



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ



EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

Creada Ley No 10 – Registro Oficial 313 de Noviembre 13 de 1985

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIA**

Hongos fitopatógenos en maracuyá mediante técnica de microscopía óptica

AUTOR: Gema Lisseth Mendoza Zambrano

TUTOR: Ing. José Randy Cedeño Zambrano, PhD.

El Carmen, 21 de julio del 2026

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACIÓN CURRICULAR	REVISIÓN: 1
		Página 1 de 1

CERTIFICACIÓN

En calidad de docente tutor de la Extensión de El Carmen de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, CERTIFICO:

Haber dirigido y revisado el trabajo de integración curricular, bajo la autoría del estudiante **Mendoza Zambrano Gema Lisseth** legalmente matriculado en la carrera de Ingeniería Agropecuaria, período académico 2026 (1), cumpliendo el total de 384 horas, bajo la opción de titulación, cuyo tema del proyecto de investigación es **Hongos fitopatógenos en maracuyá mediante técnica de microscopía óptica**

La presente investigación ha sido desarrollada en apego al cumplimiento de los requisitos académicos exigidos por el Reglamento de Régimen Académico y en concordancia con los lineamientos internos de la opción de titulación en mención, reuniendo y cumpliendo con los méritos académicos, científicos y formales, suficientes para ser sometida a la evaluación del tribunal de titulación que designe la autoridad competente.

Particular que certifico para los fines consiguientes, salvo disposición de Ley en contrario.

El Carmen, 3 de agosto del 2026.

Lo certifico,



Ing. José Randy Cedeño Zambrano, PhD.

Docente Tutor

Área: Agricultura, Silvicultura, Pesca y Veterinaria

UNIVERSIDAD LAICA "ELOY ALFARO" DE MANABÍ

EXTENSIÓN EL CARMEN

CARRERA DE INGENIERÍA AGROPECUARIA

TÍTULO:

Hongos fitopatógenos en maracuyá mediante técnica de microscopía óptica

AUTOR: Gema Lisseth Mendoza Zambrano

TUTOR: Ing. José Randy Cedeño Zambrano, PhD.

TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL

TÍTULO DE INGENIERO AGROPECUARIA

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO: Mvz. Kleber Fernando Mejia Chanaluisa, Mg.



MIEMBRO: Ing. Francel Xavier López Mejia, PhD



MIEMBRO: Ing. Leonardo Enrique Avellán Vásquez, Mg



DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo MENDOZA ZAMBRANO GEMA LISSETH con cédula de ciudadanía 2350241283, estudiante de la Universidad Laica "Eloy Alfaro" de Manabí, Extensión El Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy autora de la tesis titulada "Hongos fitopatógenos en maracuyá mediante técnica de microscopía óptica", esta obra es original y no infringe derechos de propiedad intelectual. Asumo la responsabilidad total en su contenido y afirmo que todos los conceptos, ideas, textos y resultado que no son de mi autoría están debidamente citados y referenciados.

Atentamente

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Gema Lisseth Mendoza Zambrano', is written over a horizontal line.

Gema Lisseth Mendoza Zambrano

CI:2350241283

DEDICATORIA

Esta tesis es el resultado de un largo camino que no habría podido recorrer solo. Dedico este logro a quienes me acompañaron en cada paso.

A Dios, por darme la fuerza de voluntad para llegar hasta aquí. A mis padres, Gladys Bravo y Eutimio Zambrano, por su amor incondicional, su esfuerzo constante y por enseñarme con su ejemplo el valor de la perseverancia y el trabajo duro. Gracias por creer en mí cuando yo mismo dudaba.

A mi familia, por su apoyo constante, sus palabras de aliento y por celebrar cada uno de mis avances como si fuera propio.

A Jippon Zambrano, por su paciencia, cariño y compañía incondicional. Gracias por tus palabras de aliento y por ser mi sostén en los momentos más difíciles de este proceso. Gracias a todos por ser mi motivación. Este logro es de ustedes.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por otorgarme la sabiduría, fortaleza y perseverancia necesarias para culminar con éxito esta etapa de mi formación profesional.

Expreso mi gratitud a mi tutor de tesis, el Ing. Randy Cedeño, así como al Ing. Manuel Mesa y a la Ing. Diana Álava, por su guía, paciencia y dedicación. Sus conocimientos y oportunas correcciones fueron fundamentales para el desarrollo de este trabajo.

A la universidad, al INIAP y a cada uno de mis profesores, por compartir su experiencia a lo largo de mi carrera y contribuir a mi crecimiento tanto académico como personal.

A mis amigas Karen Jaramillo y María José Álava, por su apoyo constante, por escucharme en los momentos de tensión y por celebrar a mi lado cada logro.

Finalmente, extendiendo mi más sincero agradecimiento a todas las personas que, de manera directa o indirecta, colaboraron en la realización de este proyecto.

ÍNDICE

DEDICATORIA	III
AGRADECIMIENTO	VI
RESUMEN	XIII
ABSTRACT.....	XIV
INTRODUCCIÓN	1
Justificación	4
Objetivo general.....	6
Objetivos específicos	6
Hipótesis	6
CAPÍTULO I	7
3. MARCO TEÓRICO.....	7
3. 1 Generalidades.....	7
3.2 Fitopatología vegetal: hongos fitopatógenos	8
3.3 Enfermedades fúngicas del maracuyá.....	9
3.3.1 Fusarium	10
3.3.2 Antracnosis	11
3.3.3 Roña	12
3.3.4 Alternaria	13
CAPÍTULO II	16

4. MATERIALES Y MÉTODOS	16
4.1 Tipo de investigación.....	16
4.2 Ubicación del estudio.....	16
4.3 Población y muestra.....	16
4.4 Materiales.....	17
4.5 Métodos.....	17
4.5.1 Recolección de muestras.....	17
4.5.2 Desinfección superficial.....	18
4.5.3 Corte de fragmentos y siembra	18
4.5.4 Aislamiento y purificación.....	19
4.5.5 Identificación morfológica.....	19
4.6 Análisis de la información	20
CAPÍTULO III.....	21
5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
5.1 Recolección de muestras.....	21
5.2 Siembra y aislamiento en medio PDA	24
5.3 Identificación morfológica por aislamiento	25
5.4 Resumen general de los aislamientos identificados.....	37
5.5 Discusión.....	38
CAPÍTULO IV.....	42

CONCLUSIONES	42
CAPITULO V.....	43
RECOMENDACIONES.....	43
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA.....	44
ANEXOS	47

INDICE DE FIGURAS

Imagen 1: cultivo de maracuyá en zona de muestreo	21
Imagen 2: Fruto con lesiones necróticas	21
Imagen 3: Hoja con síntomas recolectada y rotulada	22
Imagen 4: Caja Petri con PDA.....	24
Imagen 5: Aislamiento de tejido en cámara de flujo bajo condiciones asépticas	24
Imagen 6: Colonia pura del aislamiento H2	25
Imagen 7: Montaje en azul de lactofenol del aislamiento H1	25
Imagen 8: identificación de hongo <i>Alternaria</i>	26
Imagen 9: colonia microscópica del aislamiento H2 en cultivo PDA.....	27
Imagen 10: vista microscópica (40x) de las estructuras del aislamiento H2.....	28
Imagen 11: caja petri en cámara húmeda, muestra de raíz 1	29
Imagen 12: vista microscópica 40x de las estructuras del aislamiento R1	30
Imagen 13: colonias fúngicas del aislamiento R2 en cámara húmeda.....	31
Imagen 14: vista microscópica 40x de las estructuras del aislamiento R2	32
Imagen 15: lesiones necróticas en fruto, aislamiento F1.....	33
Imagen 16: vista microscópica 40x de las e	34
Imagen 17: vista microscópica 40x de.....	36

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Muestras recolectadas	22
Tabla 2 Identificación de hongo Alternaria	26
Tabla 3 Segundo diagnóstico de Alternaria	28
Tabla 4 Diagnostico de Fusarium	30
Tabla 5 Diagnostico Fusarium	32
Tabla 6 Fusarium en fruto.....	34
Tabla 7 Comprobación de Fusarium en fruto	36
Tabla 8 Comprobación de todos los hongos encontrados.....	37

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo1 Registro fotográfico.....	47
Anexo2 Evidencia microscópica y aislamiento	48
Anexo3 Ubicación de la investigación	49

RESUMEN

El maracuyá (*Passiflora edulis*) es un cultivo importante para la agricultura familiar en Ecuador, pero enfrenta una amenaza fitosanitaria poco documentada localmente: los hongos fitopatógenos. Esta investigación identificó los hongos fitopatógenos asociados al maracuyá mediante siembra en medio Papa-Dextrosa-Agar (PDA) y observación por microscopía óptica. Se analizaron 6 muestras de tejido vegetal (hoja, raíz y fruto) sintomático, recolectadas en la finca "La Palma", km 38 de la vía Santo Domingo - La Concordia, y procesadas en los laboratorios de la Estación Experimental Santo Domingo del INIAP. Los aislamientos se caracterizaron mediante montajes en azul de lactofenol y comparación con claves taxonómicas. Se identificaron dos géneros fúngicos: *Fusarium* spp., en aislamientos de raíz y fruto (marchitez, pudrición y decoloración vascular), y *Alternaria* spp., en aislamientos de hoja (manchas necróticas y coalescentes). No se detectaron *Colletotrichum* ni *Cladosporium*. La microscopía óptica, apoyada en PDA y cámara húmeda, resultó una herramienta accesible y suficiente para orientar el manejo fitosanitario a nivel de género, aportando un primer registro local de estos patógenos.

ABSTRACT

Passion fruit (*Passiflora edulis*) is a major crop for family farming in Ecuador, facing a poorly documented phytosanitary threat: phytopathogenic fungi. This research identified the phytopathogenic fungi associated with passion fruit through culturing on Potato Dextrose Agar (PDA) and optical microscopy observation. Six symptomatic plant tissue samples (leaf, root, and fruit) were collected from the "La Palma" farm, km 38 of the Santo Domingo - La Concordia road, and processed at the Santo Domingo Experimental Station of INIAP. Isolates were characterized through lactophenol cotton blue mounts and compared with taxonomic keys. Two fungal genera were identified: *Fusarium* spp., in root and fruit isolates (wilting, rot, vascular discoloration), and *Alternaria* spp., in leaf isolates (necrotic and coalescing spots). Neither *Colletotrichum* nor *Cladosporium* were detected. Optical microscopy, supported by PDA and moist chamber incubation, proved to be an accessible and sufficient diagnostic tool for genus-level phytosanitary management, providing a first local record of these pathogens.

INTRODUCCIÓN

Las enfermedades fúngicas constituyen la principal limitante fitosanitaria para el cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis Sims*) a nivel mundial. Resulta contradictorio que, las condiciones de alta humedad y temperatura que la planta requiere para su desarrollo óptimo son las mismas que favorecen la propagación de estos patógenos, los cuales colonizan hojas, tallos, flores, raíces y frutos en cualquier etapa del ciclo productivo. Sin un manejo técnico oportuno, el impacto en el rendimiento es devastador. En Colombia, por ejemplo, se ha documentado que la antracnosis, causada por *Colletotrichum gloeosporioides*, puede reducir la producción en más del 80 % (Campo-Arana et al., 2019). Asimismo, investigaciones de postcosecha en China identificaron a *Fusarium spp.*, *Colletotrichum spp.* y *Alternaria spp.* como los géneros más agresivos y con mayor capacidad de deteriorar la fruta tras la recolección (Rizwan et al., 2021).

En Ecuador, el cultivo de maracuyá es un pilar clave para la agricultura familiar. Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2023), durante el año 2022 la producción se concentró en 13 de las 24 provincias del país, registrando un 68 % de la cosecha en la región Costa, sobre todo en Manabí y Esmeraldas. En ese mismo periodo, la Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua reportó que la superficie cosechada alcanzó las 7 694 hectáreas, lo que generó un total de 56 104 toneladas y un rendimiento promedio de 7,29 toneladas por hectárea.

Esta actividad económica depende casi por completo de los pequeños agricultores, ya que el 93 % de las fincas locales tienen una extensión igual o menor a 5 hectáreas. Además, de las 9 000 personas que trabajan directamente en este sector, el 64 % corresponde a mano de obra familiar. Por otro lado, al revisar las causas de la pérdida de superficie cultivada del maracuyá, el

informe del MAG señala que la sequía es el factor principal con el 61 % de los casos, seguida por el ataque de plagas con un 33 % y las enfermedades con el 5 %. Aunque este último porcentaje parezca bajo en comparación con el factor climático, confirma de manera oficial que los problemas fitosanitarios afectan directamente la estabilidad del cultivo. Este escenario justifica plenamente la necesidad de investigar y diagnosticar estas amenazas a nivel local.

El maracuyá (*Passiflora edulis*) es una planta trepadora perenne de la familia Passifloraceae, originaria de la Amazonía brasileña, desde donde se extendió hacia las regiones tropicales y subtropicales del mundo (Mora Castro y Torrado-León, 2011). En el ámbito comercial se destacan dos variedades principales: la amarilla (*P. edulis* f. *flavicarpa*) y la morada (*P. edulis* f. *edulis*). La primera de ellas constituye la de mayor cultivo en el sector, debido a su excelente rendimiento y alto contenido de jugo. Para su desarrollo óptimo, este cultivo exige condiciones climáticas muy específicas, como temperaturas entre los 20 y 30 °C, una humedad relativa cercana al 80 % y más de 11 horas de luz solar diarias (Valarezo *et al.*, 2009). Sin embargo, estas mismas condiciones óptimas para el desarrollo del cultivo favorecen la proliferación de hongos patógenos, lo que genera un desafío sanitario constante para los productores.

Aunque el maracuyá es susceptible a problemas de origen bacteriano y viral, los hongos fitopatógenos representan la principal limitante para el cultivo a nivel mundial (Agrios, 2005). En las plantaciones tropicales, los géneros más recurrentes y destructivos son *Fusarium* spp., *Colletotrichum* spp. y *Cladosporium* spp. (Jaramillo *et al.*, 2009). Por ejemplo, *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* causa la "secadera", una marchitez que tapona los conductos de agua de la planta y provoca su muerte progresiva (Suárez *et al.*, 2008). Por su parte, *Colletotrichum gloeosporioides* es el responsable de la antracnosis, enfermedad que genera lesiones hundidas en hojas y frutos, llegando a reducir la producción en más del 80 % en regiones vecinas como

Colombia (Campo-Arana *et al.*, 2019). Asimismo, *Cladosporium herbarum* provoca la roña, una afección que deforma la corteza del fruto y arruina su apariencia comercial (Ontaneda Chamba, 2025). En Ecuador, la combinación de calor y humedad facilita la persistencia y agresividad de estas enfermedades.

Si bien las investigaciones a nivel mundial describen con precisión el impacto de estos fitopatógenos, en el ámbito nacional predomina un vacío considerable de información técnica y actualizada respecto a las especies específicas que afectan al cultivo (Ontaneda Chamba, 2025). Al no contar con diagnósticos precisos en las fincas, los agricultores suelen recurrir a la aplicación indiscriminada de fungicidas, eligiendo productos al azar sin conocer realmente qué enfermedad intentan combatir. Esta situación no solo eleva los costos de producción para un sector compuesto mayoritariamente por pequeños agricultores con parcelas menores a 5 hectáreas (Ministerio de Agricultura y Ganadería [MAG], 2023), sino que también acelera la resistencia de los hongos y daña el medio ambiente. El problema de fondo no es la falta de insumos, sino la carencia de un método de diagnóstico accesible que le permita al productor identificar al enemigo antes de decidir cómo controlarlo.

Frente a esta necesidad, la microscopía óptica aparece como una alternativa diagnóstica rápida, económica y muy viable para zonas rurales o laboratorios con presupuestos limitados. Esta técnica permite observar características clave de los hongos, como la forma y disposición de sus conidios, hifas y esporas, logrando orientar la identificación hacia el género del patógeno sin la necesidad de costosos equipos moleculares (Fallahi *et al.*, 2025). Si bien la morfología es un filtro inicial y los estudios modernos reservan la secuenciación genética para definir especies exactas, para los objetivos de esta investigación centrada en la identificación a nivel de género la microscopía resulta metodológicamente adecuada y totalmente coherente con los recursos

disponibles, basados en medios de cultivo PDA (Agar Papa Dextrosa) y microscopios ópticos convencionales.

Ante este panorama, el cultivo de maracuyá en Ecuador enfrenta una amenaza sanitaria real pero poco documentada a nivel local. Se sabe qué hongos afectan al cultivo en otros países, pero no existe un registro claro de cuáles están presentes en las plantaciones ecuatorianas ni en qué cantidad. Obtener estos datos permitirá a los productores tomar decisiones de manejo basadas en su propia realidad y no en recomendaciones importadas, además de dejar una base sólida para la fitopatología en el país. Con base en esta problemática, se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿qué hongos fitopatógenos están asociados al cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) en la zona de estudio, y es posible identificarlos y caracterizarlos morfológicamente mediante la siembra en medio de cultivo PDA y el uso de técnicas de microscopía óptica?

Justificación

El maracuyá no es simplemente un cultivo más en la fruticultura ecuatoriana; es el verdadero sustento de miles de familias campesinas. Como se mencionó antes, el 93 % de las fincas dedicadas a esta fruta no supera las 5 hectáreas y la gran mayoría depende de la mano de obra familiar (MAG, 2023). Por eso, cualquier problema fitosanitario que no se controle a tiempo golpea de forma directa el bolsillo de estos pequeños productores. En este sentido, investigar las enfermedades que afectan al cultivo no es solo por cumplir con un interés académico, sino por responder a una necesidad real y urgente de nuestra gente en el campo.

A esto se suma que en Ecuador, a diferencia de lo que ocurre en países como Colombia donde ya existen trabajos consolidados sobre los agentes causantes de la antracnosis y otras enfermedades del maracuyá (Campo-Arana *et al.*, 2019; Henao-Henao *et al.*, 2018), la información

sobre qué hongos fitopatógenos están realmente presentes en los cultivos locales sigue siendo escasa (Ontaneda Chamba, 2025). Esto obliga muchas veces a los agricultores ecuatorianos a manejar sus cultivos con base en recomendaciones pensadas para otras realidades, lo cual no siempre resulta efectivo. Por eso, generar información propia y actualizada representa un aporte concreto, aunque sea a pequeña escala, para empezar a cerrar ese vacío.

Para la sección metodológica, se optó por la siembra en medio PDA (Agar Papa Dextrosa) y la identificación morfológica mediante microscopía óptica. Más allá de ser una técnica clásica, se seleccionó este procedimiento debido a que constituye una de las alternativas más accesibles para laboratorios que no cuentan con presupuestos amplios ni equipos de biología molecular. Autores como Fallahi *et al.* (2025) y Agrios (2005) coinciden en que este método, aunque posee limitaciones para determinar la especie, resulta suficiente y confiable para identificar el género del patógeno, el cual corresponde precisamente al alcance establecido para este trabajo.

Finalmente, esta investigación busca tener un impacto práctico más allá del laboratorio. El conocimiento preciso sobre los géneros de hongos que afectan al maracuyá en la zona de estudio permitirá que los productores eviten el uso empírico e indiscriminado de fungicidas. En ese sentido, este trabajo pretende constituir un primer paso hacia un manejo fitosanitario informado, sostenible y planificado para el cultivo de maracuyá en el país.

Objetivo general

Identificar hongos fitopatógenos de maracuyá mediante técnica de microscopía óptica.

Objetivos específicos

- Recolectar muestras de tejido de las diferentes partes de la planta de maracuyá afectadas por microorganismos patógenos.
- Sembrar los tejidos afectados del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) en medio Papa-Dextrosa-Agar (PDA), para favorecer el crecimiento de los microorganismos patógenos.
- Purificar las cepas de microorganismos patógenos obtenidas del cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*).
- Identificar los microorganismos patógenos mediante microscopía óptica.

Hipótesis

Los tejidos sintomáticos de maracuyá (*Passiflora edulis*) recolectados en la zona de estudio albergan géneros fúngicos fitopatógenos de importancia agrícola entre ellos *Fusarium*, *Colletotrichum*, *Cladosporium* y *Alternaria*, los cuales pueden aislarse mediante siembra en medio de cultivo PDA e identificarse morfológicamente a nivel de género a través de microscopía óptica.

CAPÍTULO I

3. MARCO TEÓRICO

3.1 Generalidades

El maracuyá (*Passiflora edulis* Sims) pertenece a la familia Passifloraceae, dentro del orden Malpighiales, y taxonómicamente se ubica así:

Reino: Plantae

Filo: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Malpighiales

Familia: Passifloraceae

Género: *Passiflora*

Especie: *Passiflora edulis* Sims

Esta planta es una trepadora perenne originaria de la Amazonía brasileña, desde donde se extendió hacia las regiones tropicales y subtropicales de América, Asia, África y Oceanía (Mora Castro y Torrado-León, 2011). En el mercado destacan dos variedades: la amarilla (*P. edulis* f. *flavicarpa*) y la morada (*P. edulis* f. *edulis*), las cuales aportan una cantidad importante de carbohidratos, proteínas, grasas y compuestos bioactivos. Sin embargo, la opción amarilla es la más comercializada a nivel global porque ofrece un mayor rendimiento de jugo (Campos-Rodríguez *et al.*, 2023). Su consumo no solo es en fresco, sino que se procesa para elaborar jugos, concentrados, esencias y cosméticos. Además, Campos-Rodríguez *et al.* (2023) mencionan que sus residuos, como la cáscara y las semillas, contienen elementos clave como compuestos fenólicos y carotenoides que pueden ser aprovechados. Finalmente, para su desarrollo óptimo, el cultivo

requiere temperaturas de 20 a 30 °C, humedad cercana al 80 % y más de 11 horas de luz al día, factores que el litoral ecuatoriano provee de manera ideal (Valarezo *et al.*, 2009).

3.2 Fitopatología vegetal: hongos fitopatógenos

Los hongos fitopatógenos son microorganismos eucarióticos del reino Fungí que colonizan y parasitan tejidos vegetales vivos. Según Agrios (2005), sus efectos principales incluyen manchas, necrosis, marchitez, pudriciones y deformaciones, dependiendo del órgano y la especie de planta afectada. Asimismo, su cuerpo vegetativo está formado por hifas, que son filamentos cuyo conjunto recibe el nombre de micelio. Cuando estas hifas tienen paredes transversales que dividen el citoplasma en compartimentos, se les denomina septadas, una característica de los hongos superiores. En cambio, cuando carecen de estas divisiones, se consideran hifas aseptadas o cenocíticas, típicas de los hongos inferiores.

El diagnóstico fitosanitario por morfometría consiste en observar y medir los rasgos físicos que distinguen a un hongo de otro, logrando así su clasificación taxonómica. Según el protocolo de SENASICA (2018), los criterios más utilizados para este análisis incluyen el color y aspecto de la colonia, el tipo de micelio, el modo de reproducción (sexual o asexual) y la presencia de cuerpos fructíferos. También se examina detalladamente la forma, tamaño, color y ornamentación de las esporas. En la mayoría de los hongos de interés agrícola, la reproducción asexual es el principal mecanismo de dispersión, la cual ocurre mediante conidios formados en los conidióforos. La apariencia de estos elementos suele ser tan característica que resulta suficiente para identificar el género e incluso la especie bajo estudio (Agrios, 2005).

El medio de cultivo más utilizado para el desarrollo de estas estructuras en el laboratorio es el Papa-Dextrosa-Agar (PDA), debido a que aporta los nutrientes esenciales requeridos por la

mayoría de los hongos fitopatógenos de importancia agrícola (SENASICA, 2018). Por lo general, el análisis morfométrico es suficiente para identificar el género sin necesidad de equipos costosos, aunque la precisión del resultado depende directamente de la experiencia del observador. Por esta razón, cuando se requiere determinar la especie con total certeza, esta técnica se complementa con herramientas moleculares (SENASICA, 2018; Fallahi *et al.*, 2025).

Como complemento al aislamiento en PDA, la técnica de cámara húmeda constituye otro método práctico de diagnóstico fitopatológico, empleado para inducir la esporulación del hongo directamente sobre el tejido vegetal afectado. Este procedimiento consiste en colocar el fragmento de tejido sintomático sobre un sustrato húmedo como algodón humedecido con agua destilada estéril dentro de una caja petri cerrada. De este modo, se genera un ambiente con una humedad relativa cercana al 100 %, lo que favorece la germinación de esporas y el desarrollo de estructuras reproductivas sobre la superficie del tejido, sin que el patógeno deba colonizar previamente un medio artificial (SENASICA, 2018). Esta técnica resulta útil cuando el crecimiento del hongo en PDA es lento o cuando interesa observar la esporulación en condiciones cercanas a las del campo. En esta investigación, la cámara húmeda se empleó como método complementario a la siembra en PDA, lo que permitió contrastar las estructuras observadas por ambas vías y reforzar la fiabilidad de la identificación morfológica a nivel de género.

3.3 Enfermedades fúngicas del maracuyá

En el cultivo de maracuyá del trópico americano, cuatro géneros fúngicos concentran la mayoría de los problemas fitosanitarios. Entre ellos destacan *Fusarium*, causante de la fusariosis o secadera; *Colletotrichum*, responsable de la antracnosis; *Cladosporium*, de la roña; y *Alternaria*, agente detrás de la mancha foliar (Agrios, 2005; Rizwan *et al.*, 2021). Aunque cada uno ataca de forma distinta y coloniza un órgano o fase específica del cultivo, todos comparten el mismo factor

de riesgo. Estos patógenos prosperan bajo condiciones de humedad relativa alta y temperaturas cálidas, características climáticas que predominan en las zonas productoras tropicales.

3.3.1 *Fusarium*

El fusarium, mejor conocida en el campo como "secadera", es de las enfermedades más temidas en el cultivo de maracuyá. La razón es sencilla: una vez que el hongo se instala en el suelo, prácticamente no hay manera de sacarlo de ahí. Se le atribuye tanto a *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* como a *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae*, dos formas especiales reportadas en plantaciones colombianas, lo que de paso confirma lo complicado que resulta el género *Fusarium* a la hora de identificarlo con precisión. Martínez-Bolaños (2012, como se citó en Robledo-Buriticá *et al.*, 2017) documentó en el Valle del Cauca pérdidas de rendimiento de entre 40 % y 60 % cuando la enfermedad no se controla a tiempo.

Sin embargo, las dos especies no colonizan la planta de la misma forma. Según Ortiz *et al.* (2014), *F. oxysporum* entra por las raíces y desde ahí avanza por el sistema vascular hacia arriba, mientras que *F. solani* se queda más bien en el cuello, en la base del tallo. El daño que terminan provocando, eso sí, es parecido en ambos casos: hifas y microconidios colonizan los vasos de la xilema, el cámbium se hipertrofia y las fibras vasculares se destruyen, todo lo cual termina cortando el paso de agua y nutrientes.

Robledo-Buriticá *et al.* (2017) siguieron el avance de la infección día por día usando microscopía electrónica de barrido en plántulas inoculadas con *F. solani*. Al quinto día ya aparecían macroconidios formados desde monofiálides en el micelio aéreo del tallo. Para el día diez, hifas y esporodoquios maduros habían colonizado la xilema y la médula del cuello. La colonización de las estomas por hifas empezó al sexto día, y no fue hasta el día trece que se

observaron monofiálides con microconidios sobre la superficie de la hoja. En el campo, la marchitez suele empezar de un solo lado de la planta antes de generalizarse, y el signo más claro para confirmar el diagnóstico es la decoloración marrón o púrpura del tejido vascular, que se ve al cortar el tallo longitudinalmente por la base.

3.3.2 Antracnosis

Colletotrichum gloeosporioides (teleomorfo *Glomerella cingulata*) es el agente causal de la antracnosis, otra enfermedad de peso en el cultivo de maracuyá. Campo-Arana *et al.* (2019) documentaron en cultivos comerciales de Colombia que, sin un manejo adecuado, puede reducirse el rendimiento en más del 80 %. A diferencia de la fusariosis, que va por el sistema vascular, esta enfermedad se queda en la parte aérea de la planta: aparecen lesiones en tallos, flores, hojas y, lo más grave para quien va a vender el fruto, en los propios frutos (Campo-Arana *et al.*, 2019).

El comportamiento del hongo es hemibiotrófico. Primero coloniza células vivas del hospedante sin producir síntomas visibles (fase biotrófica), y solo cuando pasa a alimentarse de tejido muerto en la fase necrotrófica empiezan a manifestarse las lesiones características (Agrios, 2005). En el fruto, estas suelen comenzar como pequeños exudados gomosos que se convierten en manchas de aspecto aceitoso; con el tiempo se oscurecen, se hunden ligeramente en el borde y, sin intervención oportuna, terminan uniéndose hasta cubrir buena parte de la superficie (Campo-Arana *et al.*, 2019).

Morfológicamente, *C. gloeosporioides* forma sus conidios dentro de acérvulos; estos a veces presentan setas filamentosos oscuros y rígidos rodeando la masa conidial, y a veces no, lo que puede complicar el diagnóstico cuando se trabaja solo con morfología (Barnett y Hunter, 1998). Los conidios son cilíndricos e hialinos, y la forma más práctica de distinguirlos de los de *C.*

acutatum es que tienen ambos extremos redondeados en lugar de uno solo terminado en punta (Barnett y Hunter, 1998). Sobre PDA, las colonias van de gris claro a gris oscuro, con masas de conidios que adquieren ese tono naranja tan característico del género.

3.3.3 Roña

La roña afecta sobre todo los tejidos jóvenes de la planta: hojas, zarcillos y frutos en desarrollo. No llega a dañar la pulpa, pero deforma el fruto y arruina su apariencia comercial, que para un producto que se vende casi siempre en fresco es un golpe serio (Ontaneda Chamba, 2025). El agente causal se atribuye a especies del género *Cladosporium*, y en plantaciones de maracuyá se ha reportado específicamente a *Cladosporium herbarum* como responsable (Ontaneda Chamba, 2025).

Vale la pena anotar algo aquí: distinguir *C. herbarum* de especies muy parecidas morfológicamente, como *C. cladosporioides*, confirmada mediante PCR y filogenia como agente de la roña en otras plantaciones colombianas (Delgado-Méndez *et al.*, 2013), no es sencillo si uno solo cuenta con un microscopio óptico, porque ambas comparten conidióforos de color marrón claro y conidios elipsoidales de tamaño parecido. Esta es justamente la limitación que ya reconoce el planteamiento de esta investigación: la morfología basta para ubicar al patógeno dentro del género *Cladosporium* con bastante confianza, pero precisar la especie exacta dependería de una confirmación molecular que queda fuera del alcance de este trabajo.

El tiempo que tarda en aparecer la enfermedad después de la inoculación depende del tejido: en frutos los síntomas suelen verse alrededor del séptimo día, mientras que en hojas el rango va de 4 a 12 días según el estudio y las condiciones del ensayo (Delgado-Méndez *et al.*, 2013).

En cuanto a la morfología, los conidióforos de este género son de color marrón claro y forman los conidios desde la parte central hasta el extremo superior de la estructura (Domsch *et al.*, 1980, como se citó en Delgado-Méndez *et al.*, 2013). Los de *C. cladosporioides* miden entre 2 y 6 μm de ancho por hasta 350 μm de largo, con conidios elipsoidales marrones de unos $3\text{-}7 \times 2\text{-}4 \mu\text{m}$; los de *C. herbarum* son un poco más anchos ($3\text{-}6 \mu\text{m}$) pero más cortos (hasta 250 μm), y sus conidios, casi siempre unicelulares, son más grandes y de tono marrón amarillento ($5,5\text{-}13 \times 3,8\text{-}6,0 \mu\text{m}$) (Delgado-Méndez *et al.*, 2013). De forma general, las esporas del género tienen forma elipsoidal, color que va de hialino a marrón amarillento, y miden alrededor de 10 μm de largo por 4 μm de ancho (Agrios, 2005).

3.3.4 *Alternaria*

Aunque recibe menos atención bibliográfica que la fusariosis o la antracnosis, *Alternaria* es un género de presencia documentada en el cultivo de maracuyá con impacto tanto productivo como comercial. Rizwan *et al.* (2021), en un estudio de diversidad fúngica en frutos de *Passiflora edulis* realizado en China, identificaron a *Alternaria alternata* como una de las cuatro especies más agresivas en postcosecha, junto a *Fusarium kyushuense*, *Fusarium concentricum* y *Colletotrichum truncatum*. A nivel de campo, el género *Alternaria* ha sido reportado en Colombia como agente causal de lesiones en hojas y frutos en plantaciones de maracuyá, bajo la denominación de mancha foliar (Jaramillo *et al.*, 2009). El hongo es necrotrófico y polífago, lo que significa que puede infectar tejido vegetal de distintas especies, aunque muestra especial preferencia por tejidos senescentes o debilitados (Agrios, 2005).

Los síntomas en campo se presentan como manchas necróticas de coloración marrón oscura a negra, con bordes bien definidos y, con frecuencia, un halo clorótico amarillento en el tejido circundante (Agrios, 2005). Bajo condiciones de alta humedad relativa, las lesiones avanzan

rápidamente y sobre su superficie se desarrolla una vellosidad oscura, que corresponde a la masa de conidióforos y conidios del patógeno. Las esporas del hongo se diseminan principalmente por el viento y por salpicado de agua de lluvia, lo que favorece su rápida dispersión entre plantas y dentro del propio cultivo (Barnett y Hunter, 1998). El fruto afectado pierde valor comercial antes incluso de que la infección progrese hacia la pulpa, lo que convierte a esta enfermedad en un problema relevante tanto para el mercado en fresco como para la agroindustria.

Morfológicamente, *Alternaria* es uno de los géneros más reconocibles al microscopio óptico. Sus conidios son pluricelulares, con tabiques tanto transversales como longitudinales, lo que los hace muriformes en corte óptico; presentan una coloración marrón dorada a marrón oscura, y un extremo apical que se prolonga formando un pico o rostro (apículo), rasgo que permite diferenciarlos de otros hongos dematiáceos de conidios oscuros como *Stemphylium* (Barnett y Hunter, 1998). En *Alternaria alternata*, los conidios son ovoides a elipsoidales, con tres a nueve septos transversales y hasta tres septos longitudinales o diagonales; sus dimensiones oscilan entre 20 y 63 μm de largo por 9 a 18 μm de ancho (Simmons, 2007).

Los conidióforos son simples o ramificados, de color marrón claro, y los conidios se producen en cadenas; esta característica, junto con el apículo, los hace inconfundibles a nivel de género (Barnett y Hunter, 1998).

Sobre medio PDA, las colonias de *Alternaria* spp. crecen con relativa rapidez: en 7 días alcanzan entre 4 y 7 cm de diámetro. Por el anverso, la coloración inicial es gris verdosa u olivácea, que se oscurece con el tiempo hasta un gris negruzco; el reverso es marrón oscuro a negro. La textura es algodonosa a lanosa, y la esporulación suele ser directamente visible sobre la superficie de la colonia sin necesidad de preparaciones adicionales, lo que facilita su reconocimiento en el laboratorio (Simmons, 2007). Desde el punto de vista del diagnóstico morfológico, la combinación

de conidios muriformes oscuros con apicelo rostrado, dispuestos en cadenas sobre conidióforos marrones, constituye un patrón suficientemente distintivo para orientar la identificación al nivel de género por microscopía óptica, sin requerir confirmación molecular para los fines de la presente investigación (Barnett y Hunter, 1998; Fallahi *et al.*, 2025).

CAPÍTULO II

4. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1 Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo observacional y descriptivo, orientada a la identificación de hongos fitopatógenos asociados al cultivo de maracuyá a partir de sus características morfológicas. No se planteó un diseño experimental con tratamientos ni repeticiones estadísticas, dado que el objetivo no fue comparar variables entre grupos sino caracterizar, mediante aislamiento en medio de cultivo y observación microscópica, los géneros fúngicos presentes en el material vegetal sintomático recolectado.

4.2 Ubicación del estudio

La recolección de muestras se realizó en la finca “La Palma”, una propiedad productora de maracuyá ubicada en el kilómetro 38 de la vía Santo Domingo - La Concordia. Por su parte, el procesamiento de las muestras que incluyó la siembra en medio agar papa dextrosa (PDA) y cámara húmeda, la purificación de cepas y la identificación morfológica se llevó a cabo en los laboratorios de la Estación Experimental Santo Domingo del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP).

4.3 Población y muestra

El muestreo fue no probabilístico por conveniencia, basado en la presencia de síntomas visibles de afectación fúngica en el campo. Se recorrieron las hileras de la plantación y se seleccionaron plantas que mostraban signos compatibles con la enfermedad (manchas foliares, lesiones necróticas, pudrición o marchitez), de las cuales se recolectó un total de seis muestras de

tejido vegetal: dos de hoja, dos de raíz y dos de fruto, todas correspondientes a órganos con síntomas evidentes de afectación. La recolección se realizó el 1 de junio de 2026.

4.4 Materiales

Para la ejecución del estudio se utilizaron los siguientes materiales y equipos:

Muestras de raíces, tallos, hojas y frutos de maracuyá con síntomas de afectación fúngica.

Alcohol al 50 %.

Hipoclorito de sodio al 0,7 %.

Agua destilada estéril.

Medio de cultivo Papa-Dextrosa-Agar (PDA).

Cajas Petri.

Microscopio óptico.

Portaobjetos y cubreobjetos.

Azul de lactofenol.

Mechero y material de laboratorio estéril (asas, bisturí, pinzas).

4.5 Métodos

4.5.1 Recolección de muestras

A partir de las plantas seleccionadas en campo, se recolectaron fragmentos de raíz, tallo, hoja y fruto que presentaban síntomas visibles de afectación pudrición radicular, lesiones necróticas en tallo, manchas foliares y lesiones en fruto, respectivamente. Las muestras se

colocaron en fundas plásticas estériles, debidamente etiquetadas con la fecha, el órgano de procedencia y el código de la planta, y se transportaron en frío hasta el laboratorio del INIAP para su procesamiento dentro de las 24 horas posteriores a la recolección.

4.5.2 Desinfección superficial

Posteriormente, las muestras vegetales fueron sometidas a un proceso de desinfección superficial con el fin de eliminar microorganismos contaminantes presentes en la superficie del tejido. Para ello, se realizó una inmersión secuencial en una solución de alcohol al 50 % durante un minuto, seguida de una solución de hipoclorito de sodio al 0,7 % durante un minuto; finalmente, las muestras fueron enjuagadas con agua destilada estéril durante cinco minutos para remover los residuos de los agentes desinfectantes.

4.5.3 Corte de fragmentos y siembra

Una vez desinfectadas, se obtuvieron fragmentos de tejido de aproximadamente $0,5 \times 0,5$ cm, extraídos de la zona de transición entre tejido sano y tejido afectado. Esta región fue seleccionada debido a que presenta una mayor probabilidad de contener al agente fitopatógeno en estado activo de infección, minimizando la presencia de microorganismos saprófitos secundarios asociados a tejidos completamente necrosados.

Los fragmentos obtenidos fueron procesados mediante dos metodologías complementarias. Una porción del material fue macerada en cajas Petri estériles utilizando algodón humedecido con agua destilada estéril, para su posterior incubación en cámara húmeda. La segunda porción fue sembrada directamente en medio de cultivo Papa-Dextrosa-Agar (PDA), medio ampliamente utilizado para el aislamiento y desarrollo de hongos fitopatógenos debido a su adecuada

composición nutricional, que favorece el crecimiento de la mayoría de especies fúngicas de importancia agrícola bajo condiciones controladas de laboratorio (SENASICA, 2018).

Para el montaje de la cámara húmeda, los fragmentos macerados se colocaron sobre el algodón humedecido dentro de la caja Petri estéril, la cual se cerró y se selló con parafilm para mantener una atmósfera saturada de humedad. Las cámaras se incubaron a temperatura ambiente de laboratorio, con observaciones diarias bajo estereoscopio a partir del segundo día, hasta la aparición visible de estructuras reproductivas (micelio aéreo, conidióforos y esporas) sobre la superficie del tejido, lo que se registró fotográficamente. Este método se aplicó de manera complementaria a la siembra en PDA, principalmente sobre las muestras que presentaban mayor grado de deterioro del tejido, con el fin de contrastar las estructuras fúngicas desarrolladas directamente sobre el material vegetal con aquellas obtenidas en el medio de cultivo artificial.

4.5.4 Aislamiento y purificación

Las cajas sembradas se incubaron a temperatura ambiente de laboratorio, dando seguimiento diario al desarrollo de las colonias fúngicas. Transcurridos tres días de incubación, una vez que las colonias presentaron un crecimiento suficiente para su manipulación, se procedió a la purificación de las cepas: se tomaron fragmentos de micelio de cada colonia y se resembraron en cajas con PDA fresco. Este procedimiento se repitió durante tres resiembras sucesivas hasta obtener cultivos puros, libres de la presencia de otros microorganismos contaminantes, aptos para su posterior caracterización morfológica.

4.5.5 Identificación morfológica

Una vez purificadas, las colonias se caracterizaron macroscópicamente registrando color, textura, forma del borde y velocidad de crecimiento radial. Posteriormente, se realizaron montajes

en azul de lactofenol para la observación microscópica de estructuras reproductivas y vegetativas micelio, conidióforos, conidios y esporas, considerando septación, forma, color y disposición, criterios consistentes con los empleados en protocolos de diagnóstico fitosanitario por morfometría (SENASICA, 2018). La identificación a nivel de género se realizó por comparación de estas características con claves taxonómicas especializadas (Barnett y Hunter, 1998), relacionando los rasgos observados con la sintomatología registrada en campo para cada órgano afectado. Los aislamientos obtenidos se conservaron en PDA a 4 °C para análisis posteriores.

4.6 Análisis de la información

Dado el carácter observacional y descriptivo de la investigación, no se aplicaron pruebas de inferencia estadística. La información obtenida en cada etapa características macroscópicas de las colonias y estructuras microscópicas observadas se organizó de forma descriptiva mediante fichas de caracterización por aislamiento, registrando para cada uno el órgano de procedencia, las características de la colonia en PDA y las estructuras fúngicas identificadas al microscopio. Posteriormente, estos registros se compararon con las claves taxonómicas de referencia (Barnett y Hunter, 1998) para establecer la identificación a nivel de género, y los resultados se presentan de manera descriptiva mediante tablas comparativas que relacionan cada aislamiento con el género fúngico determinado y el órgano vegetal del cual fue obtenido.

CAPÍTULO III

5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 Recolección de muestras

Se recolectaron seis muestras de tejido vegetal de maracuyá (*Passiflora edulis*) al azar con síntomas visibles de afectación fúngica: dos de hoja, dos de raíz y dos de fruto, correspondientes a la finca “Palma” ubicada en el kilómetro 38 de la vía Santo Domingo - La Concordia.

Imagen 1: cultivo de maracuyá en zona de muestreo



Imagen 2: Fruto con lesiones necróticas



Imagen 3: Hoja con síntomas recolectada y rotulada



Tabla 1 Muestras recolectadas

Código	Órgano	Síntoma observado en campo	Fecha de recolección
H1	Hoja	Presencia de manchas circulares de color marrón o negro, con líneas concéntricas en su interior y un halo amarillo alrededor de las lesiones.	01/06/2026
H2	Hoja	Unión y expansión de las manchas, secamiento progresivo del tejido foliar y caída prematura de las hojas.	01/06/2026

		Pudrición de la raíz, pudrición del cuello de la planta,	
R1	Raíz	presencia de manchas marrones y grietas en la base del tallo.	01/06/2026
		Pérdida de firmeza o marchitez de las hojas durante las horas	
R2	Raíz	de mayor calor, coloración verde pálida y debilitamiento general de la planta.	01/06/2026
		El fruto presenta marchitez, arrugamiento prematuro, caída antes de alcanzar la madurez y	
F1	Fruto	una reducción considerable de su tamaño, como consecuencia de la disminución en el suministro de agua y nutrientes por parte de la planta afectada.	01/06/2026
		Presenta marchitez, arrugamiento prematuro, caída	
F2	Fruto	antes de la madurez y reducción significativa del tamaño del fruto.	01/06/2026

5.2 Siembra y aislamiento en medio PDA

Los fragmentos de tejido, previamente desinfectados, fueron sembrados en medio Papa-Dextrosa-Agar (PDA). Tras tres días de incubación, las colonias desarrolladas se purificaron mediante tres resiembras sucesivas hasta obtener cultivos puros.

Imagen 4: Caja Petri con PDA



Imagen 5: Aislamiento de tejido en cámara de flujo bajo condiciones asépticas



Imagen 6: Colonia pura del aislamiento H2



5.3 Identificación morfológica por aislamiento

A continuación, se presenta la ficha de caracterización de cada aislamiento obtenido, elaborada a partir de las características macroscópicas de la colonia en PDA y de las estructuras microscópicas observadas mediante montaje en azul de lactofenol.

Ficha de caracterización — Aislamiento H1

Imagen 7: Montaje en azul de lactefenol del aislamiento H1



Imagen 8: identificación de hongo Alternaria



Tabla 2 Identificación de hongo Alternaria

Código de aislamiento	H1
Órgano de procedencia	Hoja
Síntoma en campo	Mancha foliar necrótica.
Color de la colonia	Micelio de color blanco a grisáceo desarrollado sobre el tejido foliar.
Textura	Algodonosa, con crecimiento superficial sobre el tejido.
Forma del borde	Difuso e irregular debido al crecimiento sobre la muestra vegetal.
Velocidad de crecimiento radial	Moderada, con desarrollo progresivo del micelio sobre el tejido en pocos días.

Tipo de micelio (septado/aseptado)	Micelio septado, hialino a ligeramente pigmentado, ramificado y de paredes lisas.
Estructuras observadas (conidióforos, conidios, esporas)	Se observaron hifas septadas y ramificadas. En la preparación microscópica se evidenciaron conidios característicos de <i>Alternaria</i> spp.
Forma, color y tamaño de esporas/conidios	Conidios claviformes a ovoides, de color marrón claro a oscuro, multicelulares, con septos transversales y longitudinales (muriformes), de aproximadamente $20\text{--}60\text{ }\mu\text{m} \times 7\text{--}18\text{ }\mu\text{m}$.
Género identificado (clave Barnett y Hunter, 1998)	<i>Alternaria</i> spp.

Ficha de caracterización — Aislamiento H2

Imagen 9: colonia microscópica del aislamiento H2 en cultivo PDA



Imagen 10: vista microscópica (40x) de las estructuras del aislamiento H2



Tabla 3 Segundo diagnóstico de Alternaria

Código de aislamiento	H2
Órgano de procedencia	Hoja
Síntoma en campo	Mancha foliar necrótica
Color de la colonia	Marrón oscuro a negro en el centro, blanco en el margen.
Textura	Aterciopelada a algodonosa.
Forma del borde	Entero y regular.
Velocidad de crecimiento radial	Moderada a rápida.
Tipo de micelio (septado/aseptado)	Micelio septado, hialino a ligeramente pigmentado, ramificado y de paredes lisas.

Estructuras observadas	
(conidióforos, conidios, esporas)	Se observan hifas septadas y ramificadas.
Forma, color y tamaño de esporas/conidios	Conidios de forma claviforme a ovoide, de color marrón claro a oscuro, multicelulares, con septos transversales y longitudinales (muriformes), de aproximadamente 20–60 μm de longitud $\times$ 7–18 μm de ancho.
Género identificado (clave Barnett y Hunter, 1998)	<i>Alternaria spp.</i>

Ficha de caracterización — Aislamiento R1

Imagen 11: caja petri en cámara húmeda, muestra de raíz 1

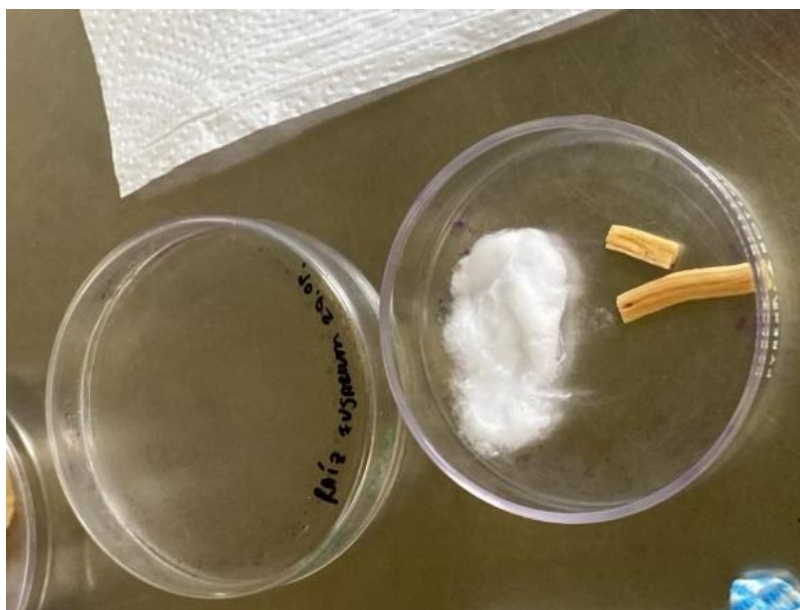


Imagen 12: vista microscópica
40x de las estructuras del aislamiento R1



Tabla 4 Diagnostico de Fusarium

Código de aislamiento	R1
Órgano de procedencia	Raíz
Síntoma en campo	Marchitez progresiva de la planta, pudrición de raíces y decoloración marrón de los tejidos vasculares.
Color de la colonia	Micelio blanco de aspecto algodonoso desarrollado sobre el tejido vegetal.
Textura	Algodonosa y abundante.
Forma del borde	Difuso e irregular debido al crecimiento sobre el tejido en cámara húmeda.
Velocidad de crecimiento radial	Crecimiento rápido, con abundante desarrollo de micelio sobre la muestra en pocos días.
Tipo de micelio (septado/aseptado)	Micelio hialino, septado y ramificado.

Estructuras observadas (conidióforos, conidios, esporas)	Conidióforos simples, macroconidios falcados y microconidios hialinos.
Forma, color y tamaño de esporas/conidios	Macroconidios hialinos, curvos (falcados), con 3–5 septos, de aproximadamente $25\text{--}50 \times 3\text{--}5$ μm ; microconidios hialinos, ovalados a elipsoidales, de $5\text{--}12 \times 2\text{--}4 \mu\text{m}$.
Género identificado (clave Barnett y Hunter, 1998)	<i>Fusarium spp.</i>

Ficha de caracterización — Aislamiento R2

Imagen 13: colonias fúngicas del
aislamiento R2 en cámara húmeda



Imagen 14: vista microscópica 40x de las estructuras del aislamiento R2



Tabla 5 Diagnostico Fusarium

Código de aislamiento	R2
Órgano de procedencia	Raíz
Síntoma en campo	Marchitez progresiva de la planta, amarillamiento de hojas, pudrición de raíces y decoloración marrón de los tejidos vasculares.
Color de la colonia	Blanca al inicio, tornándose rosada a violeta pálido con el desarrollo.
Textura	Algodonosa, abundante y de aspecto afelpado.
Forma del borde	Filamentoso, ligeramente irregular.
Velocidad de crecimiento radial	Rápida, cubriendo gran parte de la caja Petri en 3–5 días.
Tipo de micelio (septado/aseptado)	Micelio hialino, septado y ramificado.

Estructuras observadas (conidióforos, conidios, esporas)	Conidióforos simples y ramificados, abundantes macroconidios falcados y algunos microconidios hialinos.
Forma, color y tamaño de esporas/conidios	Macroconidios hialinos, falcados (en forma de hoz), con 3–5 septos, de aproximadamente 25– 50 × 3–5 µm; microconidios hialinos, ovalados a elipsoidales, de 5–12 × 2–4 µm.
Género identificado (clave Barnett y Hunter, 1998)	<i>Fusarium spp.</i>

Ficha de caracterización — Aislamiento F1.

Imagen 15: lesiones necróticas en fruto, aislamiento F1



Imagen 16 vista microscópica 40x de las estructuras del aislamiento F1

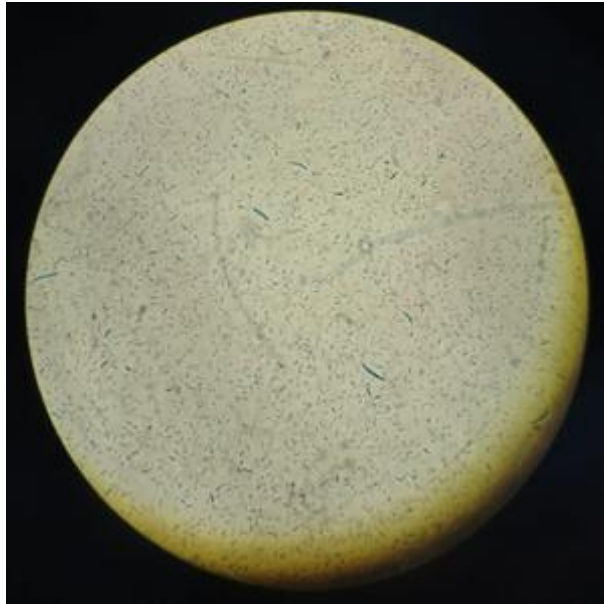


Tabla 6 *Fusarium en fruto*

Código de aislamiento	F1
Órgano de procedencia	Fruto
Síntoma en campo	Se observó decoloración y manchas marrón oscuro en la superficie del fruto, acompañadas de pudrición interna y deterioro del tejido
Color de la colonia	Micelio blanco desarrollado sobre el tejido del fruto.
Textura	Algodonosa y abundante, con micelio aéreo.
Forma del borde	Regular a ligeramente irregular, de aspecto filamentoso.
Velocidad de crecimiento radial	Rápida (la colonia cubre gran parte de la placa en pocos días).

Tipo de micelio (septado/aseptado)	Micelio septado, hialino y ramificado.
Estructuras observadas (conidióforos, conidios, esporas)	Se observaron hifas septadas y ramificadas, además de macroconidios y microconidios hialinos característicos de <i>Fusarium</i> spp.
Forma, color y tamaño de esporas/conidios	Macroconidios hialinos, falcados (en forma de hoz), con 3–5 septos, de aproximadamente 25– 50 × 3–5 µm; microconidios hialinos, ovalados a elipsoidales, de 5–12 × 2–4 µm
Género identificado (clave Barnett y Hunter, 1998)	<i>Fusarium</i> spp.

Ficha de caracterización — Aislamiento F2

Imagen 17: fruto con lesiones necróticas,
aislamiento F2



Imagen 17: vista microscópica 40x de las estructuras del aislamiento F2

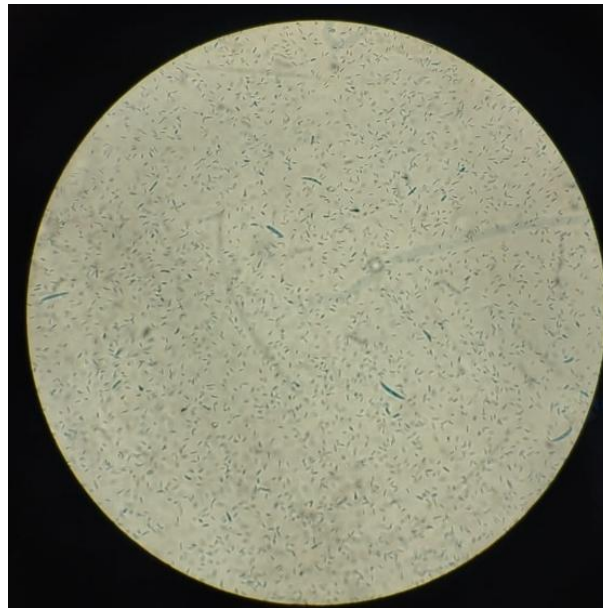


Tabla 7 Comprobación de Fusarium en fruto

Código de aislamiento	F2
Órgano de procedencia	Fruto
Síntoma en campo	El fruto presentó lesiones necróticas de color café oscuro, con pudrición progresiva y reblandecimiento de los tejidos afectados, evidenciando un estado avanzado de la infección.
Color de la colonia	Inicialmente blanca, tornándose rosada o violácea con el crecimiento.
Textura	Algodonosa y abundante, con micelio aéreo.
Forma del borde	Regular a ligeramente irregular, de aspecto filamentoso.

Velocidad de crecimiento radial	Rápida (la colonia cubre gran parte de la placa en pocos días).
Tipo de micelio (septado/aseptado)	Micelio septado, hialino y ramificado.
Estructuras observadas (conidióforos, conidios, esporas)	Conidióforos simples y ramificados, microconidios y macroconidios hialinos.
Forma, color y tamaño de esporas/conidios	Macroconidios falcados (en forma de hoz), hialinos, de aproximadamente $25-50 \times 3-5 \mu\text{m}$; microconidios ovalados a elipsoidales, hialinos, de $5-12 \times 2-4 \mu\text{m}$.
Género identificado (clave Barnett y Hunter, 1998)	<i>Fusarium spp.</i>

5.4 Resumen general de los aislamientos identificados

La siguiente tabla consolida los resultados obtenidos para el conjunto de aislamientos, relacionando el órgano de origen, el síntoma de campo y el género fúngico identificado morfológicamente.

Tabla 8 Comprobación de todos los hongos encontrados

Código	Órgano	Síntoma en campo	Género identificado
H1	Hoja	Mancha foliar necrótica con halo clorótico amarillento.	<i>Alternaria spp.</i>

H2	Hoja	Manchas foliares coalescentes, secamiento progresivo y defoliación.	<i>Alternaria spp.</i>
R1	Raíz	Marchitez progresiva, pudrición radicular y decoloración vascular.	<i>Fusarium spp.</i>
R2	Raíz	Marchitez, amarillamiento foliar y pudrición de raíces.	<i>Fusarium spp.</i>
F1	Fruto	Decoloración, manchas necróticas y pudrición interna del fruto.	<i>Fusarium spp.</i>
F2	Fruto	Lesiones necróticas y pudrición progresiva del fruto.	<i>Fusarium spp.</i>

5.5 Discusión

Los resultados obtenidos permiten aceptar parcialmente la hipótesis planteada: se confirmó la presencia de dos de los cuatro géneros fúngicos hipotetizados *Fusarium spp.* y *Alternaria spp.* identificables morfológicamente mediante siembra en PDA y microscopía óptica, mientras que *Colletotrichum* y *Cladosporium* no fueron detectados en el muestreo realizado.

Los resultados obtenidos permiten identificar dos géneros fúngicos asociados al cultivo de maracuyá en la zona de estudio: *Fusarium spp.*, recuperado de los aislamientos de raíz (R1, R2) y fruto (F1, F2), y *Alternaria spp.*, recuperado de los aislamientos de hoja (H1, H2). Esta distribución concuerda con lo reportado en la literatura respecto al comportamiento tisular de ambos géneros: *Fusarium oxysporum* f. sp. *passiflorae* y *F. solani* f. sp. *passiflorae* colonizan preferentemente el sistema radicular y vascular de la planta, provocando la marchitez vascular conocida como secadera (Suárez *et al.*, 2008; Ortiz *et al.*, 2014), mientras que *Alternaria* se comporta como un

patógeno necrotrófico de tejidos aéreos, principalmente foliares (Agrios, 2005; Jaramillo *et al.*, 2009).

Las estructuras morfológicas observadas respaldan la identificación genérica. Los macroconidios falcados con 3 a 5 septos y microconidios ovalados hallados en los aislamientos R1, R2, F1 y F2 corresponden en tamaño y forma a los descritos para *Fusarium* spp. (Ortiz *et al.*, 2014; Robledo-Buriticá *et al.*, 2017). Asimismo, la progresión sintomatológica documentada en campo para las muestras de raíz marchitez, decoloración vascular y pudrición coincide con la secuencia de colonización descrita por Robledo-Buriticá *et al.* (2017) mediante microscopía electrónica de barrido, aunque en el presente estudio la confirmación se limitó a microscopía óptica sobre montajes en azul de lactofenol.

Por su parte, los conidios muriformes de color marrón, con septos transversales y longitudinales, hallados en los aislamientos H1 y H2, son compatibles con el género *Alternaria* conforme a las claves de Barnett y Hunter (1998) y a la descripción morfológica de Simmons (2007). La presencia de este género en tejido foliar coincide con lo reportado por Jaramillo *et al.* (2009) en Colombia, donde *Alternaria* se asocia a la mancha foliar del maracuyá, y con los hallazgos de Rizwan *et al.* (2021) en China, donde *Alternaria alternata* figuró entre las especies fúngicas más agresivas en frutos de *Passiflora edulis* en poscosecha.

Un aspecto que merece discusión es la ausencia, en el presente muestreo, de *Colletotrichum gloeosporioides* y *Cladosporium* spp., dos de los géneros con mayor peso bibliográfico en la fitopatología del maracuyá a nivel regional (Campo-Arana *et al.*, 2019; Delgado-Méndez *et al.*, 2013). Esta ausencia no implica necesariamente que dichos patógenos no estén presentes en la finca de estudio, sino que puede explicarse por el tamaño reducido de la muestra (n = 6), el carácter no probabilístico del muestreo y la selección de plantas según los síntomas visibles predominantes

al momento de la recolección. Sería necesario ampliar el número de muestras y realizar muestreos en distintas épocas del año para determinar con mayor certeza la diversidad fúngica real asociada al cultivo en la zona.

Con respecto a la técnica empleada, los resultados confirman lo señalado por Fallahi et al. (2025) y por el protocolo de SENASICA (2018): la morfología permite una identificación confiable a nivel de género con recursos de laboratorio básicos, pero no permite discriminar con certeza a nivel de especie, particularmente en géneros complejos como *Fusarium*, donde *F. oxysporum* y *F. solani* comparten estructuras esporales muy similares (Ortiz et al., 2014). En ese sentido, los aislamientos identificados en este estudio como *Fusarium* spp. podrían corresponder a una o ambas formas especiales reportadas para el cultivo, cuestión que solo podría resolverse mediante herramientas moleculares complementarias.

También cabe destacar el papel metodológico de la cámara húmeda como técnica complementaria a la siembra directa en PDA. Mientras el medio PDA favoreció el crecimiento rápido y la purificación de las cepas en condiciones controladas, la incubación en cámara húmeda aplicada especialmente sobre las muestras de raíz permitió observar la esporulación directamente sobre el tejido vegetal, en un ambiente de humedad saturada que reproduce mejor las condiciones naturales de infección. Esta complementariedad entre ambas técnicas es coherente con lo señalado por SENASICA (2018) sobre el valor de la cámara húmeda como método de diagnóstico rápido, especialmente útil cuando el desarrollo del patógeno en PDA es lento o cuando se busca inducir la esporulación de estructuras que no siempre se forman con facilidad sobre medios artificiales.

En conjunto, los resultados aportan un primer registro local de los géneros fúngicos *Fusarium* y *Alternaria* asociados al maracuyá en la finca "La Palma" (km 38, vía Santo Domingo - La Concordia), y confirman que la microscopía óptica, apoyada en medios de cultivo PDA y en

cámara húmeda, constituye una herramienta de diagnóstico accesible y suficiente para orientar decisiones de manejo fitosanitario a nivel de género, en línea con el vacío de información técnica local señalado por Ontaneda Chamba (2025).

CAPÍTULO IV.

CONCLUSIONES

Se identificaron morfológicamente dos géneros de hongos fitopatógenos asociados al cultivo de maracuyá (*Passiflora edulis*) en la finca "La Palma", ubicada en el kilómetro 38 de la vía Santo Domingo - La Concordia: *Fusarium* spp., asociado a los aislamientos de raíz y fruto, y *Alternaria* spp., asociado a los aislamientos de hoja, mediante siembra en medio PDA, incubación en cámara húmeda y observación microscópica en montajes de azul de lactofenol

La distribución de los géneros identificados coincidió con la sintomatología observada en campo: los aislamientos de raíz y fruto, con signos de marchitez, pudrición y decoloración vascular, correspondieron a *Fusarium* spp., mientras que los aislamientos de hoja, con manchas necróticas y coalescentes, correspondieron a *Alternaria* spp., lo que confirma la utilidad de la morfometría como criterio válido de diagnóstico a nivel de género.

La incubación en cámara húmeda permitió inducir la esporulación y observar directamente sobre el tejido vegetal las estructuras reproductivas características de *Fusarium* spp. y *Alternaria* spp. (conidios y conidióforos), lo que validó la morfometría como un criterio diagnóstico rápido y de bajo costo a nivel de género, aunque insuficiente para discriminar especies dentro de *Fusarium*, donde se requeriría un análisis molecular complementario.

Los resultados constituyen un aporte al vacío de información fitopatológica local señalado en la literatura, al proporcionar un registro actualizado de los géneros fúngicos presentes en una zona productora de maracuyá de Santo Domingo de los Tsáchilas, información que puede orientar futuras decisiones de manejo sanitario del cultivo basadas en evidencia local.

CAPITULO V.

RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar el tamaño de la muestra y realizar muestreos en distintas épocas del año, con el fin de verificar si géneros como *Colletotrichum* y *Cladosporium*, documentados en otras zonas productoras de maracuyá, también están presentes en la finca de estudio.

Se sugiere complementar la identificación morfológica con herramientas moleculares (p. ej., secuenciación de la región ITS) en los aislamientos de *Fusarium* spp., dado que la morfología no permite diferenciar con certeza entre *F. oxysporum* f. sp. *passiflorae* y *F. solani* f. sp. *passiflorae*, cuyo manejo agronómico puede requerir estrategias distintas.

Se recomienda a los productores de la zona evitar la aplicación indiscriminada de fungicidas de amplio espectro y priorizar, en su lugar, un diagnóstico previo que permita orientar el control químico o cultural según el género fúngico identificado en cada órgano afectado.

Se sugiere conservar los aislamientos purificados en condiciones de refrigeración (4 °C) y, de ser posible, en glicerol a -20 °C, con el fin de mantener un cepario de referencia disponible para estudios posteriores de identificación molecular o de sensibilidad a fungicidas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

- Agrios, G. N. (2005). *Plant Pathology* (5.^a ed.). Elsevier Academic Press.
- Barnett, H. L., y Hunter, B. B. (1998). *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (4.^a ed.). American Phytopathological Society Press.
- Campo-Arana, R. O., Esquivel, N. U., y Pérez-Polo, D. (2019). Manejo integrado de *Colletotrichum gloeosporioides* en el cultivo de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener). *Revista Ciencias Agrícolas*, 36(2), 87–94. <https://doi.org/10.22267/rcia.193602.120>
- Campos-Rodríguez, J., Acosta-Coral, K., Moreno-Rojo, C., y Paucar-Menacho, L. M. (2023). Maracuyá (*Passiflora edulis*): composición nutricional, compuestos bioactivos, aprovechamiento de subproductos, biocontrol y fertilización orgánica en el cultivo. *Scientia Agropecuaria*, 14(4), 479–497. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2023.040>
- Delgado-Méndez, C. G., Castaño-Zapata, J., y Villegas-Estrada, B. (2013). Caracterización del agente causante de la Roña del Maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) en Colombia. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 37(143), 215–227.
- Fallahi, M., Armand, A., Al-Otibi, F., Hyde, K. D., y Jayawardena, R. S. (2025). Pathogenic fungi (Sordariomycetes) associated with annual and perennial crops in Northern Thailand. *MycoKeys*, 117, 191–265. <https://doi.org/10.3897/mycokeys.117.137112>
- Henao-Henao, E. D., Hernández-Medina, C. A., Salazar-González, C., Velasco-Belalcázar, M. L., y Gómez-López, E. D. (2018). Identificación molecular de aislamientos de *Fusarium* asociados a maracuyá en el Valle del Cauca, Colombia. *Agronomía Mesoamericana*, 29(1), 53–61. <https://doi.org/10.15517/ma.v29i1.27114>

Jaramillo, J., Cárdenas, J., y Orozco, J. (2009). *Manual sobre el cultivo del maracuyá (Passiflora edulis) en Colombia*. Produmedios.

Ministerio de Agricultura y Ganadería. (2023). *Boletín situacional de maracuyá 2022*. Coordinación General de Información Nacional Agropecuaria. <https://sipa.agricultura.gob.ec>

Mora Castro, D. P., y Torrado-León, E. (2011). *El cultivo de maracuyá (Passiflora edulis) en temporada invernal*. Instituto Colombiano Agropecuario. <https://www.ica.gov.co/getattachment/a814b577-c0c0-4369-8ecd-4f01f971cf99/El-cultivo-de-maracuya-en-temporada-invernal.aspx>

Ontaneda Chamba, A. L. (2025). *Identificación y caracterización de las principales enfermedades del cultivo de maracuyá en la Finca Lima Jaramillo, del cantón Catamayo, provincia de Loja* [Trabajo de integración curricular, Universidad Nacional de Loja]. Repositorio Institucional UNL. <https://dspace.unl.edu.ec/handle/123456789/34419>

Ortiz, E., Cruz, M., Melgarejo, L. M., Marquínez, X., y Hoyos-Carvajal, L. (2014). Histopathological features of infections caused by *Fusarium oxysporum* and *F. solani* in purple passionfruit plants (*Passiflora edulis* Sims). *Summa Phytopathologica*, 40(2), 134–140. <https://doi.org/10.1590/0100-5405/1910>

Rizwan, H. M., Zhimin, L., Harsonowati, W., Waheed, A., Qiang, Y., Yousef, A. F., Munir, N., Wei, X., Scholz, S. S., Reichelt, M., Oelmüller, R., y Chen, F. (2021). Identification of fungal pathogens to control postharvest *Passiflora edulis* decays and multi-omics comparative pathway analysis reveals purple is more resistant to pathogens than a yellow cultivar. *Journal of Fungi*, 7(10), 879. <https://doi.org/10.3390/jof7100879>

Robledo-Buriticá, J., Ángel-García, C., y Castaño-Zapata, J. (2017). Microscopía electrónica de barrido ambiental del proceso de infección de *Fusarium solani* f. sp. *passiflorae* en plántulas de maracuyá (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*). *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 41(159), 213–222. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.471>

Servicio Nacional de Sanidad, Inocuidad y Calidad Agroalimentaria [SENASICA]. (2018). *Protocolos de diagnóstico fitosanitario*. Dirección General de Sanidad Vegetal, Centro Nacional de Referencia Fitosanitaria. <https://www.gob.mx/senasica/documentos/protocolos-de-diagnostico>

Simmons, E. G. (2007). *Alternaria: An Identification Manual*. CBS Biodiversity Series N.º 6. CBS Fungal Biodiversity Centre.

Suárez, C., Fernández, R., Valero, N., y Gámez, R. (2008). Antagonismo in vitro de *Trichoderma harzianum* Rifai sobre *Fusarium solani* (Mart.) Sacc., asociado a la marchitez en maracuyá. *Revista Corpoica – Ciencia y Tecnología Agropecuaria*. http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-34752008000200005&script=sci_arttext

Valarezo Concha, M. A., Cañarte Bermúdez, E., y Zambrano Medranda, O. (2009). *Manejo del cultivo de maracuyá (Passiflora edulis f. flavicarpa Deg) en el Litoral ecuatoriano*. INIAP, Estación Experimental Portoviejo.

ANEXOS

Anexo 1 Registro Fotográfico



Recolección de hoja afecta|



Recolección de fruto afectado



Preparación de Papa-Dextrosa-
Agar (PDA)



Siembra de tejidos afectados en
medio de cultivo Papa-Dextrosa-Agar
(PDA)

Anexo 2 Evidencia microscópica



Vista de genero *Fusarium*
spp. en 40x



Vista en microscopio



Montaje en azul de
lactofenol

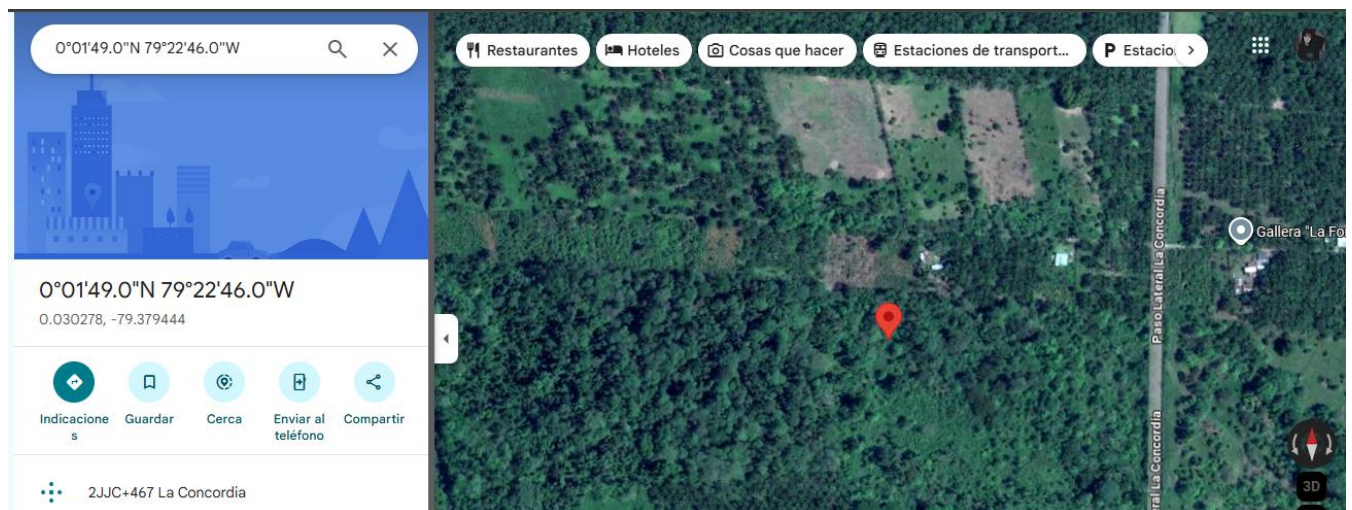


Vista de genero *Alternaria*
spp. en 40x

Anexo 3 Ubicación de la investigación



Cultivo de maracuyá



Mapa de localización del área de estudio (Finca Palma e INIAP Km 38) coordenadas de georreferenciación 0°01'49.0"N 79°22'46.0"W (2026).



Certificado de análisis
Compilatio Magister+ | ULEAM-ECU

compilatio Gema Mendoza

ID : 56267a01f794bd2471d43e759af0e19a75e3ba60



10%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : compilatio Gema Mendoza.txt
Tamaño del archivo original : 3,73 MB
Número de palabras : 9270

Depositante : Jose Cedeño Zambrano
Fecha de depósito : 31 de julio de 2026
Tipo de carga : Interface
Fecha de fin de análisis : 31 de julio de 2026

Resumen (sección 1/2)

Localización de los textos sospechosos en el documento :



Incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Similitudes 3%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA 10%

Textos estilísticamente próximos a un texto generado por una IA.

Este índice es un indicador y no una prueba. Comprueba con el autor si domina los conocimientos mencionados en el documento.



Idiomas no reconocidos 12%

Pasajes en los que parte del vocabulario utilizado no forma parte del diccionario de la lengua.

Puede tratarse de un intento del autor de modificar el texto para evitar ser detectado.



No incluido en el porcentaje de textos sospechosos :

Textos entre comillas 0%

Pasajes entre comillas, a menudo indicativos de una cita.