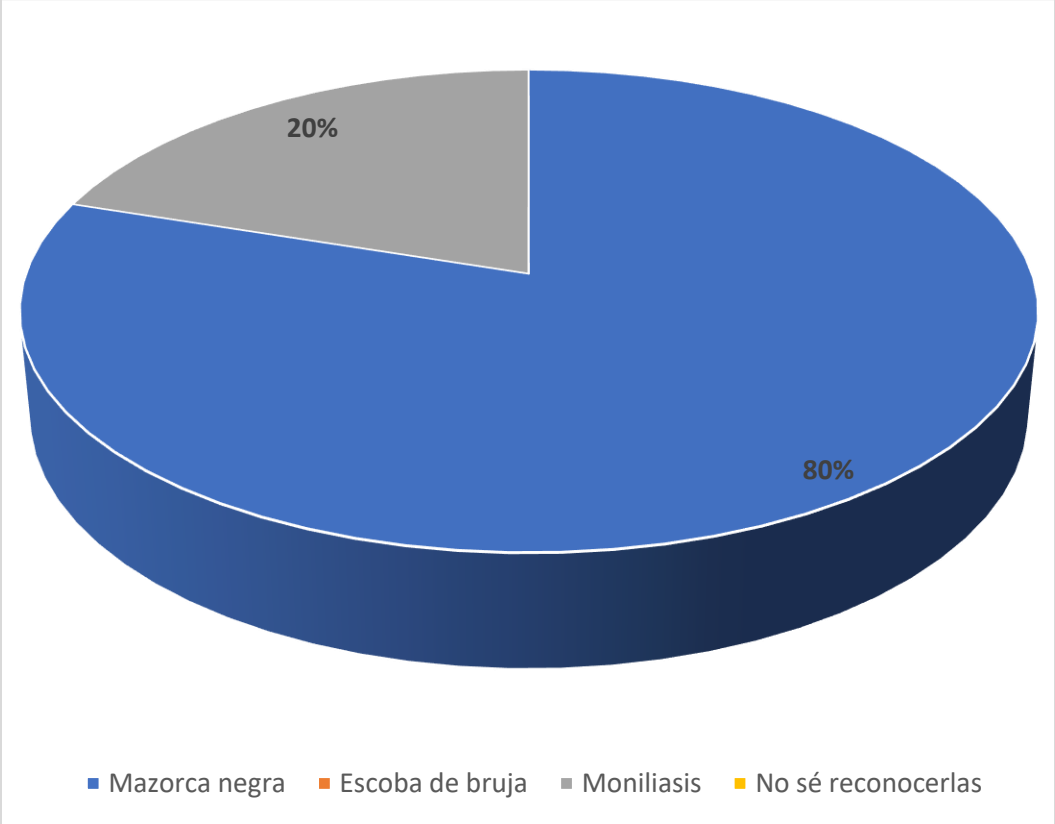


Esta pregunta corresponde a las entidades que le han brindado a los encuestados el apoyo técnico y asesoría sobre el manejo del cultivo, evidenciando que el 60% lo ha recibido formación o capacitación por parte del ICA o Fedecacao, mientras que el 40% por otras asociaciones de cacaoteros o cooperativas. Esto permite observar que los agricultores consultados presentan acompañamiento en el desarrollo de su sistema productivo lo cual facilita las labores y disminuye sustancialmente los riesgos relacionados a un mal establecimiento y manejo del cultivo.

7. ¿Qué enfermedades ha identificado en su cultivo?

Figura 20

Identificación de enfermedades en los cultivos de cacao.



Esta pregunta hace referencia a las enfermedades identificadas en los cultivos de los productores encuestados. Los resultados evidencian que el 80 % de los agricultores reportó la presencia de la enfermedad conocida como “mazorca negra”, cuyo agente causal es el *Oomyceto Phytophthora* spp., mientras que el 20 % manifestó haber identificado la enfermedad denominada “moniliasis”, causada por *Moniliophthora roreri*. De acuerdo con los testimonios obtenidos, los productores señalaron que la “mazorca negra” se presenta con mayor frecuencia durante periodos de alta humedad, provocando pudrición y pérdida de frutos, mientras que la “moniliasis” se caracteriza por la aparición de mazorcas momificadas y deformadas. Estas observaciones permiten concluir que ambas enfermedades representan las principales limitantes

fitosanitarias en la producción cacaotera del municipio, afectando tanto el rendimiento como la calidad del grano.

Estos resultados revelan la importancia de generar una cultura de toma y envió de muestras de tejido enfermo a los laboratorios que realizan reconocimiento de enfermedades. Ya que, en muchos de los casos, las personas que realizan los recorridos a los cultivos, suelen confundir los síntomas de las enfermedades, y resulta que lo que se cree tener en los cultivos, corresponde a un patógeno diferente. Lo anterior se puede confirmar con lo obtenido en el resultado del segundo objetivo.

En conclusión, los datos indican que, existe un conocimiento básico en relación a prácticas agronómicas, el manejo inadecuado de los residuos y la limitada capacidad de identificar patógenos son factores que influyen negativa y significativamente a los cultivos.

7.2 Resultados del segundo objetivo

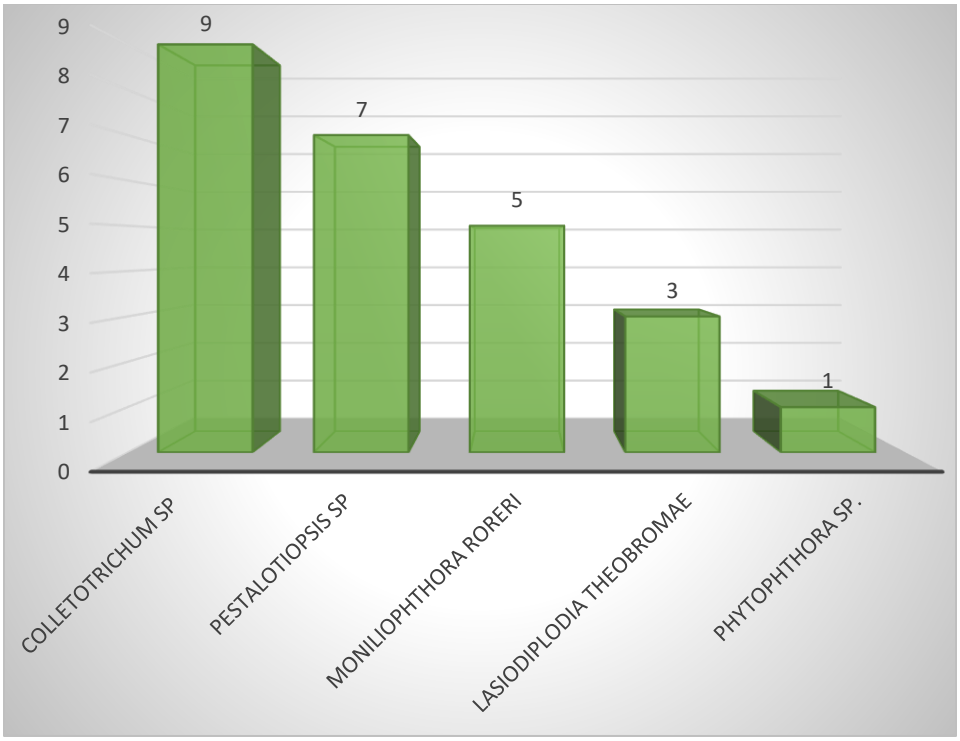
O^2: Identificar las enfermedades más prevalentes que afectan al cultivo de cacao en el municipio de Acacias, Meta.

Después de realizar las visitas a las fincas seleccionadas y llevar a cabo el procesamiento de las muestras, se identificaron diversos agentes fitopatógenos presentes en los cultivos de cacao. Entre ellos se encontraron *Colletotrichum* sp (**ver Figura 22)**, *Pestalotiopsis* sp (**ver Figura 23)**, *Moniliophthora roreri* (**ver Figura 24)***,*** *Lasiodiplodia theobromae* (**ver Figura 25)**, *y Phytophthora* sp (**ver Figura 26)**, los cuales se asocian a las principales enfermedades observadas en la población de estudio (**ver Figura 21 y Tabla 1**).

De estas, se observó que *Colletotrichum* sp, y *Pestalotiopsis* sp, fueron las que mayor frecuencia de detección tuvieron. Además de estar presentes en todas las fincas evaluadas (**ver Tabla 1**).

Figura 21

Frecuencia de detección de las enfermedades en los cultivos de cacao.



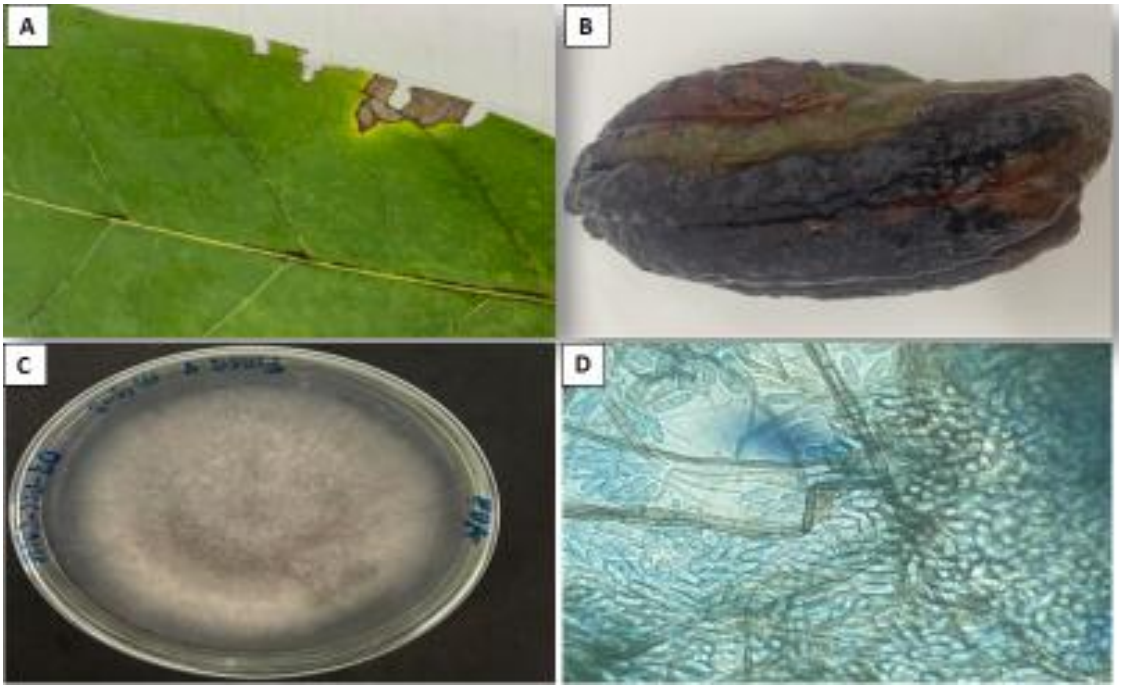
Lo anterior, contrasta con lo reportado por los agricultores en la pregunta 7 de la encuesta, en la que estos consideran a las enfermedades “mazorca negra”-*Phytophthora* spp.,. y “moniliasis”- *Moniliophthora roreri*, como los principales patógenos que han afectado su cultivo en algún momento. Este hecho, sugiere que las dinámicas del cultivo y las enfermedades prevalentes en el Cacao, por lo menos para la zona, están cambiando durante los últimos años.

Los resultados obtenidos en la presente investigación concuerdan con lo reportado por la (Federación Nacional de Cacaoteros, 2006) en el *Proyecto productivo de inversión y*

acompañamiento para el establecimiento de 336 hectáreas de cacao clonado en la región del Ariari (Meta, Colombia), donde se registró la presencia de ***Colletotrichum*** **spp.,** asociado a síntomas de antracnosis en frutos de cacao, lo cual resalta la importancia del manejo fitosanitario en la zona.

Figura 22

Identificación del patógeno Colletotrichum sp., en el cultivo de Cacao



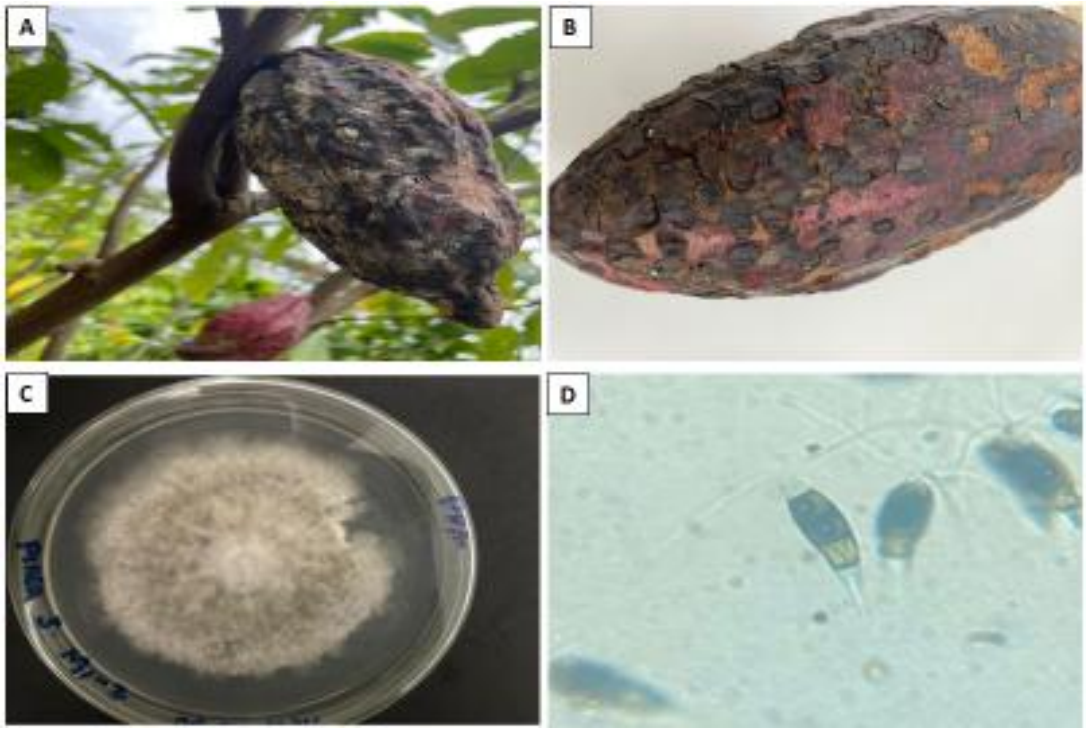
Nota: **Figura 22**. Identificación del patógeno *Colletotrichum* sp., en el cultivo de Cacao en las fincas evaluadas. A) Síntoma en hojas de la muestra 1 de la finca 1; B) Síntoma en frutos de la muestra 3 de la finca 5; C) Crecimiento de colonia de *Colletotrichum* sp., en medio de cultivo PDA; D) Conidios, setas y micelio de *Colletotrichum* sp., vista al microscopio en 100X.

El hongo *Colletotrichum* sp., agente causal de la antracnosis, se reconoce como una de las principales enfermedades que afectan al cultivo de cacao (*Theobroma cacao* L.), generando

pérdidas significativas en la productividad y calidad de las mazorcas (Zaruma et al., 2025). Esta patología se asocia principalmente con condiciones de alta humedad y manejo inadecuado del dosel vegetal, factores que favorecen la diseminación del patógeno.

Figura 23

Identificación del patógeno Pestalotiopsis sp., *en el cultivo de Cacao*



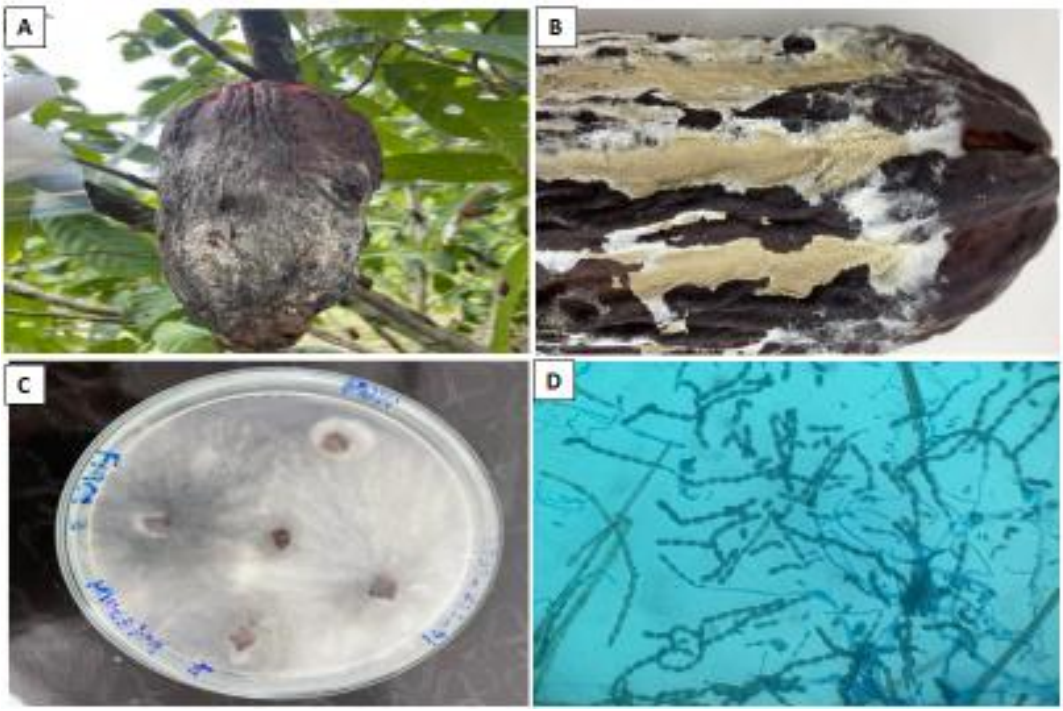
Nota: **Figura 23.** Identificación del patógeno *Pestalotiopsis* sp., en el cultivo de Cacao en las fincas evaluadas. A) Síntoma en fruto de la muestra 4 de la finca 5; B) Vista al Estereoscopio de síntoma en frutos de la muestra 4 de la finca 5; C) Crecimiento de colonia de *Pestalotiopsis* sp., en medio de cultivo PDA; D) Conidios de *Pestalotiopsis* sp., vista al microscopio en 100X.

Durante el análisis de las muestras recolectadas, se observó la presencia del hongo *Pestalotiopsis* sp., identificado por la aparición de manchas necróticas irregulares y áreas de pudrición en las mazorcas afectadas (ver Figura 23). Bajo el microscopio, se evidenció el desarrollo de conidios característicos del género, confirmando su presencia en las fincas

evaluadas. Este patógeno se asocia con pérdidas significativas en la calidad del fruto, especialmente en condiciones de alta humedad y escasa aireación del dosel. Los resultados concuerdan con lo reportado por (Maharachchikumbura et al., 2011) quienes destacan la importancia económica de esta enfermedad en diferentes cultivos tropicales.

Figura 24

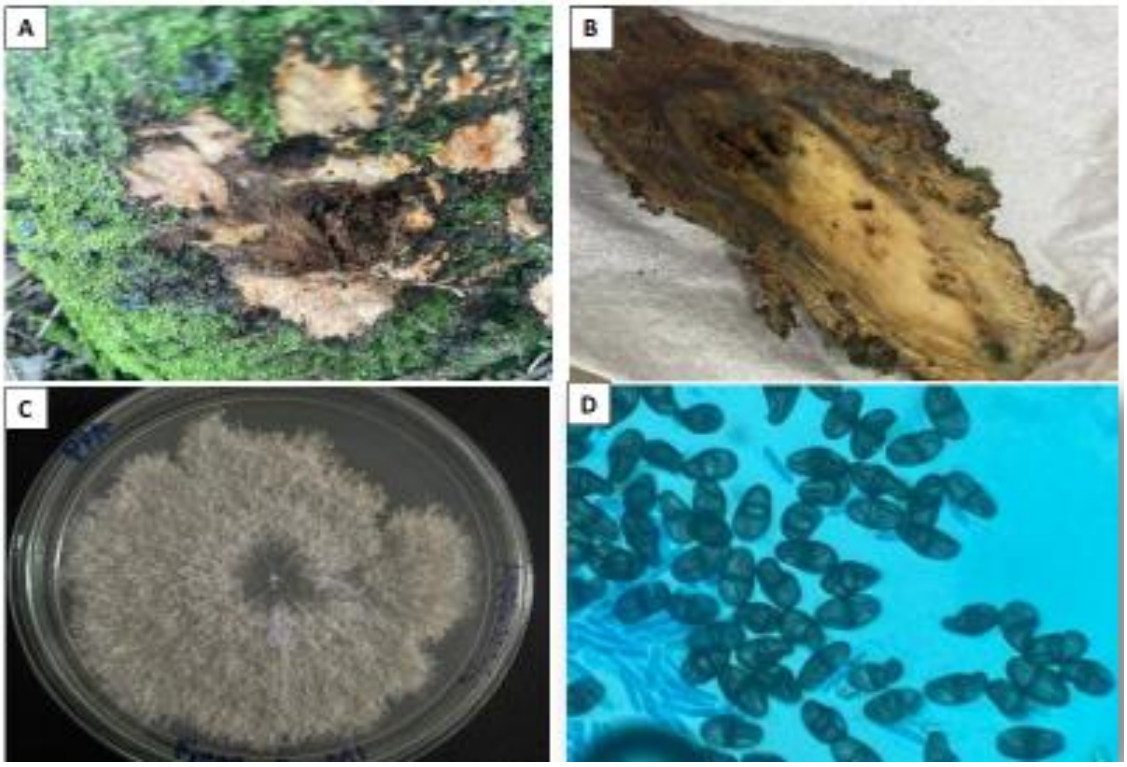
Identificación del patógeno Moniliophthora roreri, *en el cultivo de Cacao*



Nota: **Figura 24.** Identificación del patógeno *Moniliophthora roreri* en el cultivo de Cacao en las fincas evaluadas. A) Síntoma en fruto de la muestra 5 de la finca 5; B) Vista al Estereoscopio de síntoma en frutos de la muestra 5 de la finca 2, posterior a proceso en cámara húmeda; C) Crecimiento de colonia de *Moniliophthora roreri* en medio de cultivo PDA; D) Conidios de *Moniliophthora roreri* vista al microscopio en 40X.

Figura 25

Identificación del patógeno Lasiodiplodia theobromae, en el cultivo de Cacao



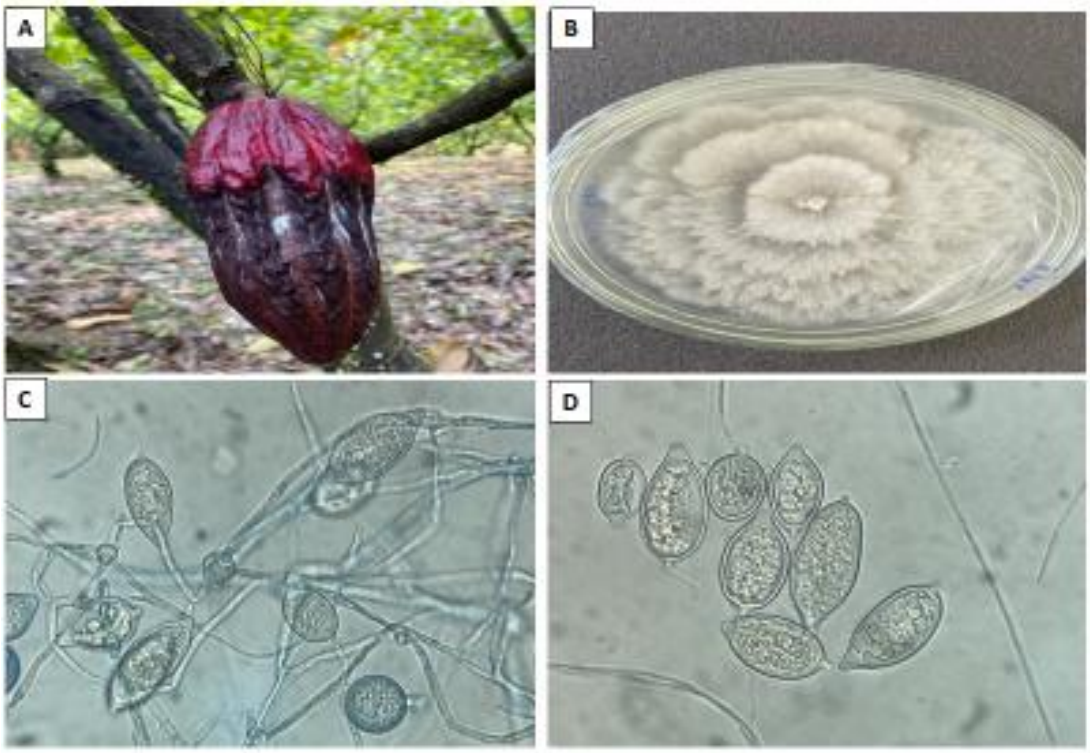
Nota: **Figura 25.** Identificación del patógeno *Lasiodiplodia theobromae* en el cultivo de Cacao en las fincas evaluadas. A) Síntoma en tallo de la muestra 2 de la finca 3; B) Vista al Estereoscopio de síntoma en tallo de la muestra 1 de la finca 2; C) Crecimiento de colonia de *Lasiodiplodia theobromae* en medio de cultivo PDA; D) Conidios de *Lasiodiplodia theobromae* vista al microscopio en 100X.

Así mismo, Lasiodiplodia theobromae, agente causal de enfermedades como la muerte regresiva y la pudrición negra o carbón de las mazorcas, fue identificada en las muestras recolectadas en el municipio de Acacías, Meta. Este hallazgo reviste especial importancia, ya que constituye uno de los primeros registros de la presencia de este patógeno en la zona, lo que resalta su pertinencia dentro del diagnóstico fitosanitario realizado. El hongo afecta

principalmente los tallos y las mazorcas, pudiendo combinarse con infecciones de monilia. Su modo de infección se da a través de heridas en los tejidos o zonas en descomposición, causando necrosis interna, marchitez en brotes y ramas terminales, y afectando significativamente la producción del cultivo. (Alves et al., 2008).

Figura 26

Identificación del patógeno Phytophthora sp., en el cultivo de Cacao



Nota: **Figura 26.** Figura 5. Identificación del patógeno *Phytophthora sp.,* en el cultivo de Cacao en las fincas evaluadas. A) Síntoma en fruto de la muestra 4 de la finca 1; B) Crecimiento de colonia de *Phytophthora sp.,* en medio de cultivo PDA; C y D) Esporangios y clamidosporas de *Phytophthora sp.,* vista al microscopio en 40X y 100X.

Phytophthora sp. causa la enfermedad “mazorca negra” del cacao. Afecta frutos en cualquier etapa, entrando por estomas, lenticelas o heridas. Produce manchas acuosas que se

vuelven pardas y avanzan rápido, generando necrosis y descomposición interna. También daña hojas, flores y brotes tiernos, provocando marchitez y pérdidas en el rendimiento (Parra et al., 2024). A pesar de que en múltiples estudios se ha reportado como uno de los fitopatógenos más comunes, en la presente investigación se encontró solo en una de las fincas visitadas y con una incidencia y severidad baja (**Tabla 1**).

Tabla 1

Enfermedades prevalentes en la muestra aplicada.

Finca-Vereda	***Colletotrichum* sp**	***Pestalotiopsis* sp**	***Moniliophthora roreri***	***Lasiodiplodia theobromae***	***Phytophthora* sp.**
Finca 1 Villa Ever Green, Vereda loma del pañuelo	**Presente-Incidencia baja**	**Presente-Incidencia baja**	**Presente-Incidencia baja**	**Presente-Incidencia baja**	**Presente-Incidencia baja**
Finca 2 Bella vista Vereda loma del pañuelo	Presente-Incidencia baja	Presente-Incidencia baja	Presente-Incidencia baja	Presente-Incidencia baja	Ausente
Finca 3 La Cabañita, Vereda Guayuriba	Presente-Incidencia baja	Presente-Incidencia baja	Presente-Incidencia baja	Presente-Incidencia baja	Ausente
Finca 4 La ponderosa Vereda la Esmeralda	Presente-Incidencia baja	Presente-Incidencia baja	Presente-Incidencia baja	Presente-Incidencia baja	Ausente
Finca 5 El triunfo Vereda el playón	Presente-Incidencia baja	Presente-Incidencia baja	Presente-Incidencia baja	Ausente	Ausente

Nota: La tabla muestra las enfermedades identificadas en las 5 fincas. Fuente: Elaboración propia.

La caracterización de las enfermedades en los cultivos de cacao se realizó mediante observación de síntomas en campo y análisis de laboratorio con aislamientos en medio PDA y observación microscópica. Se identificaron lesiones típicas de cada patógeno: **Colletotrichum sp.** con manchas hundidas y necróticas; **Pestalotiopsis sp.** con lesiones pardas y esporas con apéndices; **Moniliophthora roreri** con frutos deformados y micelio blanco; **Lasiodiplodia theobromae** con necrosis y pudrición negra de mazorcas; y **Phytophthora sp.** con manchas húmedas y micelio algodonoso. Estos resultados confirman la presencia de patógenos fúngicos de importancia económica en Acacías, Meta, relevantes para el manejo fitosanitario del cacao.

7.3 Resultados del tercer objetivo

Finalmente, para dar cumplimiento al último objetivo, citado a continuación:

O^3: Diseñar un plan de manejo fitosanitario basado en prácticas sostenibles y eficaces para controlar las enfermedades que afectan al cultivo de cacao.

Se diseñó el cuadro **Tabla 2** en el cual se puede identificar los controles culturales, biológicos, y químicos que se pueden aplicar a las diferentes patologías encontradas. Estos fueron generados en base en revisión bibliográfica y teniendo en cuenta las indicaciones o productos químicos o biofertilizantes que tiene registro del Instituto Colombiano Agropecuario-ICA, como entidad reguladora de estos insumos, dicha información se encuentra disponible en https://www.ica.gov.co/areas/agricola/servicios/fertilizantes-y-bio-insumos-agricolas . Los soportes científicos y bibliográficos de las otras indicaciones se encuentran citadas en el cuadro.

Tabla 2.

Estrategias de manejo para los Patógenos.

	***Colletotrichum* sp**	***Pestalotiopsis* sp**	***Moniliophthora roreri***	***Lasiodiplodia theobromae***	***Phytophthora* sp.**
Control cultural	Retirar y eliminar las ramas y frutos enfermos del cultivo para reducir la fuente de esporas; Regular la sombra en la plantación para evitar el exceso de humedad, que favorece el desarrollo de estos hongos; Asegurar que los árboles estén bien nutridos para fortalecer su resistencia natural a las enfermedades (CATIE, 2009).	La mejor estrategia es fortalecer la planta y asegurar que el cultivo esté en óptimas condiciones nutricionales; También es importante evitar condiciones de estrés en la planta, como sequías prolongadas o encharcamientos, que la hacen vulnerable, así mismo, realizar periódicamente podas de saneamiento y eliminación de ramas secas o dañadas (EFSA, 2023).	Eliminar y destruir todas las mazorcas infectadas de forma regular, ya que son la principal fuente de esporas y mantener el cultivo con una arquitectura adecuada para permitir una buena ventilación y penetración de la luz solar (CATIE, 2009).	Retirar y eliminar las ramas y frutos enfermos del cultivo para reducir la fuente de esporas; Regular la sombra en la plantación para evitar el exceso de humedad, que favorece el desarrollo de estos hongos; Asegurar que los árboles estén bien nutridos para fortalecer su resistencia natural a las enfermedades (CATIE, 2009; Morrillo et al., 2021).	Mantener la canopia del cultivo abierta para reducir la humedad relativa, evitar encharcamientos en el suelo, ya que las esporas de este patógeno se dispersan a través del agua y retirar las mazorcas infectadas para reducir la fuente de inóculo, ya que es el principal medio de propagación (CATIE, 2009).

Control biológico	Utilizar microorganismos como el hongo *Trichoderma* para competir con los patógenos por espacio y nutrientes, inhibiendo su crecimiento. Además algunos extractos de plantas pueden tener un efecto fungicida natural (CATIE, 2009).	Fomentar la salud del suelo con el uso de micorrizas y otros hongos benéficos para mejorar la absorción de nutrientes y la resistencia de la planta (EFSA, 2023).	El uso de algunos hongos como *Trichoderma spp.* y *Pochonia spp.,* pueden vivir dentro de la planta y ofrecer protección contra el patógeno (CATIE, 2009).	Utilizar microorganismos como el hongo *Trichoderma* para competir con los patógenos por espacio y nutrientes, inhibiendo su crecimiento. Además algunos extractos de plantas pueden tener un efecto fungicida natural (Morrillo et al., 2021).	El uso de *Trichoderma* es eficaz para reducir la población del patógeno en el suelo y fomentar la salud del suelo con materia orgánica para promover la actividad de microorganismos benéficos que compiten con el patógeno (CATIE, 2009).
Control químico	Aplicar fungicidas a base de cobre o con ingredientes activos como el azoxistrobin o propiconazol (CATIE, 2009).	Los fungicidas de contacto a base de cobre o con ingredientes activos como el mancozeb pueden ser útiles para controlar el patógeno en las lesiones foliares o de frutos (EFSA, 2023).	Aplicar fungicidas a base de cobre o con ingredientes activos como el clorotalonil o azoxistrobin en etapas tempranas de la enfermedad. Es crucial que la aplicación sea preventiva y cubra bien los frutos (CATIE, 2009).	Aplicar fungicidas a base de cobre o con ingredientes activos como el azoxistrobin o propiconazol (Morrillo et al., 2021).	Utilizar fungicidas sistémicos que pueden ser absorbidos por la planta para protegerla desde adentro. También aplicar fungicidas a base de cobre para proteger las mazorcas (CATIE, 2009).

Nota: Estrategias de manejo de los diferentes patógenos. Fuente: Elaboración propia

Respecto al objetivo de diseñar un plan de manejo fitosanitario basado en prácticas sostenibles y eficaces, los hallazgos permiten proponer un conjunto de estrategias orientadas a mejorar la sanidad del cultivo en la región. Entre ellas se destacan: la capacitación de los productores en diagnóstico temprano de enfermedades, la realización periódica de podas sanitarias, el manejo adecuado de la sombra, la recolección oportuna de frutos enfermos y el uso de herramientas desinfectadas.

La diversidad de patógenos detectados en las distintas fincas evaluadas se relaciona estrechamente con las condiciones de manejo observadas en campo y con las respuestas obtenidas en la encuesta aplicada a los productores. En la mayoría de los casos, se evidenció la falta de prácticas sistemáticas de manejo integrado, lo que favorece la permanencia y diseminación de hongos fitopatógenos como *Colletotrichum sp.*, *Pestalotiopsis sp.*, *Lasiodiplodia theobromae* y *Moniliophthora roreri*. Estas deficiencias incluyen la ausencia de podas sanitarias regulares, manejo inadecuado de residuos vegetales y limitada capacitación técnica sobre control preventivo de enfermedades.

Por otro lado, los análisis de laboratorio permitieron confirmar la identidad de los patógenos observados en campo, evidenciando la necesidad de fortalecer las estrategias de manejo integrado. En concordancia con lo propuesto por Pérez y Torres (2018), el control efectivo de enfermedades del cacao requiere una combinación de medidas culturales, biológicas y preventivas. Asimismo, Martínez y Ramos (2019) destacan que la correcta identificación de los agentes causales es fundamental para evitar errores en el manejo fitosanitario. Finalmente, los resultados sugieren que las enfermedades no se limitan a los frutos, sino que también afectan tallos y ramas, lo cual refuerza la importancia de implementar capacitaciones continuas y monitoreos periódicos, tal como lo plantea Reina (2023).

8. Discusión

Los resultados obtenidos en el diagnóstico fitosanitario de los cultivos de cacao en el municipio de Acacías, Meta, permiten comprender la importancia del manejo adecuado de las enfermedades fúngicas que afectan la productividad y calidad del grano. Estos hallazgos se enmarcan en el contexto de la producción cacaotera latinoamericana, caracterizada por su valor histórico y cultural, así como por la predominancia de pequeños productores que dependen de este cultivo como fuente de sustento y seguridad alimentaria (Tirado et al, 2016). Por consiguiente, Con respecto a los resultados del diagnóstico fitosanitario realizado en las fincas cacaoteras del municipio de Acacías, Meta, evidencian que las enfermedades ocasionadas por hongos fitopatógenos constituyen uno de los principales factores limitantes en la productividad y calidad del cacao. Este comportamiento coincide con lo reportado por (Hebbar, 2007 quien señala que la incidencia de patógenos en el cultivo ha aumentado como consecuencia de un manejo inadecuado y de las variaciones ambientales asociadas a las actividades agrícolas (Fondo Nacional del Cacao, 2011).

En el diagnóstico fitosanitario realizado en fincas cacaoteras del municipio de Acacías, Meta, se evidenció una alta incidencia de enfermedades causadas por hongos fitopatógenos, siendo *Moniliophthora roreri* el agente más frecuente. Este patógeno afectó principalmente las mazorcas, ocasionando pérdidas significativas en la producción, lo que confirma su impacto directo sobre la rentabilidad del cultivo en la región.

Estos resultados son concordantes con los reportes de Suárez y Aránzazu (2010 quienes destacan que la moniliasis puede comprometer hasta el 40 % de la producción nacional, y con la Federación Nacional de Cacaoteros (2023), que señala que las pérdidas pueden alcanzar el 80 %

bajo condiciones de manejo inadecuado. Asimismo, la Corporación M (2024) considera la moniliasis como la enfermedad de mayor potencial destructivo a nivel mundial, lo que coincide con la gravedad observada en las veredas muestreadas de Acacías, donde la expansión del patógeno evidencia la necesidad urgente de fortalecer las estrategias de control preventivo.

Contrario a lo reportado

En el diagnóstico fitosanitario realizado en las fincas cacaoteras del municipio de Acacías, se identificaron como principales enfermedades la moniliasis y la escoba de bruja, las cuales afectaron una proporción significativa de los frutos analizados. Estos resultados concuerdan con la alta incidencia de *Moniliophthora roreri* y *Moniliophthora perniciosa* observada en campo, lo que demuestra que ambas continúan siendo los patógenos más limitantes para la producción local de cacao.

Por su parte, la literatura especializada respalda esta tendencia. La Compañía Nacional de Chocolates S.A.S. (2019) señala que estas enfermedades han acompañado al cultivo desde principios del siglo XX, con capacidad de eliminar la producción si no se aplican medidas de control a tiempo. Además, *M. roreri* presenta una alta habilidad para adquirir mutaciones y adaptarse a la presión ambiental (Boris, 2013), lo que explica su amplia dispersión. De igual forma, estudios recientes (Palacios et al, 2024). mencionan que la antracnosis (*Colletotrichum spp.*), la pudrición negra de la raíz (*Rosellinia spp.*) y la muerte regresiva (*Lasiodiplodia theobromae*) también afectan con severidad los cultivos, especialmente en sistemas manejados por pequeños productores con recursos limitados para controlarlas.

Por otro lado, la identificación de Colletotrichum spp. y Lasiodiplodia spp. en frutos maduros e inmaduros corrobora lo señalado por Castillo y Gutiérrez (2019), quienes destacan el impacto negativo de estas enfermedades en la calidad del grano, así como su capacidad para

infectar diferentes etapas fenológicas del fruto. En este estudio se evidenció una alta incidencia de estos patógenos en los lotes muestreados, lo que refleja la persistencia de condiciones favorables para su desarrollo, como la elevada humedad ambiental y la ausencia de podas sanitarias. Estos resultados confirman que la falta de manejo fitosanitario adecuado contribuye a la rápida propagación de las infecciones y a la disminución de la productividad del cultivo. Asimismo, este panorama reafirma lo expresado por Cedeño (2019), quien indica que la baja productividad del cacao está estrechamente relacionada con el incumplimiento de labores culturales fundamentales, como el desmalezado, la fertilización y el riego oportuno.

En la finca La Esmeralda se detectó la presencia de infecciones mixtas *por Fusarium spp*., *Aspergillus spp*. y *Moniliophthora roreri* lo cual sugiere posibles condiciones predisponentes asociados a factores como suelos mal drenados y acumulación de residuos vegetales. Según Ramos y Vargas (2020), estos hongos no solo afectan el campo, sino que comprometen también la calidad del grano durante la postcosecha.

La reducción de plagas y enfermedades se puede lograr a través de diversas estrategias, tales como el control cultural/mecánico, el biológico, el etológico, el genético y el químico. El control cultural es considerado uno de los métodos más importantes y de mayor uso, pues se fundamenta en la implementación de prácticas agrícolas que, al modificar el entorno del cultivo, logran disminuir o eliminar los patógenos al privarlos de las condiciones ideales para su desarrollo (Sánchez et al., 2017). El control mecánico implica la eliminación física de plagas, ya sea mediante la remoción manual de insectos o el uso de herramientas diseñadas para combatir y controlar enfermedades y plagas en el cultivo (Cañarte & Navarrete, 2021). El control biológico

es una estrategia de manejo fitosanitario que se basa en el empleo de organismos vivos o sus productos para suprimir plagas y enfermedades. Este método incluye el uso de microorganismos benéficos, así como de insectos y otros animales que actúan como depredadores o parasitoides, ayudando a mantener el equilibrio natural en el ecosistema del cultivo (Vinchira & Moreno, 2019). Mientras que, el control etológico se basa en el estudio del comportamiento de los insectos plaga para manipularlos con estímulos específicos que actúen como atrayentes. Este método incluye el uso de feromonas, trampas, cebos alimenticios, repelentes e inhibidores, entre otros (Castro et al., 2018). El control genético utiliza materiales o plantas con cierto grado de resistencia para reducir o eliminar el desarrollo de las plagas y enfermedades (Jaimes & Aranzazu, 2010). Se considera una de las estrategias más efectivas por su grado de sostenibilidad de los cultivos a futuro (Sánchez et al., 2017). Actualmente se cuenta con prácticas efectivas para el control de plagas y enfermedades, no obstante, las condiciones ambientales y las especies hacen que las practicas requieran una prioridad incrementando a su vez la mano de obra (Rodríguez et al., 2024). Otro aspecto clave para tener en cuenta al cultivar cacao son los suelos, ya que se requiere que estén drenados y ricos en materia orgánica, debido a que un buen drenaje es esencial para evitar problemas de pudrición de raíces y enfermedades asociadas (Medina, s.f). Por su parte, el uso de tecnologías orgánicas en ambientes controlados, como los invernaderos, es una alternativa eficaz para producir plantas de mayor calidad, ya que permite la aplicación de abonos y biofertilizantes (Pérez et al. 2020). Mientras que López-Martínez et al 2001 sugieren el uso de abonos orgánicos para mejorar la humedad y nutrientes en los suelos, lo que aumenta la biomasa microbiana a diferencia de los fertilizantes químicos que la disminuyen (Ngosong et al 2010). El uso de abonos orgánicos aporta al suelo sustancias con alto contenido de carbono, lo

que fomenta un notable incremento en la actividad de los microorganismos benéficos del suelo (Félix et al 2008).

La diversidad de patógenos detectados en las distintas fincas se relaciona con la falta de implementación de un enfoque de manejo integrado, tal como lo afirman Pérez y Torres (2018), quienes plantean que el control efectivo de enfermedades del cacao requiere una combinación de medidas culturales, biológicas y preventivas. En este mismo sentido, Martínez y Ramos (2019) destacan que los análisis de laboratorio son fundamentales para confirmar la identidad de los patógenos observados en campo y evitar errores en la selección de estrategias de manejo.

Finalmente, el hecho de que las enfermedades afecten tanto frutos como tallos y ramas indica que el problema es sistémico y no superficial, lo cual refuerza la necesidad de fortalecer el conocimiento técnico de los productores. Como lo indica Reina (2023), la capacitación continua y la asistencia técnica especializada son componentes claves para mejorar la sanidad vegetal y reducir pérdidas económicas. Es relevante destacar también como los principales países productores de cacao enfrentan desafíos comunes que limitan su productividad. Entre estos se encuentran los bajos precios de venta para los agricultores, el elevado costo de los insumos agrícolas y la dificultad para acceder a créditos (McMahon et al., 2015). Estas limitaciones financieras, sumadas a la producción a pequeña escala, a menudo resultan en un manejo deficiente de plagas y enfermedades, un mantenimiento inadecuado de los cultivos y una nutrición deficiente de las plantas. Como consecuencia, la producción disminuye significativamente, en parte por el agotamiento de la fertilidad natural de los suelos (Wessel & Quist, 2015). Por consiguiente, para que los productores de cacao aumenten sus exportaciones y accedan al mercado global, es fundamental que adopten tecnología e implementen Buenas Prácticas Agrícolas (BPA). Estas prácticas son esenciales para controlar los riesgos sanitarios,

fitosanitarios y de inocuidad que, hasta ahora, han frenado el crecimiento de sus ventas al exterior. La falta de un control sanitario adecuado impide que sus productos cumplan con los estándares internacionales necesarios para ser competitivos (Organización de las Naciones Unidas para la alimentación, s.f).

9. Conclusiones y recomendaciones

- El estudio permitió caracterizar de manera integral la situación fitosanitaria del cacao en Acacias meta, cumpliendo con los objetivos planteados. Se evidencio que las prácticas agrícolas aplicadas por los productores representan fortalezas, como la realización frecuente de podas, pero también limitaciones especialmente en el manejo de residuos y la aplicación consistente de las recomendaciones técnicas, lo que impacta directamente en la salud del cultivo.
- Se logro identificar las enfermedades mas prevalentes en la región, destacando la presencia de ***Colletotrichum sp*.** Y ***Pestalotiopsis sp*.** Así como la nueva enfermedad categorizada en este estudio, ***Lasiodiplodia theobromae***, cuyo registro constituye un hallazgo relevante que aporta información crucial para la toma de decisiones y el diseño de estrategias de manejo adaptadas al contexto local.
- A su vez, la encuesta aplicada a los agricultores locales contrasta una contradicción entre lo que los productores creen saber y lo que realmente aplican, en razón a que reconocen la importancia de las capacitaciones técnicas, sin embargo, no aplican todas las recomendaciones, lo que genera aún más la propagación de enfermedades.

- Se concluye también que existe la necesidad de implementar un plan de manejo fitosanitario integral y sostenible, que combine acciones preventivas, culturales y biológicas, adaptadas a las condiciones locales de cada finca. Asimismo, es fundamental fortalecer la capacitación de los productores para que puedan identificar los síntomas de enfermedades de forma oportuna, aplicar prácticas adecuadas de control y tomar decisiones informadas que mejoren la sanidad del cultivo.
- Este estudio proporciona una base técnica para orientar acciones de mejora en el manejo del cacao en Acacías, y representa un paso importante hacia la consolidación de sistemas productivos más eficientes y sostenibles para la región.
- Dentro de las recomendaciones en razón a los hallazgos identificados, se encuentra la implementación de planes de manejo fitosanitario que incluyan cronogramas de actividades preventivas y de control adaptado a las condiciones agroecológicas de cada finca en cuestión, fortalecimiento en las capacitaciones de los agricultores locales.
- Se propone también para abordar esta problemática el desarrollo de una aplicación móvil que por medio del uso de redes neuronales les permita a los agricultores el diagnostico fitosanitario de manera autónoma y rápida.
- Se requiere fomentar la cultura de los monitoreos preventivos y el uso de laboratorios de diagnóstico fitosanitario que confirmen la identidad de los patógenos que están generando los problemas en los cultivos para evitar aplicaciones que no van a ayudar a solucionar el problema, por el contrario generan gastos económicos y contaminación del medio ambiente.

Referencias

Agrios, G. N. (2005). *Plant pathology* (5th ed.). Academic Press.

Agrios. (2005). *Manual de Prácticas de Ingeniería Agrícola.* Cuautitlán: UNAM).

Agrios, C.-A. &.-M. (2020). *Enfermedades del plátano en pequeñas fincas del municipio de Saravena: percepción de los agricultores.* Pamplona.

Alves, A., Crous, P. W., Correia, A., Phillips, A. J. L. 2008. Morphological and molecular data reveal cryptic speciation in Lasiodiplodia theobromae. Fungal Diversity 28:1-13

al, S. Z. (2025). *ANÁLISIS DEL MICROBIOTA EXISTENTE EN EL CULTIVO DE BANANO EN LA AGRÍCOLA XAVIER EUCLIDES.* Obtenido de https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/19114/27311

Baker. (1953). Witches' Broom disease of cacao (A review). A report on cacao research, 1945-1951. The Imperial College of Tropical Agriculture. St. Augustine, Trinidad. pp. 116-118.

Bonilla, J. (2021). *Estimation of genetic parameters associated with frosty podrot (Moniliophthora roreri) and cacao production in Mexico. Tree Genetics and Genomes, 17(3).* doi:https://link.springer.com/article/10.1007/s11295-021-01498-8

Boris, G. (2013). Genetic diversity analysis of 21 Moniliophthora roreri fungus' isolations based on RAPD markers. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5043000.pdf

Bustos, M. (2021). Factores agronómicos y socioeconómicos que inciden en el rendimiento productivo del cultivo de cacao. Un estudio de cacao en Colombia. Obtenido de https://www.scielo.org.ar/pdf/fave/v20n2/1666-7719-fave-20-02-59.pdf

Campo, R. (2015). Epidemiología vegetal. Obtenido de ttps://rodrigocampo43.wordpress.com/wp-content/uploads/2015/01/parte-1.-monitoreode-epidemias.pdf

Castillo-Arévalo, T., & Jiménez-Martínez, E. (2020). Incidencia y severidad de enfermedades asociadas al cultivo de plátano (Musa paradisiaca L.) en Rivas, Nicaragua. La Calera, 20(35), 132-139. https://doi.org/10.5377/calera.v20i35.10319

Castillo, A., & Gutiérrez, E. (2019). Impacto de las enfermedades y plagas en el cultivo de cacao. Revista de Fitopatología Aplicada, 8(3), 112–125.

Castro F., J. F. (2020). Conformación de colecciones de cultivos microbianos (Boletín INIA N°428). INIA. https://bibliotecadigital.ciren.cl/handle/20.500.13082/32964

Castro-Piguave, C., Vera, M., Ganchozo, B. I., Lucio, Y. A. V. & Gabriel-Ortega, J. (2018). Control etológico de Thrips sp.(Insecta: Thysanoptera) y Spodoptera spp.(Lepidoptera: Noctuidae) con fermentos naturales en sandía (Citrullus vulgaris L.). Journal of the Selva Andina Research Society, 9(2), 104-112.

Cañarte-Bermúdez, E. G., & Navarrete-Cedeño, J. B. (2021). Reconocimiento de artrópodosplaga y controladores biológicos como herramienta para el manejo ecológico de plagas en cacao. Ecuador: Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias.

CATIE. (2009). Obtenido de https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/702/Catalogo_enfermedades_del_cacao_en_centroamerica.pdf?sequence=1

Cedeño, J. J. (2019). Diagnóstico sanitario del jardín clonal de cacao (Theobroma cacao), ubicado en la granja Barcelona de la Universidad de los Llanos. http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/6750

Correa, J. (2014). Estado de la moniliasis del cacao causada por Moniliophthora roreri en Colombia. *Universidad EAFIT - Escuela de Ciencias - Departamento de Biología - Grupo de Ciencias Básicas y Bioprocesos (CIBIOP)*. Obtenido de https://revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/42747/47914

Corporación, M. (2024). Estrategias de control integrado de la monilia. Recuperado de: http://hdl.handle.net/20.500.12324/40459.

Compañía Nacional de Chocolates S.A.S. (2019). La moniliasis del cacao: daños, síntomas, epidemiología y manejo. Medellín.

Cooke, D., Schena, L., & Cacciola, S. (2007). Tools to detect, identify and monitor Phytophthora species in natural ecosystems. Journal of Plant Pathology, 89(1), 13-28.

Cuellar Palacios, C. M., Thomas, E., Zavaleta, D., Zambrano, F., Bahia, C., Orozco, L. A., Farfán, A., Yovera, F., Chia, J. A., Márquez, K. J., Díaz, J. R., Agudelo, G. A., De Mattos

Sobrinho, C. C., Solís, J. L., Hernández, J. M., Espinoza, M., Baez, E. Y., Rodríguez, C. A., Solís, K., ... Atkinson, R. (2024). Consulta de expertos en América Latina y el Caribe sobre las prácticas de manejo más utilizadas para el control de las principales plagas y enfermedades del cacao. Alliance Bioversity International & Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT).

EFSA. (2023). Pest categorisation of Pestalotiopsis microspora. EFSA Journal, 21(12), e8493. https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8493

FAO . (2020). “FAOSTAT.” Base de Datos Estadísticos de La FAO. Obtenido de https://www.fao.org/faostat/en/?#data/QCL

FEDECACAO. (2019). “Nacionales.” Estadisticas. 2019. Obtenido de https://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-02-12-17-20-59/nacionales.

Federación Nacional de Cacaoteros. (2019). “Nacionales.” Estadisticas. 2019. Obtenido de https://www.fedecacao.com.co/portal/index.php/es/2015-02-12-17-20-59/nacionales.

Federación Nacional de Cacaoteros, F. N. (2006). *PROYECTO PRODUCTIVO DE INVERSIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE 336.* BOGOTA: Diagramación, fotomecanica,impresión y encuadernación.

Fondo nacional del Cacao . 2011. Campaña contra la Moniliasis del cacao. 22p.

Federación Nacional de Cacaoteros [Fedecacao]. (2023). Se lanza “Con mazorcas sanas todos ganan”, campaña nacional para combatir la monilia. Fedecacao. https://www. fedecacao.com.co/post/se-lanza-con-mazorcas-sanas-todos-ganan campa%C3%B1anacional-para-combatir-la-monilia

Félix-Herrán JA, Sañudo-Torres RR, Rojo-Martínez GE, Martínez-Ruiz R, Olalde-Portugal V (2008) Importancia de los abonos orgánicos. Ra Ximhai 4: 57-67.

Gallegly, M., & Hong, C. (2008). Phytophthora: Identifying species by morphology and DNA fingerprints. APS Press.

Hebbar, P. 2007. Cacao Diseases : A global perspective from an industry point of view. Phytopath. 97:1658 – 1663.

Instituto Colombiano de Agricultura. (2012). Manejo fitosanitario del cultivo del cacao. Tech. rep. Instituto Colombiano de Agricultura. .

Jaimes, S. Y. & Aranzazu, H. F. (2010). Manejo de las enfermedades del cacao (Theobroma cacao L.) en Colombia, con énfasis en monilia (Moniliophthora roreri). Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Lavilla, M. A. (2024). *Mis primeros pasos en la Fitopatología.* Argentina: Universidad Nacional de La Plata.

López-Martínez JD, Díaz-Estrada A, Martínez-Rubín E, Valdez-Cepeda R (2001) Abonos orgánicos y su efecto en propiedades físicas y químicas del suelo y rendimiento en maíz. Terra 19: 293-299.

McMahon, P., bin Purung, H., Lambert, S., Mulia, S., Nurlaila, Susilo, A.W., Sulistyowati, E., Sukamto, S., Israel, M., Saftar, A., Amir, A., Purwantara, A., Iswanto, A., Guest, D. & Keane, P. (2015). Testing Local Cocoa Selections in Three Provinces in Sulawesi: (i) Productivity and Resistance to Cocoa Pod Borer and Phytophthora pod rot (black pod). Crop Protection, 70(28), 39. Doi: https://doi.org/10.1016/j.cropro.2015.01.001.

Martínez, M., & Ramos, C. (2019). Análisis de laboratorio en el diagnóstico fitosanitario del cacao. Revista de Investigación Agrícola, 7(2), 87–99.

Medina, A. (S.f). Desafíos en el cultivo de cacao: enfermedades, plagas y condiciones climáticas. Obtenido de https://jiffygroup.com/es/noticias/desafios-en-el-cultivo-decacao-enfermedades-plagas-y-condiciones-climaticas/

Morrillo, et al., (2021). Lasiodiplodia theobromae (Pat.) Griffon & Maul [(sin.) Botryodiplodia theobromae Pat] en el cultivo de cacao: síntomas, ciclo biológico y estrategias de manejo. Scientia Agropecuaria, 12(4), 653-662. Epub 00 de octubre de 2021.https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2021.068

Ngosong C, Jarosch M, Raupp J, Neumann E, Ruess L (2010) The impact of farming practice on soil microorganisms and arbuscular mycorrhyzal fungi: Crop type versus long-term mineral and organic fertilization. Applied Soil Ecology 46: 132-142.

Ortega, C., & Pineda, J. (2023). *Desarrollo de una aplicación móvil para la detección de enfermedades en los frutos de cacao.* Obtenido de attachment_0_TrabajoGrado_SebastianPineda_CamiloCano.pdf (2.33 MB)

Organización de las Naciones Unidas para la alimentación -FAO. (sf). Organización de las Naciones Unidas para la alimentación -FAO. Recuperado el 20 de octubre de 2023, de https://www.fao.org/3/a1374s/a1374s02.pdf

Palacios, C. (2021). Identificación de aislados de Phytophthora spp. obtenidos de cultivos de cacao en Antioquia, Colombia. *Universidad Nacional de Colombia sede Medellín*. Obtenido de http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0120-28122021000100017&script=sci_arttext

Parra Cortés, C. M. (2024). Evaluación de cepas de Trichoderma spp. para el control de Phytophthora spp. en Theobroma cacao L. en el sur de Colombia. *Revista De Investigación Agraria y Ambiental*, 156.

Pérez, L., & Torres, J. (2018). Estrategias de manejo integrado de plagas y enfermedades en el cacao. Revista de Manejo Integrado de Plagas, 14(1), 23–35.

Pérez, J., Álvarez, R., Solís, J., Fernández, J., Sánchez, Aarón., Reyes, R. Vermicomposta y micorriza arbuscular, su efecto en la nutrición del cacao en fase de invernadero. Obtenido de https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8202307.pdf

Peralta, S., Herrera, C., Castro, Bella., 2024. Estimación de pérdidas económicas en Cacao causado por Escoba de Bruja (Crinipellis Perniciosa) y Monilia (Monilia Roreri) en pequeños productores. REVISTA DE LA UNIVERSIDAD DEL ZULIA. 3ª época. Año 15, N° 42, 2024Sergio Pino Peralta et al // Estimación de pérdidas económicas en Cacao causado por Escoba de Bruja …179- 192DOI: https://doi.org/10.46925//rdluz.42.10

Ramos, F., & Vargas, E. (2020). Signos y síntomas de enfermedades y plagas del cacao. Revista de Fitopatología y Entomología, 9(2), 78–91.

Reina, M. J. (2023). Diseño de una guía metodológica para facilitar la exportación de cacao para las asociaciones que conforman la economía popular y solidaria. Esmeraldas, Ecuador

Rey, G. (2018). *Climate change could threaten cocoa production: Effects of 2015-16 El Niño-related drought on cocoa agroforests in Bahia, Brazil. PLoS ONE, 13(7), 1–17.* doi:https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0200454

Rodríguez-Medina, C. S. (2023). *Programa de Mejoramiento Genético de Cacao: una propuesta para aunar esfuerzos a nivel nacional en beneficio del productor de cacao colombiano.* AGROSAVIA.

Rodríguez-Polanco, E., Navarro-Niño, D. A., Bermeo-Fúquene, P. A. & Parra-Alferes, E. B. (2024). Ofertas tecnológicas para el manejo de la monilia y la pudrición parda en cacao (Theobroma cacao L.). Colombia: Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (AGROSAVIA).

Sánchez, M. Á., León, D. G., Arce, S. M., López, T. D., & Rodríguez, P. M. (2017). Manual técnico del cultivo de cacao prácticas latinoamericanas. San José, Costa Rica: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. Obtenido de http://www. iica.int.

Seifert, K., & Gams, W. (2011). The genera of Hyphomycetes – 2011 update. Persoonia - Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi, 27(1), 119-129. https://doi.org/10.3767/003158511X617435

Solis, K. (2021). *LAS ENFERMEDADES DEL CACAO Y LAS BUENAS PRÁCTICAS AGRONÓMICAS PARA SU MANEJO.* Obtenido de file:///C:/Users/ADMIN/Downloads/iniapbeetpG178.pdf

Suárez, C. (1993). Enfermedades del cacao y su control. In Manual del cultivo de cacao. Suárez, C.ed. 2ª. Ed. Quevedo, Ecuador. Estación Experimental Tropical Pichilingue INIAP. Manual técnico No. 25. pp. 90-106.

Suárez, R., & Aránzazu, H. (2010). Manejo de las enfermedades del cacao (Theobroma cacao) en Colombia, con énfasis en monilia (Moniliophthora roreri). Corpoica. 77

Tirado-Gallego, P. A., Lopera-Álvarez, A., & Ríos-Osorio, L. A. (2016). Estrategias de control de Moniliophthora roreri y Moniliophthora perniciosa en Theobroma cacao L.: revisión sistemática. Ciencia y Tecnología Agropecuaria, 17(3), 417-430.

Universidad de Valencia . (S.f). Metodología observacional.

Valderrama, D. (2022). *Diversity in the invasive cacao pathogen Moniliophthora roreri is shaped by agriculture. Plant Pathology, 71, 1721– 1734. https://doi.org/10.1111/ppa.13603.*

Vinchira-Villarraga, D. M. & Moreno-Sarmiento, N. (2019). Control biológico: Camino a la agricultura moderna. Revista Colombiana de Biotecnología, 21(1), 2-5.

Weir, B. S., Johnston, P. R., & Damm, U. (2012). The Colletotrichum gloeosporioides species complex. Studia Mycologica, 73(1), 115-180. https://doi.org/10.3114/sim0011

Wessel, M. & Quist, P.M. (2015). Cocoa Production in West Africa, A Review and Analysis of Recent Developments. NJAS – Wageningen Journal of Life Sciences, (74-75), 1-7. Doi: https://doi.org/10.1016/j.njas.2015.09.001.

Zaruma et.al (Sf.) Análisis del microbiota existente en el cultivo de banano en la agrícola xavier euclides. Obtenido de https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/19114/27311

Anexos

Anexo 1. Fincas muestreadas en el municipio de Acacías, Meta.

Tabla 3

Fincas muestreadas.

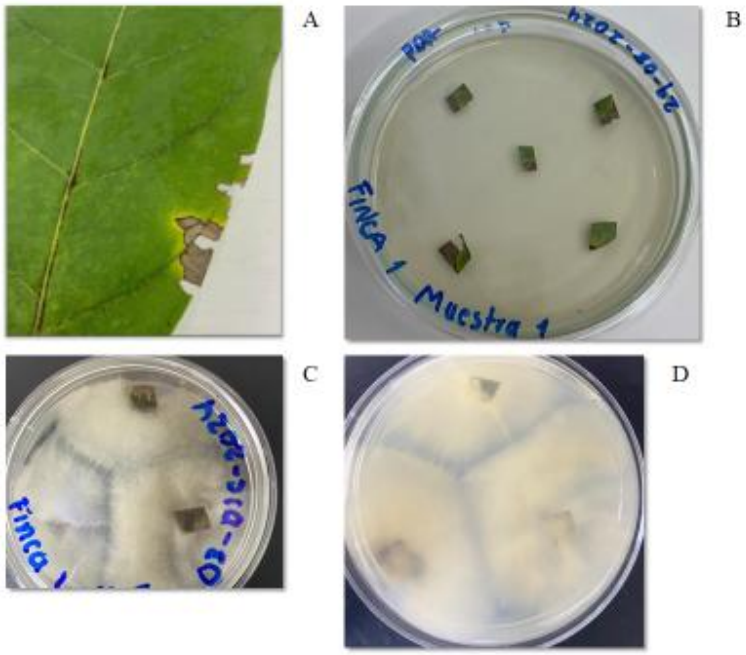
N.°	Nombre de la finca	Vereda	Tipo de muestra recolectada	Cantidad de muestras
1	Villa Ever Green	Loma del Pañuelo	Hojas, fruto	5
2	Bella Vista	Loma del Pañuelo	Tallo y fruto	5
3	La Cabañita	Brisas del Guayuriba	Hojas, semillas y fruto	5
4	El Triunfo	El Playón	Hojas, fruto	5
5	La Ponderosa	La Esmeralda	Hojas, fruto	5
Total				25 muestras

- **Finca 1 Villa Ever Green – Vereda loma del pañuelo.**

Muestra 1

Figura 27

Resultado: Colletotrichum sp.,

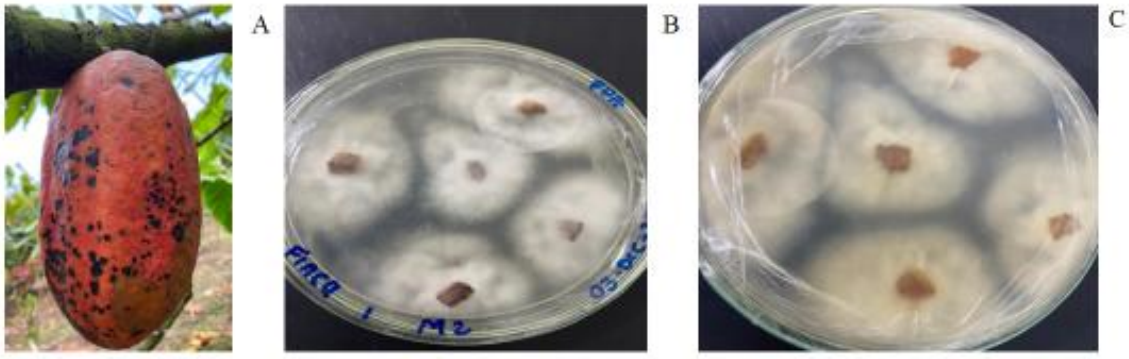


Nota: A: Hoja con lesión necrótica en el borde, indicativa de infección. B. Fragmentos de hoja sembrados en medio de cultivo (PDA) sin crecimiento visible. C. Crecimiento inicial de micelio blanco desde los fragmentos de hoja. D. Desarrollo abundante de micelio algodonoso en la placa de Petri.

Muestra 2

Figura 28

Resultado: Pestalotiopsis sp.,

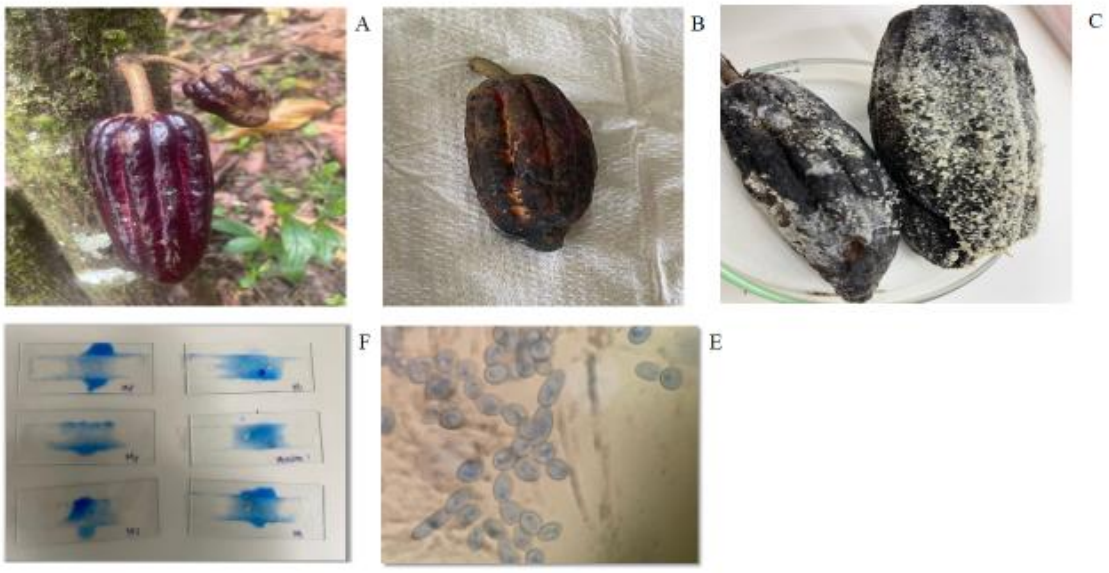


Nota: A. Fruto con lesiones necróticas oscuras en la superficie. B. Placa de Petri con fragmentos del fruto y crecimiento de micelio blanco con anillos concéntricos. C. Desarrollo avanzado del hongo en el medio de cultivo, con colonias circulares bien definidas.

Muestra 3

Figura 29

Resultado: Moniliophthora roreri

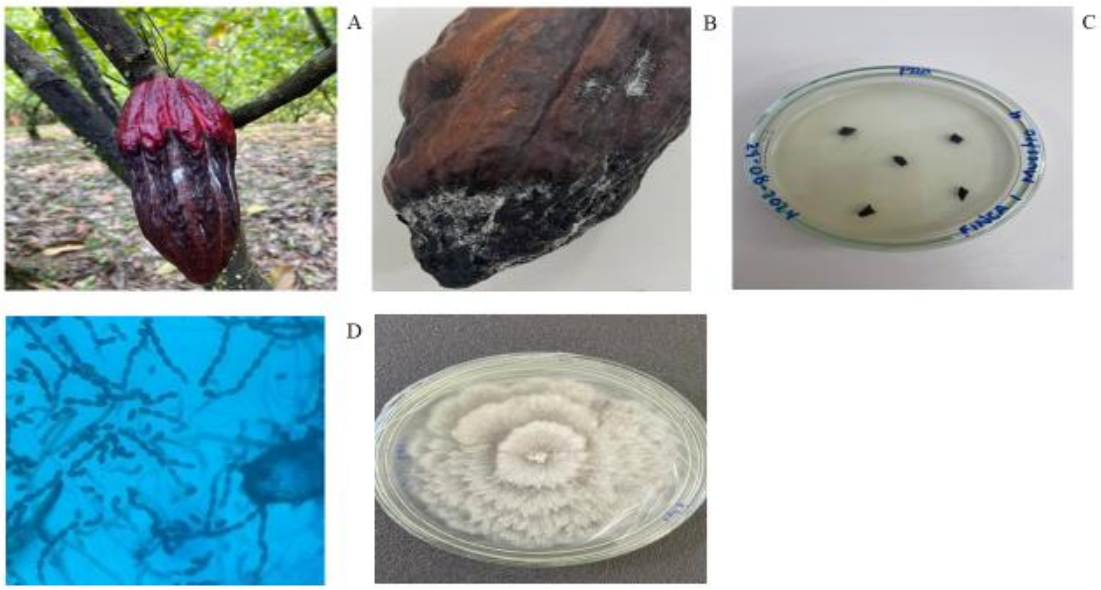


Nota: A. Mazorca de cacao en árbol con síntomas iniciales de infección. B.Mazorca cosechada mostrando necrosis avanzada. C. Mazorcas con abundante esporulación blanca característica de la enfermedad. D. Láminas con tinciones empleadas para análisis microscópico. E. Observación microscópica de esporas y estructuras del hongo.

Muestra 4

Figura 30

Resultado: Moniliophthora roreri y Phytophthora sp.,

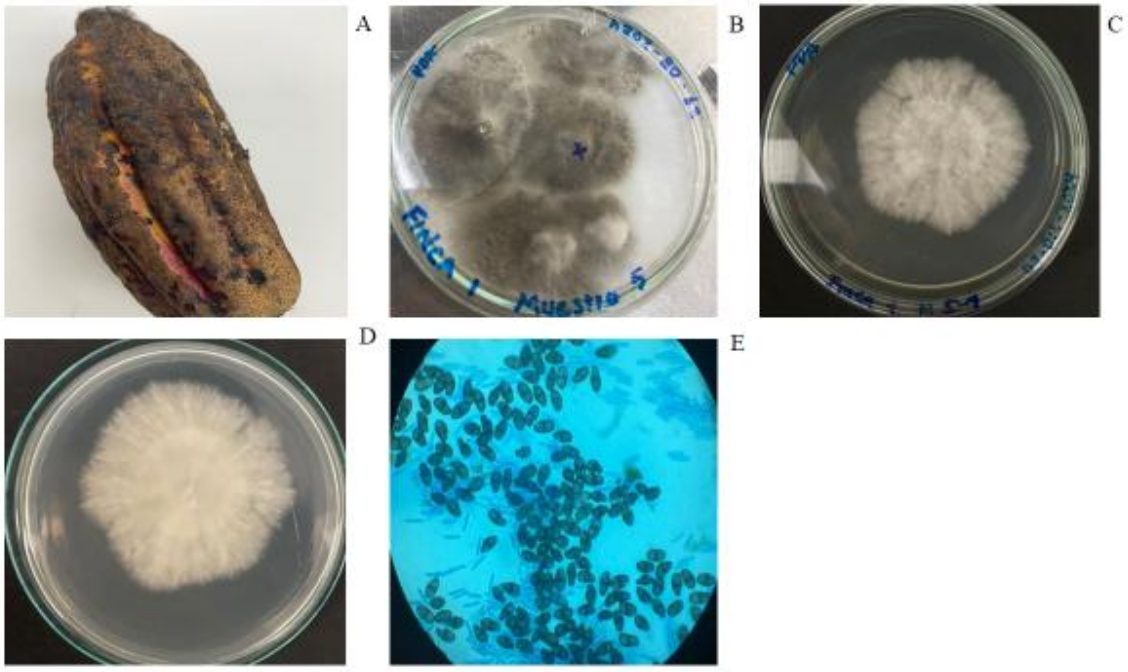


Nota: A. Mazorca de cacao en árbol con síntomas iniciales de infección. B.** Mazorca con necrosis avanzada y presencia de micelio blanco. C. Fragmentos de tejido sembrados en medio de cultivo (PDA). D. Crecimiento de micelio en placa y observación microscópica de estructuras del hongo.

Muestra 5

Figura 319

Lasiodiplodia theobromae



Nota: A. Mazorca de cacao con necrosis y lesiones externas avanzadas. B. Placa de Petri con crecimiento abundante de micelio oscuro y algodonoso. C. Desarrollo de colonia fúngica de aspecto denso y blanco. D. Crecimiento uniforme de micelio en medio de cultivo (PDA).

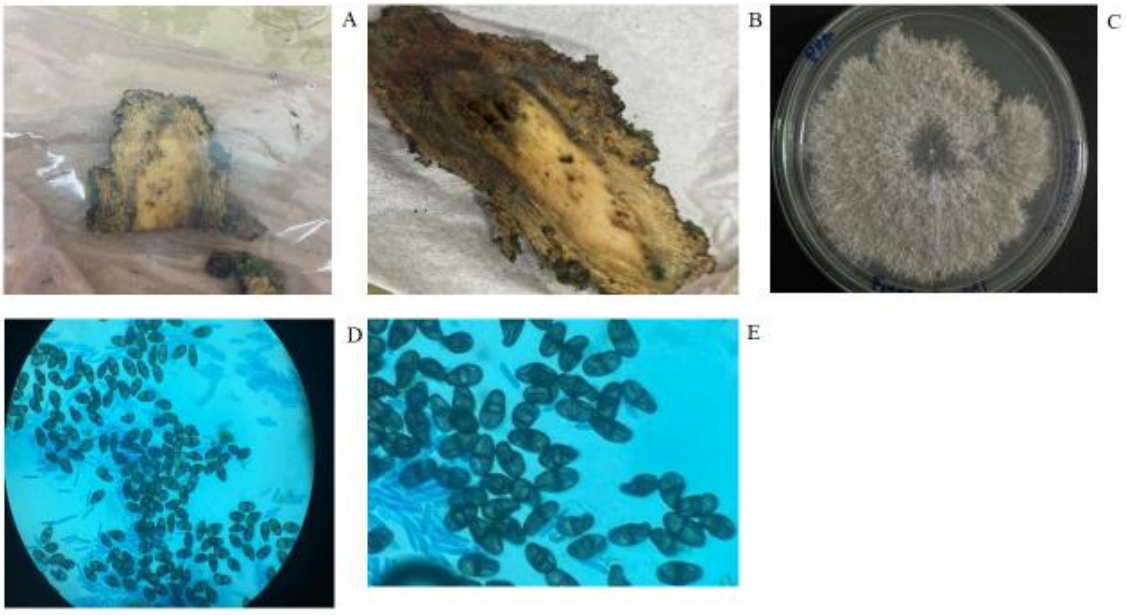
Las imágenes previas reflejan tres momentos del diagnóstico fitosanitario en cacao: síntomas visibles en fruto, medios de cultivo utilizados para el aislamiento del hongo, y desarrollo micelial de *Moniliophthora roreri* en laboratorio.

- **FINCA 2 Bella Vista- Vereda loma del Pañuelo.**

Muestra 1- *Colletotrichum* y *Lasiodiplodia*

Figura 32

Resultado: Lasiodiplodia theobromae - Maduras e inmaduras

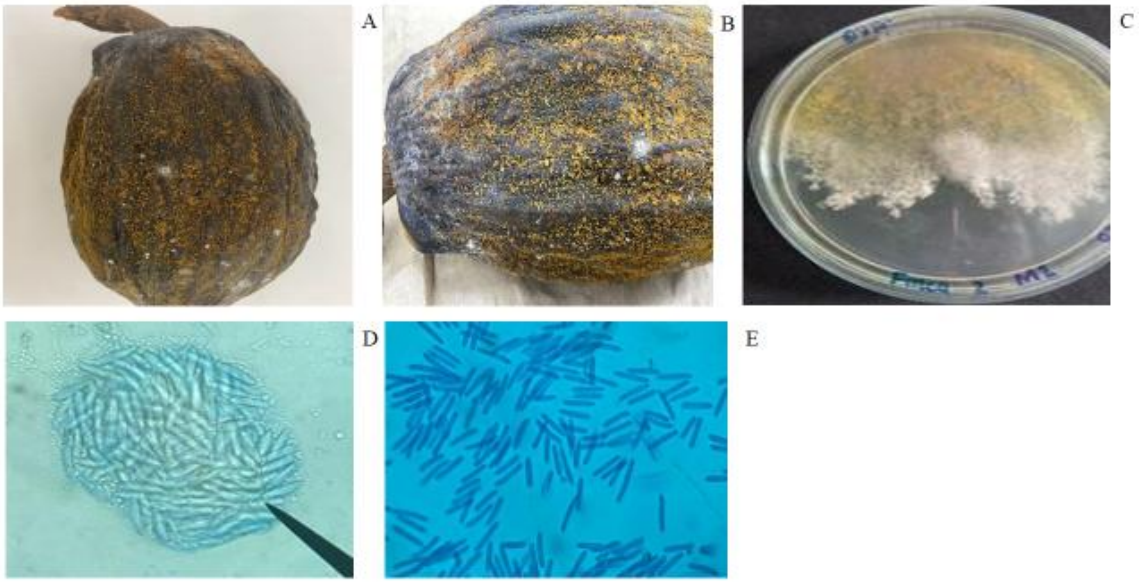


Nota: A. Tejido de mazorca con síntomas de necrosis. B. Corte longitudinal del tejido mostrando pudrición interna. C. Placa de Petri con crecimiento denso de micelio algodonoso. D. Observación microscópica de esporas inmaduras. E. Observación microscópica de esporas maduras e inmaduras.

Muestra 2 – *Colletotrichum*

Figura 33

Resultado: Colletotrichum sp.,

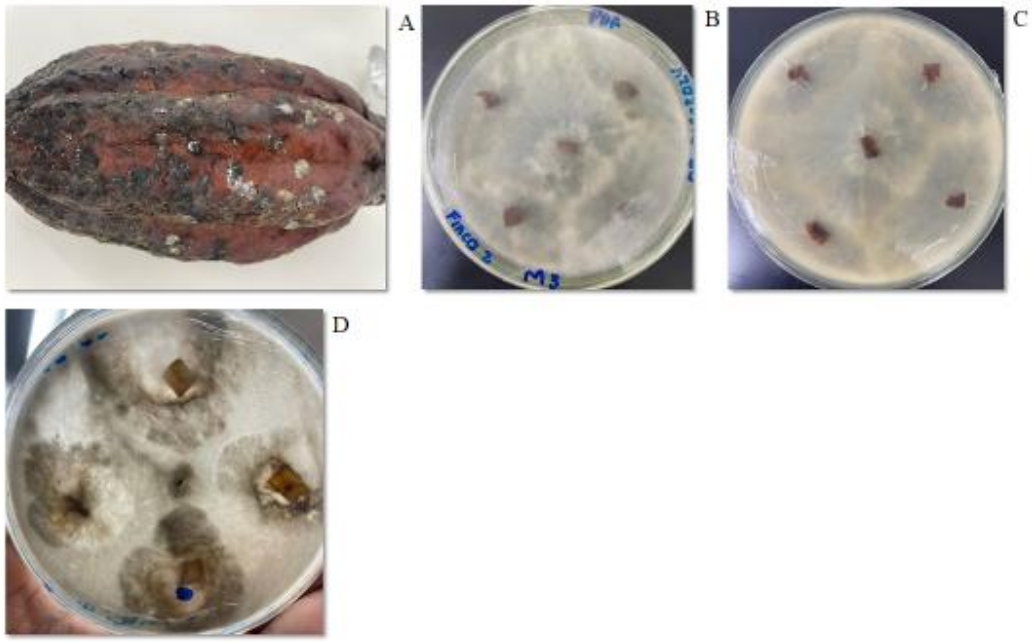


Nota: A. Fruto con lesiones avanzadas de coloración marrón y aspecto seco. B. Fruto con esporulación superficial característica de infección fúngica. C. Placa de Petri con desarrollo de micelio blanco en el medio de cultivo. D. Observación microscópica de conidios agrupados. E. Observación microscópica de conidios individuales alargados.

Muestra 3

Figura 34

Resultado: Pestalotiopsis sp.,

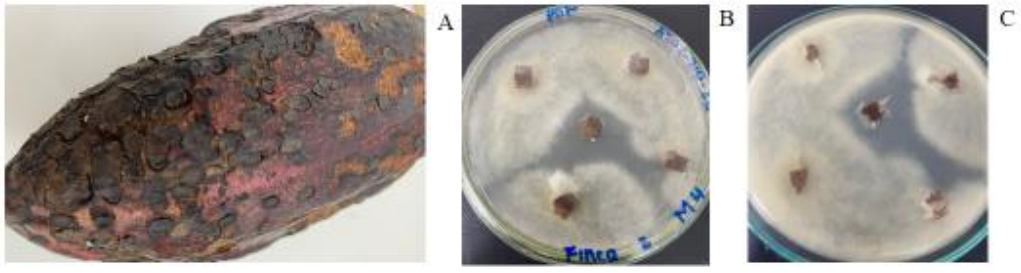


Nota: A. Fruto de cacao con lesiones necróticas y presencia de esporulación superficial. B. Placa de Petri con fragmentos de tejido y crecimiento inicial de micelio blanco. C. Fragmentos sembrados en medio de cultivo con micelio algodonoso rodeándolos. D. Desarrollo abundante del hongo cubriendo gran parte del medio de cultivo.

Muestra 4

Figura 35

Resultado: Pestalotiopsis sp.,

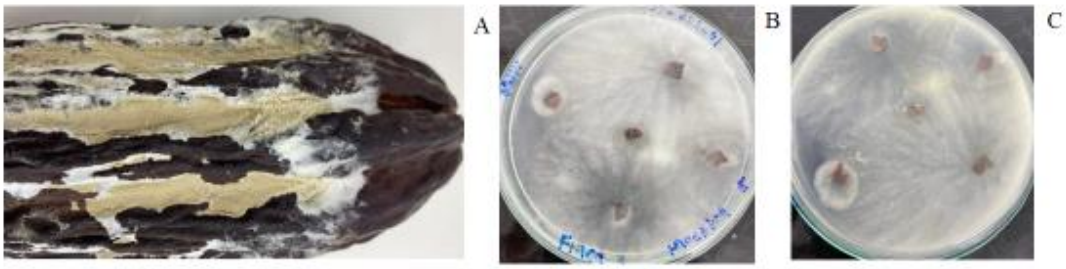


Nota: A. Fruto de cacao con lesiones externas avanzadas y necrosis generalizada. B. Fragmentos de tejido sembrados en medio de cultivo con crecimiento inicial de micelio. C. Placa de Petri con colonias de micelio algodonoso expandiéndose alrededor de los fragmentos.

Muestra 5

Figura 36

Resultado: Moniliophthora roreri



Nota: A. Muestra una mazorca de cacao con signos visibles de infección, con lesiones blanquecinas y manchas oscuras, típico de la enfermedad conocida como moniliasis. B. Placa de Petri con cultivo fúngico donde se observa crecimiento blanco algodonoso a partir de pequeños fragmentos de tejido infectado. C Otra placa de Petri con desarrollo fúngico similar al de la imagen B, indicando crecimiento radial del hongo.

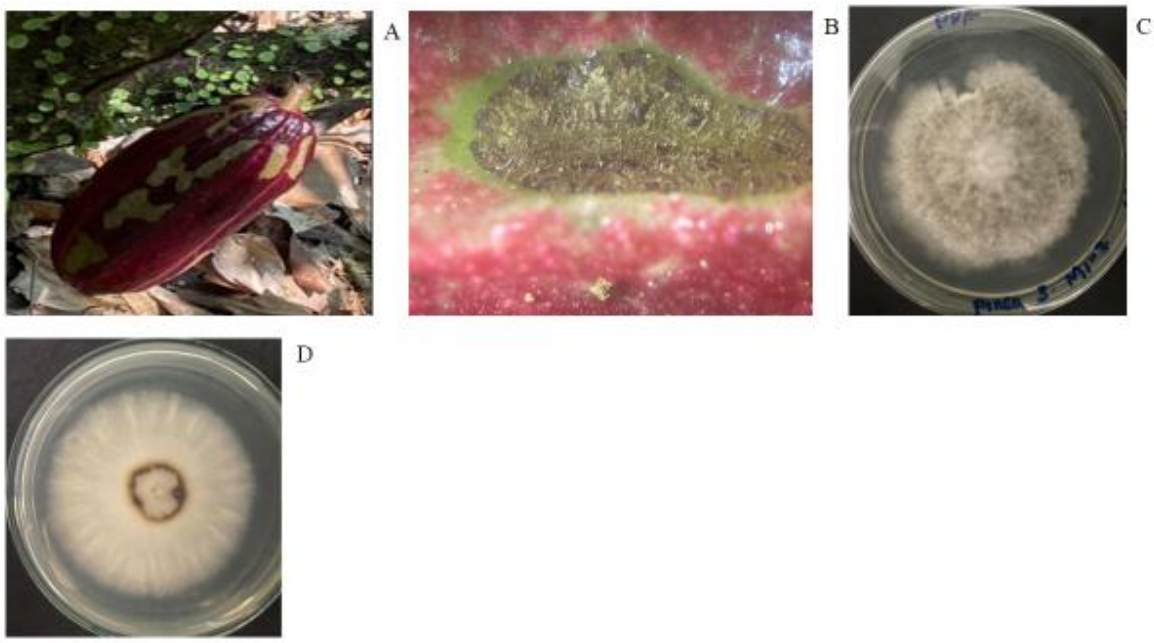
Frutos de cacao afectados por *Colletotrichum spp.* y *Lasiodiplodia spp.* (mazorcas maduras e inmaduras) Se observa el daño causado por *Colletotrichum spp.* y *Lasiodiplodia spp.* en frutos de cacao en diferentes estados de madurez. Las lesiones se presentan como áreas oscuras, hundidas y con signos visibles de pudrición, lo cual afecta la calidad y el rendimiento del cultivo. Se identificó el desarrollo de *Aspergillus spp.*, hongo asociado a condiciones de almacenamiento inadecuadas o alta humedad. Su presencia puede comprometer la calidad del grano y representar riesgos para la inocuidad alimentaria.

- **Finca 3 - Finca la cabañita- vereda Brisas del Guayuriba.**

Muestra 1

Figura 37

Resultado: Pestalotiopsis sp.,

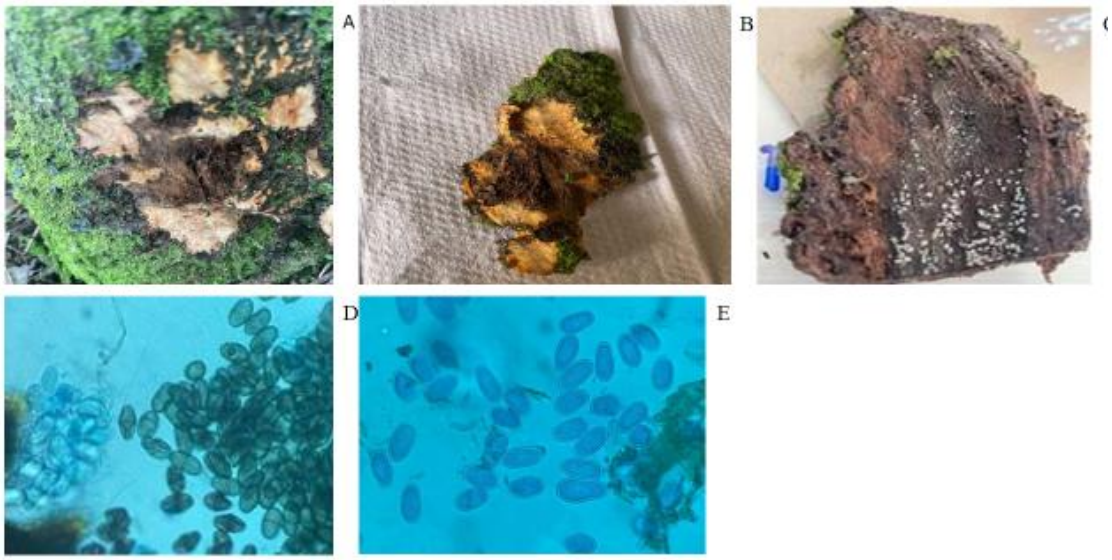


Nota: A. Mazorca de cacao con manchas irregulares de color marrón claro, signo externo de infección. B. Acercamiento (microfotografía) de una lesión en la mazorca, mostrando un área necrosada con bordes irregulares y tejido descompuesto. C. Cultivo en placa de Petri mostrando un crecimiento fúngico de aspecto algodonoso blanco. D. Otro cultivo fúngico con un centro más oscuro y márgenes claros, típico de algunas especies de hongos como *Pestalotiopsis.*

MUESTRA 2

Figura 38

Resultado: Lasiodiplodia theobromae

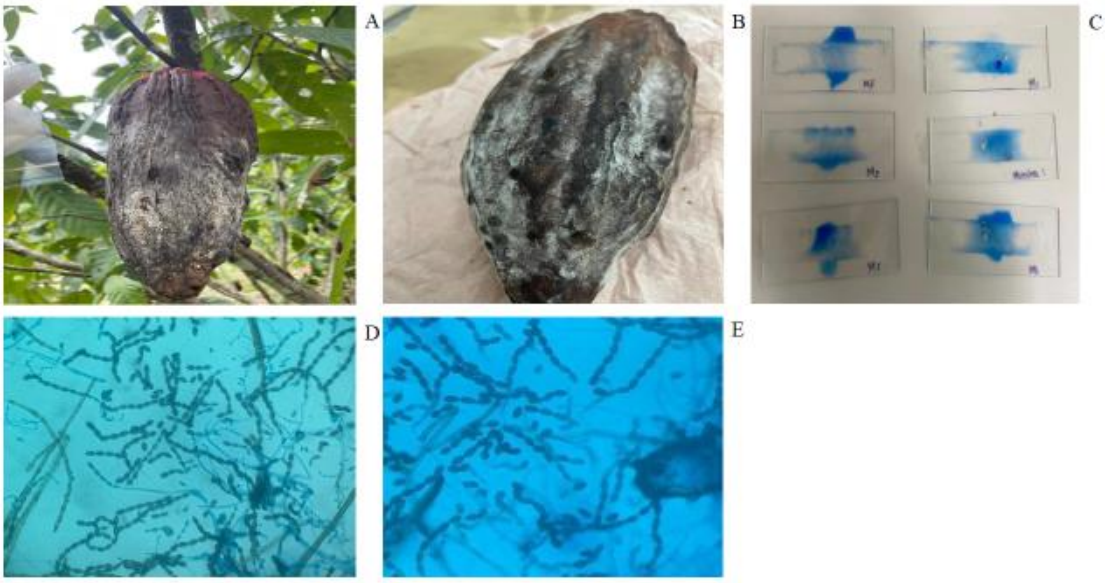


Nota: A. Corteza de árbol con lesiones marrones hundidas, cubiertas parcialmente por musgo, signos visibles de infección fúngica. B. Fragmento de tejido infectado extraído, donde se aprecian claramente las áreas necróticas con margen oscuro. C. Fruto de cacao en estado avanzado de descomposición, con presencia de estructuras blancas que podrían ser esporulación del hongo. D. Observación microscópica de estructuras fúngicas (probablemente conidios) agrupadas, teñidas para mejor visualización. E. Imagen microscópica más clara de conidios de forma ovalada, característicos del hongo identificado.

Muestra 3

Figura 39

Resultado: Moniliophthora roreri

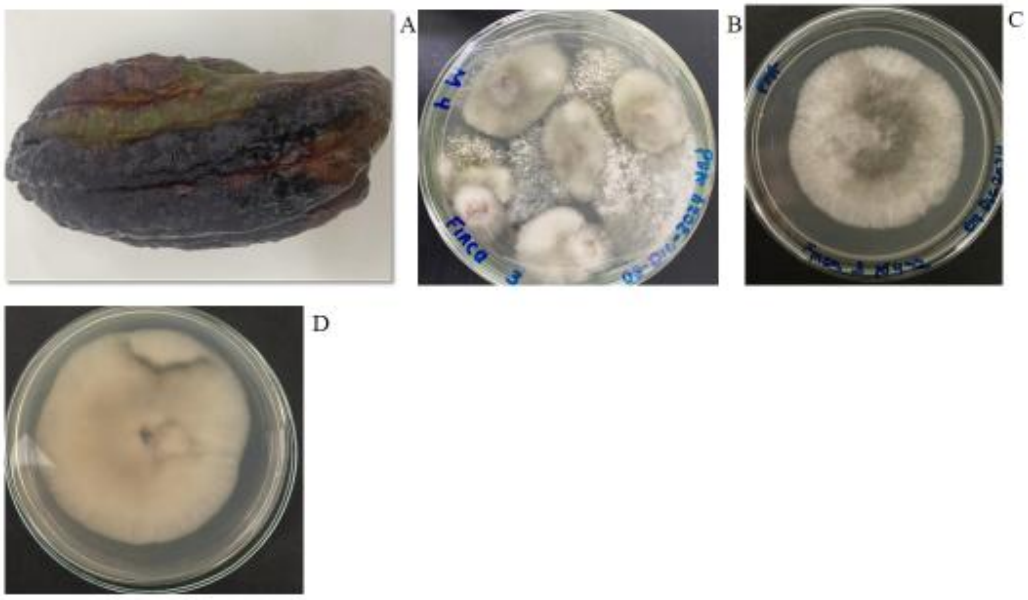


Nota: A. Mazorca de cacao en el árbol, completamente cubierta por una capa blanquecina y esporulación visible, señal de infección avanzada. B. Vista cercana de la misma mazorca ya cosechada, donde se aprecia más claramente la colonización micelial. C. Portaobjetos preparados con tinción azul, posiblemente utilizados para observación microscópica del hongo en diferentes muestras. D. Imagen microscópica mostrando hifas del hongo, estructuras filamentosas características del género *Moniliophthora*. E. Otra imagen al microscopio con mayor detalle de las hifas entrelazadas.

Muestra 4

Figura 40

Resultado: Colletotrichum sp.,



Nota: A. Mazorca de cacao con manchas oscuras y áreas hundidas, signos visibles de una posible infección por hongos. B. Placa de Petri con crecimiento fúngico abundante, mostrando colonias algodonosas con diferentes tonos (blanco, gris, y verdoso), posiblemente por contaminación cruzada o desarrollo de diferentes fases del hongo. C. Cultivo fúngico más uniforme, con micelio blanco-grisáceo distribuido radialmente. D. Otro cultivo de hongo con centro más oscuro y bordes difusos, estructura típica de algunos aislamientos de *Colletotrichum.*

Muestra 5

Figura 41

Resultado: Pestalotiopsis sp.,



Nota: A. Mazorca de cacao en el árbol, con lesiones oscuras extensas y zonas hundidas, indicativas de una infección avanzada. B. Mazorca cosechada con lesiones rojizas y negruzcas, mostrando necrosis progresiva del tejido. C. Vista superior de la misma mazorca sobre papel absorbente, evidenciando esporulación superficial grisácea o blanca. D. Placa de Petri con fragmentos de tejido y crecimiento fúngico esponjoso en tonos grises. E. Cultivo con micelio denso, blanquecino y algodonoso, típico de hongos fitopatógenos. F. Otro cultivo con desarrollo fúngico más oscuro y centro pigmentado.

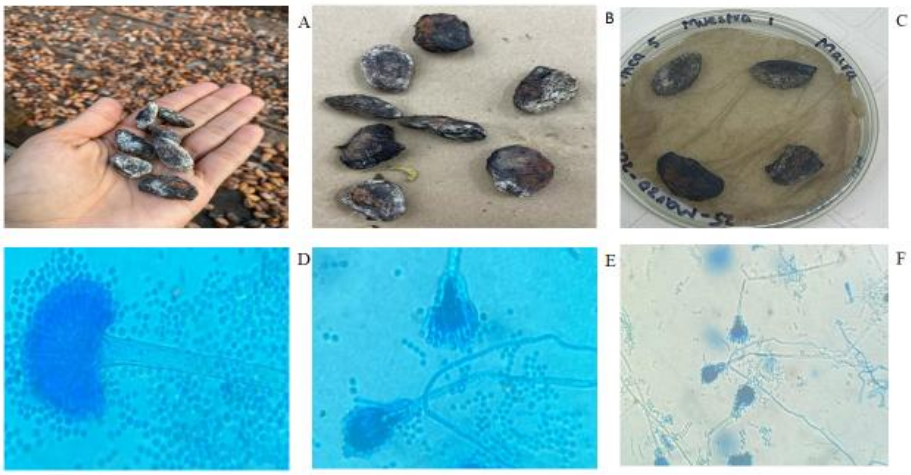
La imagen evidencia una muestra de cacao afectada simultáneamente por *Fusarium spp.* y *Moniliophthora roreri*. Esta coexistencia patógena intensifica el deterioro del fruto, comprometiendo tanto la sanidad del cultivo como la calidad del grano. Se muestra un fruto de cacao con síntomas característicos de infección por *Colletotrichum spp.*, incluyendo manchas hundidas y necrosadas. La identificación de este hongo como único agente patógeno sugiere condiciones ambientales favorables como alta humedad y ventilación deficiente.

- **Finca 4 El triunfo - vereda El Playón.**

Muestra 1

Figura 10

Resultado: Aspergillus sp., y Penicillium sp.,

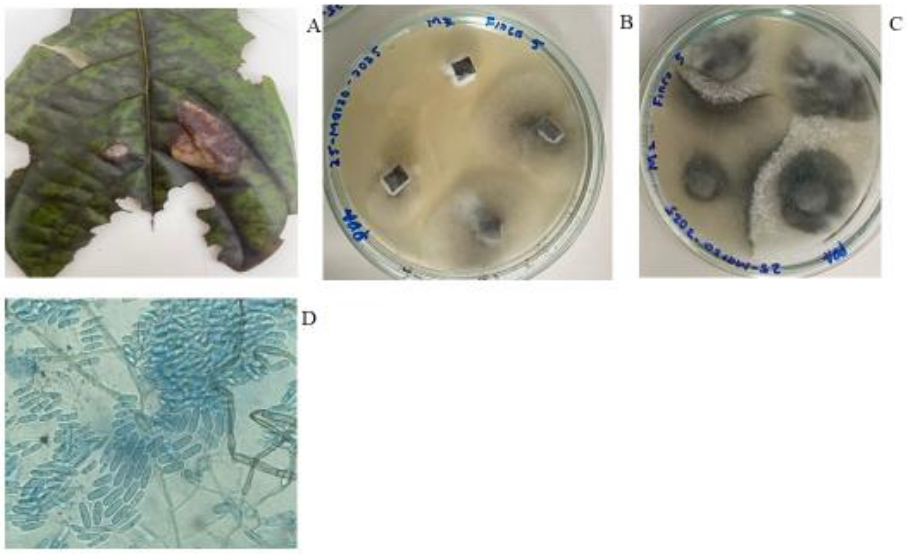


Nota: A. Mano sosteniendo varias almendras de cacao secas, con presencia visible de mohos blancos y oscuros (probable contaminación postcosecha durante el secado). B. Almendras extendidas, con colonización fúngica evidente (manchas negras y blancas) sobre la superficie. C. Cultivo en placa de Petri con varios fragmentos de almendra mostrando esporulación fúngica. D, E y F. Imágenes al microscopio con tinción azul, donde se observan estructuras características de hongos filamentosos.

Muestra 2

Figura 43

Resultado: Colletotrichum sp.,

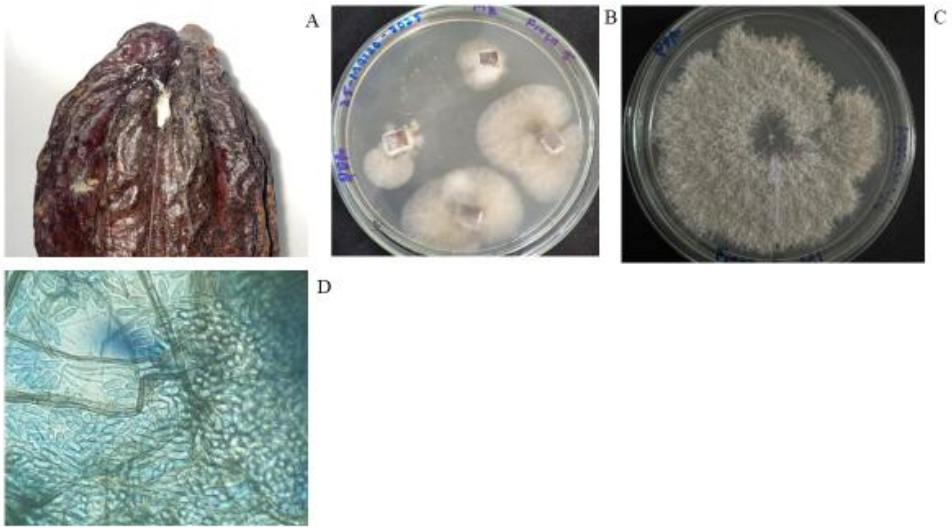


Nota: A. Hoja de cacao con lesiones necróticas marrones, bordeadas por un halo amarillo; signos clásicos de *antracnosis*, atribuible a *Colletotrichum.* B. Cultivo en placa de Petri con fragmentos de tejido foliar; desarrollo fúngico blanco cremoso emergiendo de los puntos de inoculación. C. Otra placa con crecimiento denso de micelio blanco y negro, característico de colonias de *Colletotrichum* en fase avanzada. D. Observación microscópica teñida en azul mostrando conidios alargados y septados típicos de *Colletotrichum sp.*

Muestra 3

Figura 44

Resultado: Colletotrichum sp.,

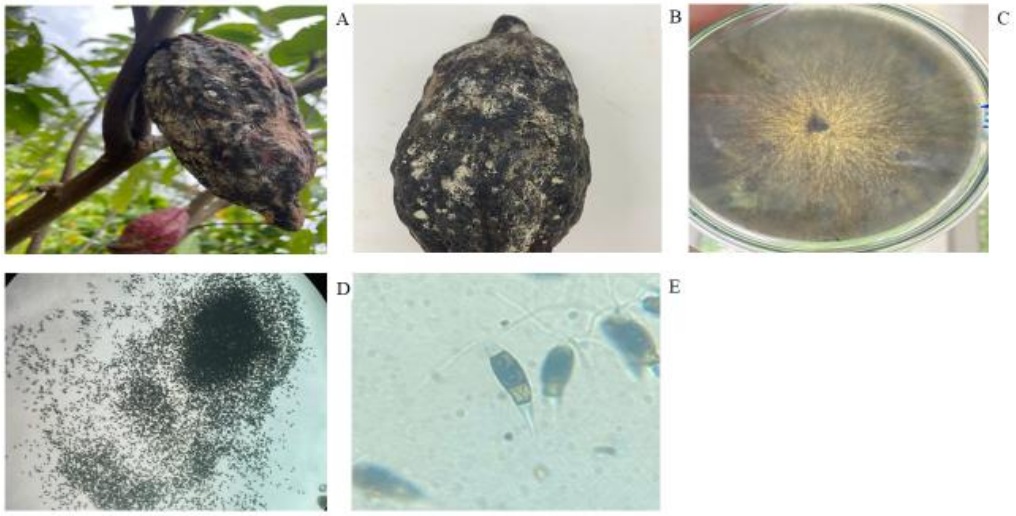


Nota: A. Mazorca de cacao con lesión necrótica marrón oscuro en el ápice y signos de micelio blanco emergente, posible infección por *Colletotrichum*. B. Cultivo en placa de Petri con fragmentos de tejido infectado; colonias circulares de micelio blanco algodonoso, típico del hongo. C. Placa con desarrollo fúngico abundante y denso, de apariencia radial. D. Imagen microscópica teñida en azul, mostrando conidios alargados y estructuras reproductivas de *Colletotrichum sp.*

Muestra 4

Figura 11

Resultado: Pestalotiopsis sp.,

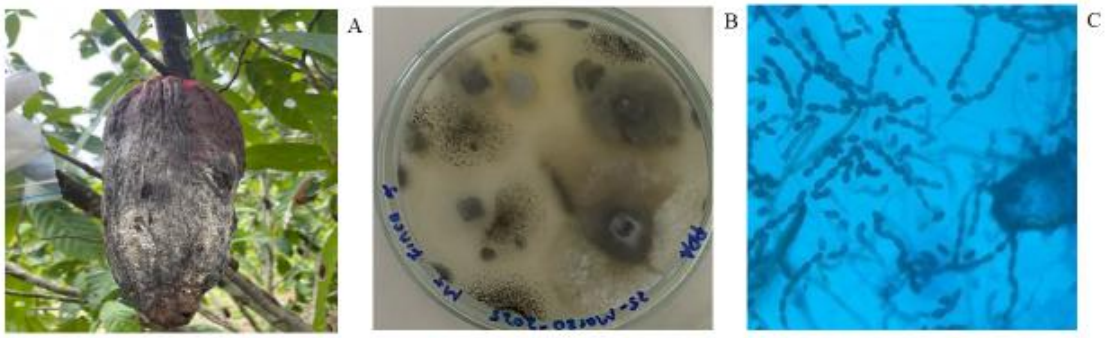


Nota: A. Mazorca en el árbol con aspecto seco, ennegrecido y múltiples lesiones, indicativo de una infección fúngica avanzada. B. Fruto cosechado, completamente cubierto con esporulación negra, típica de *Pestalotiopsis.* C. Cultivo en placa con crecimiento radial marrón a negro, con textura algodonosa hacia los bordes, típico del género. D. Observación microscópica mostrando esporulación abundante (conidios) vista a bajo aumento. E. Imagen al microscopio con conidios fusiformes multicelulares con apéndices, característicos de *Pestalotiopsis sp.*

Muestra 5

Figura 46

Resultado: Moniliophthora roreri



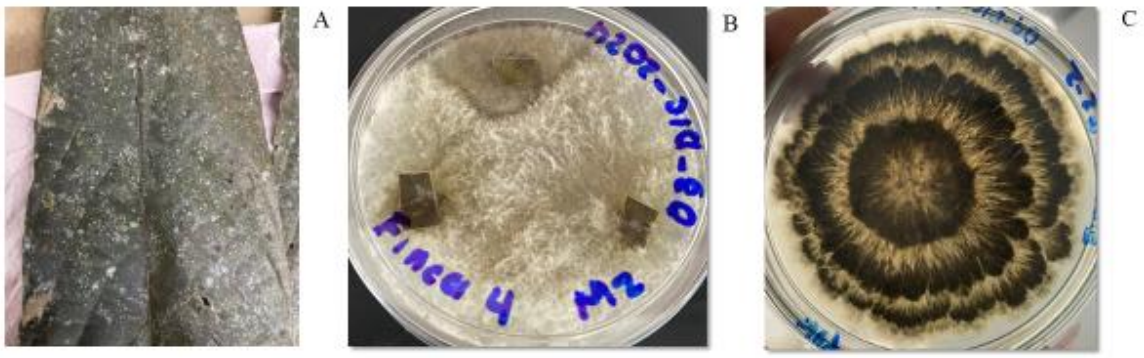
Nota: A. Mazorca en campo mostrando síntomas de moniliasis, con una coloración grisácea y presencia de micelio blanquecino superficial, típica de *Moniliophthora roreri*. B. Placa de Petri con crecimiento fúngico denso, de aspecto algodonoso y áreas oscuras esporuladas, característico del hongo. C. Imagen microscópica teñida en azul, donde se observan estructuras ramificadas (conidióforos) y conidios alineados.

- **Finca 5 La Ponderosa - Vereda La Esmeralda.**

Muestra 1

Figura 47

Resultado: Pestalotiopsis sp.,

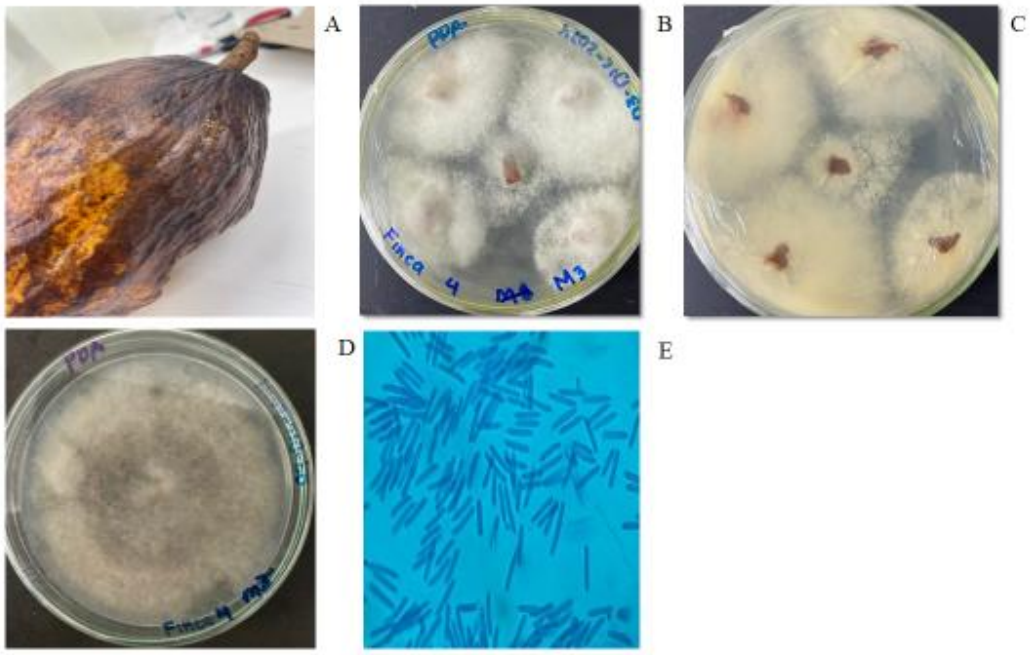


Nota: A. Hojas de cacao con múltiples manchas pequeñas, circulares y necróticas, probablemente causadas por un hongo foliar. B. Placa de Petri con tejido infectado cultivado; se observa desarrollo fúngico blanquecino desde los fragmentos. C. Cultivo fúngico con patrón concéntrico característico (círculos oscuros alternados con claros).

Muestra 2

Figura 4812

Resultado: Colletotrichum sp.,

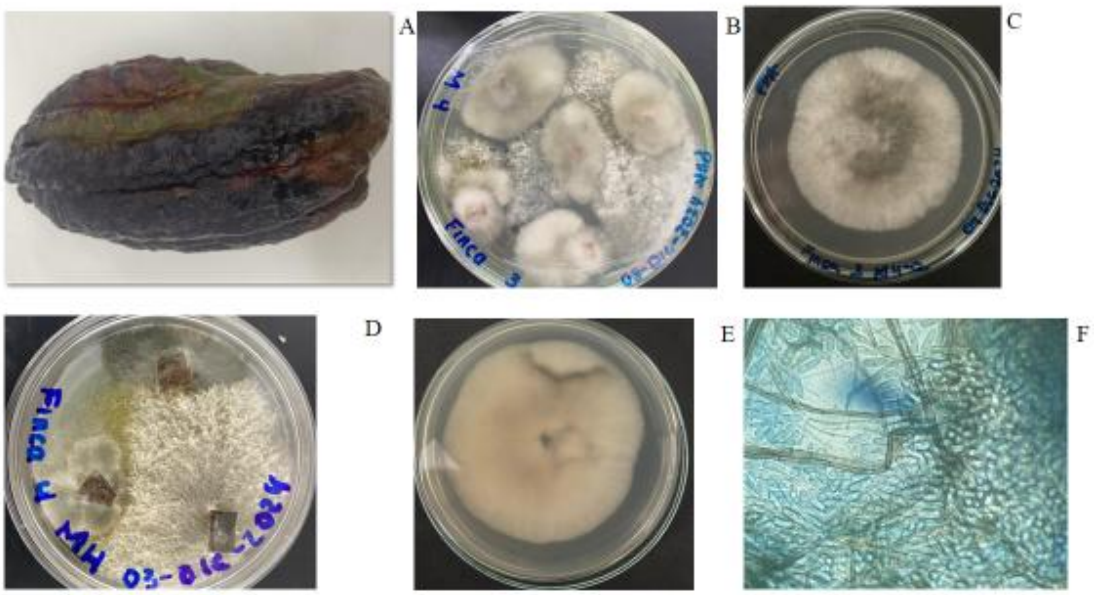


Nota: A. Mazorca de cacao con una gran mancha marrón oscura y un área amarilla-ocre, signos típicos de antracnosis o necrosis causada por hongos. B. Cultivo en placa de Petri con fragmentos de tejido infectado; se observa crecimiento micelial blanco-grisáceo desde los puntos de inoculación. C. Otra placa con disposición similar, con desarrollo micelial denso que cubre casi toda la superficie. D. Cultivo más avanzado, con crecimiento fúngico homogéneo.

Muestra 3

Figura 4913

Resultado: Colletotrichum sp.,

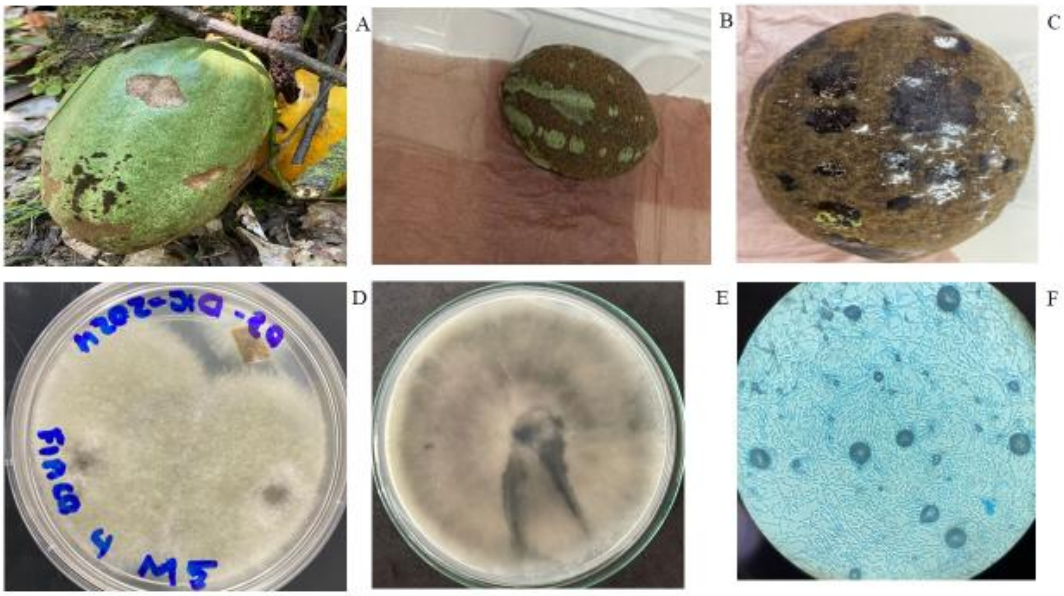


Nota: A. Fruto de cacao con superficie arrugada y manchas marrón-rojizas, signos de descomposición o infección fúngica avanzada. B. Cultivo en placa con micelio blanco-grisáceo denso, de crecimiento homogéneo. C. Placa con micelio central más oscuro, que se expande hacia los bordes. D. Placa de Petri con fragmentos de tejido infectado y esporulación densa, de aspecto algodonoso. E. Placa con crecimiento fúngico amarillo, posiblemente una contaminación secundaria o una variación del hongo. F. Observación microscópica de conidios hialinos, unicelulares, alargados y ligeramente curvados, característicos de *Colletotrichum sp.*

Muestra 4

Figura 50

Resultado: Moniliophthora roreri



Nota: A. Mazorca verde inmadura con una lesión irregular marrón, posiblemente causada por *Colletotrichum* o *Fusarium* (ambos mencionados como sospechosos). B. Fruto más joven con manchas verdes oscuras y deformación superficial leve. C. Mazorca en estado avanzado de infección, con zonas negruzcas, micelio blanco y signos visibles de esporulación. D. Cultivo en placa de Petri mostrando crecimiento micelial blanco, típico de *Moniliophthora roreri* en fase joven. E. Placa con crecimiento radial, con zonas oscuras posiblemente correspondientes a esporulación o daño tisular inducido por el hongo. F: Observación microscópica de estructuras fúngicas (probablemente conidios y hifas), teñidas en azul para facilitar su visualización.

En las imágenes se observa un fruto de cacao con lesiones de color oscuro y textura blanda, características de la infección por *Lasiodiplodia spp.*. Este hongo suele desarrollarse en condiciones de alta humedad y puede afectar frutos en distintos estados de madurez.