



UNIVERSIDAD LAICA ELOY ALFARO DE MANABÍ
EXTENSIÓN EN 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 AGROPECUARIO

**“Hongos fitopatógenos en el cultivo de papaya mediante técnicas de
microscopía óptica”**

AUTOR: Salinas Mafla Angelo Ismael

TUTOR: Ing. José Randy Cedeño Zambrano, PhD.

El Carmen, 2026

	NOMBRE DEL DOCUMENTO: CERTIFICADO DE TUTOR(A)	CÓDIGO: PAT-04-F-010
	PROCEDIMIENTO: TITULACIÓN DE ESTUDIANTES DE GRADO BAJO LA UNIDAD DE INTEGRACION 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 **Angelo Ismael Salinas Mafla** 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 el cultivo de papaya mediante técnicas 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 el cultivo de papaya mediante técnicas de microscopía óptica.”

AUTOR: Salinas Mafla Angelo Ismael

TUTOR: Ing. José Randy Cedeño Zambrano, *PhD.*

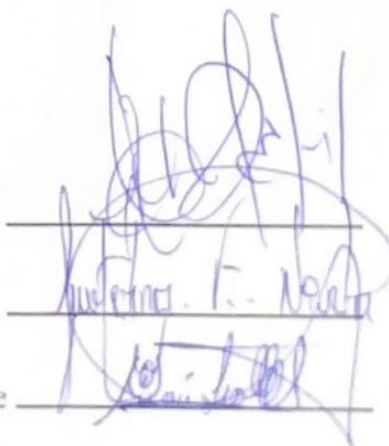
TRABAJO EXPERIMENTAL PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
INGENIERO AGROPECUARIO

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

MIEMBRO: Mg. Kleber Fernando Mejia Chanaluisa

MIEMBRO: Mg. Nivela Morante Pedro Eduardo

MIEMBRO: Mg. Avellán Vásquez Leonardo Enrique





DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yo, **Salinas Mafla Angelo Ismael** con cédula de ciudadanía **230003533-0**, estudiante de la Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí, Extensión el Carmen, de la Carrera de Ingeniería Agropecuaria, declaro que soy autor de la tesis titulada **“Hongos fitopatógenos en el cultivo de papaya mediante técnicas 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 resultados que no son de mi autoría están debidamente citados y referenciados.

El Carmen – Manabí

Autor

Salinas Mafla Angelo Ismael

C.I: 230003533-0

Dedicatoria

A Jehová mi Dios: Te agradezco, Padre celestial, por siempre estar conmigo en cada momento difícil donde llegue a pensar que este sueño universitario era imposible, gracias por nunca soltarme y darme mucha fortaleza cuando sentía que ya no podía, te agradezco infinitamente por todo lo que me has brindado.

A mi Mamá y Esposa: Quiero agradecerte mamá de mi corazón por haberme dado la vida y por haberme enseñado hacer un guerrero, gracias por nunca dejarme solo, gracias por esas bellas palabras de aliento para yo seguir adelante y no dejarme vencer, eres mi ejemplo de constancia y disciplina, eres mi guerrera, sé que el apoyarme nunca fue fácil pero tampoco imposible gracias por nunca darte por vencida. Mamá tu hijo lo logro llegue hasta el final como un día te lo prometí, este título es más suyo que mío, ahora si te puedo ayudar mi viejita amada, no estarás sola nunca, porque yo siempre te apoyare, así como tú lo hiciste conmigo desde un principio, te amo eternamente mamá de mi corazón, eres mi vida entera, te amo.

Mi esposa, mi princesa bella: Amor te agradezco mi vida por nunca soltarme la mano y motivarme como lo has venido haciendo siempre, gracias por ser mi fortaleza cuando sentía que ya no podía más, siempre estuviste en cada momento sea bueno o malo, creyendo en mí incluso cuando yo dudaba de mí, tu amor, tu paciencia, tu apoyo incondicional me sostuvieron y me impulsaron a seguir adelante y no darme por vencido.

Este logro también es de ustedes, porque sin el apoyo de ustedes yo no habría llegado hasta aquí, gracias por ser mis motivaciones en este camino largo y mi refugio, ustedes siempre serán mi inspiración, las amo con todo el corazón.

A mi Papá: Quiero agradecerte papá al igual que a mi mamá porque de no haber sido por ustedes dos yo no estuviera ahora mismo aquí escribiéndole estas palabras de agradecimiento, quiero que sepas que a pesar de todo siempre serás mi papá y contaras con mi apoyo, gracias por todos tus consejos que siempre fueron positivos, gracias por tu esfuerzo para hacer de mí un hijo ejemplar, este logro también es tuyo mi viejo, te amo con mi corazón.

A mis hermanos: **David y Daniel**, quiero agradecerles a ustedes también por siempre motivarme a seguir adelante, gracias por sus buenos consejos siempre los valore desde un principio, ustedes también fueron mi motor para yo no darme por vencido, este logro también es de ustedes, orgulloso de que sean mi familia, los amo a ambos, hermanos míos gracias.

A todos aquellos que confiaron y me motivaron: A mis profesores, amigos y familiares que creyeron en mí, gracias por formar parte de mi camino universitario y profesional, a ustedes también les dedico este triunfo.

Para mí: Me agradezco a mí mismo, por no rendirme nunca, a pesar de las adversidades y dificultades que se presentaron en el camino, estoy orgulloso porque pensé que no lo iba a lograr, pero eso me motivo a demostrarme que nada es difícil en esta vida, todos tenemos la capacidad de cumplir lo que nos propongamos, persigue tu sueño sin mirar atrás no te detengas, estoy eternamente agradecido conmigo por todo mi esfuerzo puesto.

Agradecimiento

Agradezco profundamente a mi familia, quienes me acompañaron en este camino y con sus palabras de aliento me ayudaron a llegar hasta este momento tan importante de mi vida.

A mi primo Eddy, gracias por motivarme a seguir firme en este sueño que ahora es una realidad, gracias porque a pesar de estar lejos siempre me apoyo y con sus palabras de aliento dale primo te falta poquito, gracias por todo primo.

A mi querida Ing., Diana, gracias por todo su apoyo incondicional puesto en mí, para que esta investigación haya sido un éxito, gracias por brindarme su ayuda cuando yo más lo necesitaba, me voy con la frente en alto porque para mí fue un honor ser su estudiante, su paciencia es única Ing. nunca cambie, de todo corazón muchas gracias.

Al Ing., Manuel, mi agradecimiento a usted es infinito no creo que esta hoja sea suficiente para agradecer todo su esfuerzo y dedicación puesto en nosotros, a pesar de no haber tenido una comunicación frecuente jamás se negó a apoyarnos y eso lo llevare siempre en el corazón, gracias infinitamente por su apoyo, también muchas gracias por la paciencia puesta en nosotros, esta investigación no haya sido exitosa sin su ayuda, gracias por su apoyo ing.

Al Ing. Randy, quiero agradecerle por el apoyo puesto en mí para realizar la tesis con mucho entusiasmo, gracias por demostrarme que en el poder está el saber, que mi Dios siempre lo bendiga y lo proteja, gracias por ser parte de mi proceso final.

A mi amigo Sevillano, gracias por tu apoyo incondicional, por esas palabras de aliento, gracias por motivarme a no quedarme atrás, tu ayuda siempre fue constante, amigo de todo corazón muchas gracias por todo.

A mi querida amiga Yulexi, gracias por ser esa amiga que me empujaba hacer las cosas bien, gracias por tus sabios consejos, yo no creía en los amigos hasta que los conocí, siempre me apoyaron nunca me dejaron solo, flaca te quiero amiga mía, gracias por todo, te deseo lo mejor.

Expreso mis más sinceros agradecimientos al Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santo Domingo, por su valioso apoyo durante el desarrollo de esta investigación. Agradezco la disposición de sus instalaciones, equipos e instrumentos de laboratorio, los cuales fueron fundamentales para realizar la identificación microscópica de los hongos fitopatógenos.

Mi más profundo agradecimiento a la Dra. Ariadne, del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), Estación Experimental Santo Domingo, por su invaluable apoyo y compromiso para que esta investigación haya sido un éxito, gracias por su orientación y asesoramiento en el proceso de identificación de los hongos fitopatógenos mediante microscopía óptica los cuales fueron muy importantes. Aprecio sinceramente el tiempo, la confianza y la colaboración brindada, los cuales contribuyeron de una manera muy significativa para esta investigación, de ante mano le agradezco de todo corazón.

A todos, gracias por ser parte de este logro.

Índice

Dedicatoria.....	v
Agradecimiento	vii
Resumen	xv
Abstract.....	xvi
Introducción	1
CAPÍTULO I.....	3
1.1 Justificación	3
1.2 Objetivos	4
1.2.1 Objetivo general.....	4
1.2.2 Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO II	5
Marco teórico	5
2.1 Hongos fitopatógenos en el cultivo de papaya	5
2.1.1 <i>Fusarium</i> spp.	5
2.1.1.1 Características biológicas de <i>Fusarium</i> spp.	5
2.1.1.2 Enfermedades ocasionadas por <i>Fusarium</i> spp.	5
2.1.1.3 Identificación de <i>Fusarium</i> spp.....	6
2.1.2 <i>Corynespora cassiicola</i>	6
2.1.2.1 Clasificación taxonómica y reino	6
2.1.2.2 Características biológicas del hongo	7
2.1.2.3 <i>Geotrichum candidum</i>	7
2.1.2.4 Asociación con el cultivo de papaya	7
2.1.2.5 Condiciones epidemiológica y crecimiento de la enfermedad	7
2.1.2.6 Relación de <i>Geotrichum candidum</i> con otros microorganismos	8
CAPÍTULO III.....	9
3.1 Estado del arte.....	9
CAPÍTULO IV.....	10

4.1 Diagnóstico o estudio de campo.....	10
4.1.1 Enfoque de investigación.....	10
4.1.2 Tipo de investigación.....	10
4.1.3 Ubicación del ensayo.....	10
4.1.4 Material biológico	10
4.1.5 Materiales de campo.....	11
4.1.6 Materiales de laboratorio	11
4.1.7 Reactivos y medios de cultivo.....	11
4.1.8 Equipos e instrumentos	12
4.2 Metodología.....	12
4.2.1 Preparación de medio de cultivo.....	12
4.2.1.1 Medio de cultivo PDA (Papa Dextrosa Agar).....	12
4.2.1.2 Preparación en cámara húmeda.....	13
4.2.1.3 Recolección de muestras	15
4.2.1.4 Identificación en microscopio.....	15
CAPÍTULO V.....	16
Evaluación de los resultados.....	16
5.1 Recolección de muestras de tejido de las diferentes partes de la planta de papaya afectadas por microorganismos patógenos	16
5.1.1 Determinación del área de muestreo.....	16
5.1.2 Recolección de muestras de hojas	16
5.1.3 Recolección de muestras de fruto	17
5.1.4 Recolección de muestras de raíz.....	17
5.1.5 Etiquetado de muestras para transporte al laboratorio.....	18
5.2 Siembra de tejidos afectados del cultivo de papaya (<i>Carica papaya</i>) en medio de PDA, para el crecimiento de microorganismos patógenos	18
5.2.1 Elaboración de medio PDA (Papa Dextrosa Agar).....	18
5.2.2 Esterilización de materiales mediante autoclave.....	19

5.2.3 Vertido de medio PDA en cajas petri estériles para su posterior solidificación	19
5.2.4 Siembra de tejidos afectados por hongos fitopatógenos.....	20
5.3 Purificación de cepas de microorganismos patógenos del cultivo de papaya (<i>Carica papaya</i>)	20
5.3.1 Extracción de micelio del hongo	20
5.4 Identificación de microorganismos patógenos mediante microscopía óptica	21
5.4.1 Observación microscópica de <i>Fusarium</i> spp. en tejido radicular.....	21
5.4.2 Observación microscópica de <i>Geotrichum candidum</i> en tejido del fruto ...	22
5.4.3 Observación microscópica de <i>Corynespora cassiicola</i> en el tejido foliar ..	23
CAPITULO VI.....	24
6.1 Discusión	24
6.2 Conclusiones.....	26
6.3 Recomendaciones.....	27
Bibliografía	28
Anexos.....	I

Índice de figuras

Figura 1: <i>Área de muestreo</i>	16
Figura 2: <i>Toma de muestras foliares</i>	16
Figura 3: <i>Muestreo de frutos afectados</i>	17
Figura 4: <i>Obtención de muestras radiculares</i>	17
Figura 5: <i>Etiquetado de muestras</i>	18
Figura 6: <i>Elaboración de medio PDA</i>	18
Figura 7: <i>Esterilización de instrumentos</i>	19
Figura 8: <i>Preparación de cajas Petri con PDA</i>	19
Figura 9: <i>Siembra de tejidos foliares en PDA</i>	20
Figura 10: <i>Transferencia de micelio para la obtención de cultivos puros</i>	20
Figura 11: <i>Identificación de <i>Fusarium spp.</i></i>	21
Figura 12: <i>Identificación de <i>Geotrichum candidum</i></i>	22
Figura 13: <i>Identificación de <i>Corynespora cassiicola</i></i>	23

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Distribución de muestras, submuestras y cajas Petri empleadas para el aislamiento y purificación de hongos fitopatógenos según el tipo de tejido vegetal.....</i>	13
Tabla 2 <i>Distribución de muestras, cajas petri y submuestras por tipo de tejido vegetal</i>	14

Índice de anexos

Anexo 1. <i>Parcela de muestreo</i>	xiv
Anexo 2. <i>Recolección de muestra de fruto con síntomas de hongos fitopatógenos</i>	I
Anexo 3. <i>Hoja con presencia de microorganismos</i>	II
Anexo 4. <i>Obtención de muestra de raíz para su correcto análisis</i>	II
Anexo 5. <i>rotulado de las respectivas muestras recolectadas</i>	III
Anexo 6. <i>preparación de pda</i>	III
Anexo 7. <i>Esterilización de instrumentos en autoclave</i>	IV
Anexo 8. <i>Siembra de tejidos afectados para su respectivo crecimiento en medio PDA</i>	IV
Anexo 9. <i>Crecimiento de hongos sembrados en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar</i>	V
Anexo 10. <i>Cepa pura del hongo</i>	V
Anexo 11. <i>Crecimiento del hongo fitopatógeno en cámara húmeda</i>	VI
Anexo 12. <i>Identificación de Fusarium spp.</i>	VI
Anexo 13. <i>Observación de la estructura morfológica del Geotrichum candidum</i>	VII
Anexo 14. <i>Estructura morfológica del hongo Corynespora cassicola</i>	VII

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo identificar hongos fitopatógenos asociados a las muestras de papaya (*Carica papaya*) evaluadas mediante técnicas de microscopía óptica, a partir del aislamiento de tejidos vegetales con síntomas de enfermedad en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA). El estudio se desarrolló bajo un enfoque cualitativo y de tipo descriptivo, considerando muestras de hojas, frutos y raíces recolectadas en una unidad productiva ubicada en la vía La Concordia, Santo Domingo. Posteriormente, las muestras fueron procesadas en el laboratorio del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP), donde se realizó la preparación del medio de cultivo, aislamiento y purificación de los microorganismos, seguida de la observación microscópica de las estructuras fúngicas. La identificación morfológica se efectuó mediante el análisis de características macroscópicas y microscópicas, considerando estructuras como hifas, conidios y conidióforos, y comparándolas con descripciones taxonómicas reportadas en la literatura especializada. Como resultado, se identificó *Fusarium* spp. asociado a tejido radicular, *Corynespora cassiicola* asociado a tejido foliar y *Geotrichum candidum* asociado a tejido de fruto. Las características morfológicas observadas permitieron reconocer y diferenciar los aislamientos obtenidos. Los resultados constituyen un aporte al conocimiento de los hongos asociados a las muestras de papaya evaluadas en la unidad productiva estudiada y proporcionan una base para futuras investigaciones orientadas a complementar su identificación mediante técnicas moleculares y pruebas adicionales.

Palabras clave: *Carica papaya*, hongos fitopatógenos, microscopia óptica, medio PDA, identificación morfológica.

Abstract

The aim of this study was to identify phytopathogenic fungi associated with papaya (*Carica papaya*) samples, which were evaluated using optical microscopy techniques, following the isolation of plant tissues exhibiting disease symptoms on Papa Dextrose Agar (PDA) culture medium. The study was conducted using a qualitative and descriptive approach, involving samples of leaves, fruits and roots collected from a production unit located on La Concordia Road, Santo Domingo. The samples were subsequently processed in the laboratory of the National Institute for Agricultural and Livestock Research (INIAP), where the culture medium was prepared, the microorganisms were isolated and purified, followed by microscopic observation of the fungal structures. Morphological identification was carried out by analysing macroscopic and microscopic characteristics, taking into account structures such as hyphae, conidia and conidiophores, and comparing them with taxonomic descriptions reported in the specialist literature. As a result, *Fusarium* spp. was identified in root tissue, *Corynespora cassicola* in leaf tissue and *Geotrichum candidum* in fruit tissue. The morphological characteristics observed enabled the isolates obtained to be recognised and differentiated. The results contribute to our understanding of the fungi associated with the papaya samples evaluated at the production unit under study and provide a basis for future research aimed at complementing their identification through molecular techniques and additional tests.

Keywords: *Carica papaya*, phytopathogenic fungi, optical microscopy, PDA medium, morphological identification.

Introducción

Un 25 % de las cosechas a nivel mundial están contaminadas con algún tipo de micotoxinas, lo cual representa un fuerte riesgo para la salud de la población de países importadores de alimentos que no controlan estos contaminantes y causa pérdidas económicas para los agricultores. Estas micotoxinas son producidas por diferentes especies de hongos fitopatógenos presentes en los cultivos, los cuales pueden ser caracterizados preliminarmente mediante la observación microscópica de estructuras morfológicas (Mejía, 2021).

En Norteamérica, especialmente en México y en estados productores de EE. UU, la presencia de hongos como *Fusarium* spp., *Corynespora cassiicola* y *Geotrichum candidum*, representa un problema recurrente en la producción y almacenamiento de papaya. Investigaciones recientes indican que los brotes fúngicos limitan la exportación de papaya debido a restricciones fitosanitarias y aumentan el descarte del fruto afectado por lesiones necróticas y pudriciones. Además, la incidencia de hongos postcosecha incrementa los costos de manejo y los rechazos en frontera sanitaria durante procesos de importación (Evans y Ballen, 2025).

En Ecuador, la papaya es cultivada mayormente en zonas de clima cálido, tanto tropical como subtropical, abarcando alrededor de 2.942 hectáreas destinadas a este cultivo. Las áreas con mayor % de producción se ubican en las provincias de Esmeraldas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, Guayas, Santa Elena, y en menor medida en las provincias de Manabí, El Oro, Sucumbíos, Orellana y Pastaza. La producción de papaya (*Carica papaya*) posee una gran relevancia económica para pequeños, medianos y grandes productores; sin embargo, este cultivo se encuentra expuesto a enfermedades ocasionadas por hongos fitopatógenos como *Fusarium* spp., y *Corynespora cassiicola*, entre otros, los cuales ocasionan alteraciones en hojas, frutos y raíz, afectando su calidad comercial. Ante esta problemática, el aislamiento e identificación morfológica de estos microorganismos mediante técnicas microbiológicas y microscopía óptica representan herramientas esenciales para reconocer los agentes etiológicos presentes en el cultivo (Alejandra et al., 2022).

La presencia de microorganismos asociados al cultivo de papaya constituye un aspecto de interés para la investigación fitopatológica, debido a que su distribución puede variar de acuerdo con las condiciones ambientales, las características del suelo, el manejo agrícola y el estado de los tejidos vegetales. El reconocimiento de estos microorganismos permite ampliar la información disponible sobre los agentes asociados a diferentes órganos de la planta y establecer bases para su posterior caracterización. En Ecuador, la investigación de los microorganismos relacionados con el cultivo de papaya ha permitido documentar su presencia en zonas productoras del país, destacando la necesidad de continuar generando información en diferentes contextos agrícolas (Triguero Castro, 2022).

Los hongos fitopatógenos son de los principales agentes causales de enfermedades en los cultivos agrícolas, debido a su amplia distribución, capacidad de adaptación y facilidad de dispersión en diferentes condiciones ambientales. Estos microorganismos afectan los tejidos de las plantas, alterando su desarrollo y calidad comercial. En regiones tropicales y subtropicales, donde predominan condiciones de elevada humedad y temperatura, la incidencia de enfermedades fúngicas es constante en la producción agrícola. Por esta razón, la caracterización e identificación precisa de los hongos fitopatógenos constituye un antecedente diagnóstico fundamental que aporta información de base para orientar posteriores investigaciones sobre la prevalencia de estas micosis en el cultivo (Chen et al., 2023).

CAPÍTULO I

1.1 Justificación

La presente investigación surge de la necesidad de profundizar el conocimiento sobre los hongos fitopatógenos asociados al cultivo de papaya (*Carica papaya*), considerando que estos organismos constituyen uno de los principales factores responsables de la aparición de enfermedades que afectan el crecimiento de la planta y la calidad de los frutos. En este contexto, la identificación de los agentes etiológicos mediante técnicas microbiológicas y observación con microscopía óptica permite la caracterización de sus rasgos morfológicos y el establecimiento de un diagnóstico preciso. La información obtenida contribuye a ampliar el conocimiento sobre los microorganismos asociados al cultivo y permite reconocer sus principales características morfológicas. Asimismo, los resultados aportan al desarrollo de la fitopatología aplicada y constituyen un referente sobre la diversidad de hongos asociados al cultivo de papaya (Tan et al., 2023).

Desde una perspectiva práctica, esta investigación aporta información relevante sobre los principales hongos fitopatógenos asociados a los frutos de papaya, la cual puede servir como referencia para productores, profesionales del área agrícola e investigadores interesados en el diagnóstico e identificación de microorganismos relacionados con enfermedades del cultivo. La caracterización de los agentes fúngicos mediante sus estructuras morfológicas permite facilitar su reconocimiento y diferenciación, aportando elementos de utilidad para el diagnóstico de los microorganismos presentes en las muestras analizadas. De esta manera, se obtiene información específica sobre los hongos identificados y sus características observables mediante microscopía óptica (Tan et al., 2022).

Desde el ámbito social, la presente investigación posee importancia debido a que el cultivo de papaya representa una actividad agrícola de gran impacto económico para numerosos productores del Ecuador, en especial en las zonas de clima tropical, donde constituye una fuente significativa de empleo e ingresos. La presencia de enfermedades asociadas a hongos fitopatógenos puede afectar la producción, la calidad comercial de los frutos y su aceptación en el mercado. En este sentido, la identificación de los agentes fúngicos mediante técnicas microbiológicas y microscopía óptica permite generar información sobre los microorganismos asociados a los síntomas observados en las muestras analizadas. Estos resultados contribuyen al conocimiento de las enfermedades fúngicas presentes en el cultivo y proporcionan una

referencia académica y técnica para estudiantes, investigadores y profesionales del sector agrícola interesados en la identificación y caracterización de hongos asociados al cultivo de papaya (Getnet et al., 2023).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Identificar hongos fitopatógenos en el cultivo de papaya (*Carica papaya*), mediante la siembra de tejido afectados en medio de cultivo PDA, para poder observarlos a través de técnicas de microscopía óptica.

1.2.2 Objetivos específicos

- Recolectar muestras de tejido de las diferentes partes de la planta de papaya afectadas por microorganismos patógenos.
- Sembrar tejidos afectados del cultivo de papaya (*Carica papaya*) en medio de PDA, para el crecimiento de microorganismos patógenos.
- Purificar cepas de microorganismos patógenos del cultivo de papaya (*Carica papaya*).
- Identificar microorganismos patógenos mediante microscopía óptica.

CAPÍTULO II

Marco teórico

2.1 Hongos fitopatógenos en el cultivo de papaya

2.1.1 *Fusarium* spp.

El género *Fusarium* spp., comprende un amplio grupo de hongos filamentosos pertenecientes al filo *Ascomycota*, considerados entre los patógenos vegetales más importantes a nivel mundial debido a su amplia distribución, diversidad genética, capacidad para infectar y destruir un gran número de especies vegetales. Estos microorganismos patógenos se encuentran de manera natural en el suelo, residuos de cosecha, agua y material vegetal en descomposición, donde pueden vivir durante largos periodos gracias a la formación de estructuras de resistencia, como las clamidosporas. Además de actuar como organismos saprófitos, donde el *Fusarium* spp., presenta un comportamiento fitopatógeno que ocasiona enfermedades capaces de generar importantes pérdidas económicas en la agricultura (Ekwomadu y Mwanza, 2023).

2.1.1.1 Características biológicas de *Fusarium* spp.

Las especies de *Fusarium* spp., producen micelio hialino y desarrollan diferentes tipos de esporas, entre ellas macroconidios, microconidios y clamidosporas. Los macroconidios presentan forma alargada y ligeramente curvada, característica utilizada tradicionalmente para su identificación microscópica. Las clamidosporas constituyen estructuras de resistencia capaces de permanecer vivos durante varios años en el suelo, lo que dificulta el control de las enfermedades ocasionadas por este género. Su ciclo de vida comprende fases saprofíticas y parasíticas, permitiéndole colonizar restos vegetales y posteriormente infectar nuevos hospedantes cuando las condiciones ambientales son favorables (Bugingo et al., 2025).

2.1.1.2 Enfermedades ocasionadas por *Fusarium* spp.

Las especies de *Fusarium* spp., son responsables de numerosas enfermedades agrícolas, entre ellas marchitez vascular, pudrición de raíces, pudrición del tallo, pudrición de frutos, tizones y enfermedades de plántulas. Estos patógenos afectan cultivos de importancia económica como banano, tomate, maíz, trigo, arroz, algodón, café, cacao, papaya y diversas hortalizas. Dependiendo de la especie involucrada y del hospedante, los síntomas incluyen amarillamiento foliar, marchitez permanente, necrosis vascular, reducción del crecimiento, pudrición radicular y muerte de la planta. Además de ocasionar pérdidas en rendimiento,

algunas especies producen micotoxinas que representan un riesgo para la salud humana y animal al contaminar productos agrícolas destinados al consumo (Todorović et al., 2023).

2.1.1.3 Identificación de *Fusarium* spp.

la identificación de *Fusarium* spp., se ejecutaba mediante características morfológicas como la forma de los conidios, el color de las colonias y las estructuras reproductivas. Sin embargo, debido a la gran similitud existente entre muchas especies, actualmente se aconseja complementar estos métodos con herramientas moleculares, tales como la reacción en cadena de la polimerasa (PCR), la secuenciación de genes marcadores y los análisis filogenéticos. En los últimos años, el desarrollo de tecnologías únicas ha permitido comprender con mayor precisión la diversidad genética, los mecanismos de virulencia y la evolución de este género (Ma et al., 2023).

2.1.2 *Corynespora cassiicola*

Es un hongo fitopatógeno ampliamente distribuido en regiones tropicales y subtropicales, caracterizado por su alta capacidad de supervivencia y su amplio rango de hospedantes. Este microorganismo puede comportarse como patógeno, saprófito o endófito, lo que le permite persistir en residuos vegetales y suelos agrícolas durante largos periodos, convirtiéndose en una fuente constante de inóculo primario en los sistemas de producción agrícola. Su importancia económica radica en que afecta cultivos de gran valor como algodón, tomate, papaya y frutales tropicales, provocando pérdidas significativas y el rendimiento del cultivo (Rondon y Lawrence, 2021).

2.1.2.1 Clasificación taxonómica y reino

Corynespora cassiicola pertenece al Reino Fungi, uno de los grupos más importantes de organismos eucariotas por su papel ecológico y patogénico. Su clasificación es la siguiente:

Reino: Fungi

Filo: *Ascomycota*

Clase: *Dothideomycetes*

Orden: *Pleosporales*

Familia: *Corynesporascaceae*

Género: *Corynespora*

Este hongo es altamente diverso a nivel genético y presenta distintos linajes asociados a diferentes hospedantes y regiones geográficas, lo que dificulta su control en sistemas agrícolas modernos (Rondon y Lawrence, 2021).

2.1.2.2 Características biológicas del hongo

Este hongo se caracteriza por ser necrotrófico, es decir, daña los tejidos del hospedante para alimentarse de ellos. Produce conidias septadas que facilitan su dispersión por viento y lluvia. Además, puede sobrevivir en residuos de cultivo durante largos periodos, lo que incrementa su persistencia en el campo y su capacidad de reinfección en nuevas temporadas agrícolas (Orozco et al., 2023).

2.1.2.3 *Geotrichum candidum*

Es un hongo perteneciente al Reino Fungi, filo Ascomycota, y se encuentra dentro del grupo de levaduras y hongos filamentosos. Es un microorganismo ubicuo presente en suelo, agua, aire, plantas y alimentos fermentados. Aunque históricamente se ha considerado de importancia industrial y alimentaria, estudios recientes lo reconocen también como un hongo oportunista con capacidad de comportamiento patogénico bajo condiciones específicas (François et al., 2022).

2.1.2.4 Asociación con el cultivo de papaya

En el cultivo de papaya, *Geotrichum candidum* no siempre actúa como patógeno primario, pero puede asociarse perfectamente a tejidos previamente dañados por otros hongos o bacterias. Esta condición lo convierte en un patógeno secundario que acelera la descomposición del fruto, especialmente en etapas de maduración o almacenamiento postcosecha, generando pérdidas económicas importantes en la cadena productiva (Kamilari et al., 2023).

2.1.2.5 Condiciones epidemiológica y crecimiento de la enfermedad

El desarrollo de infecciones por *Geotrichum candidum* está relacionado con condiciones ambientales como alta humedad, temperaturas moderadas y la presencia de heridas en el fruto, las cuales facilitan la entrada del patógeno. Este hongo aprovecha daños mecánicos, fisiológicos o causados por insectos para iniciar la colonización del tejido vegetal, lo que incrementa su capacidad de infección tanto en campo como en postcosecha. La infección suele iniciarse mediante esporas presentes en el suelo, el polvo o superficies contaminadas, que pueden adherirse al fruto durante el cultivo o la cosecha. Posteriormente, en la etapa de postcosecha, el hongo encuentra condiciones favorables para su desarrollo, especialmente en ambientes con poca ventilación. En esta fase, *Geotrichum candidum* se multiplica rápidamente

y degrada los tejidos mediante enzimas pectinolíticas, provocando pudrición blanda, pérdida de firmeza y deterioro acelerado del fruto, lo que reduce significativamente su calidad comercial (Cheng et al., 2021).

2.1.2.6 Relación de *Geotrichum candidum* con otros microorganismos

Geotrichum candidum suele encontrarse asociado a diversos microorganismos presentes en frutos durante la maduración y el almacenamiento postcosecha, por lo que rara vez actúa de manera aislada. En estas condiciones, se comporta como un organismo oportunista que coloniza tejidos previamente afectados por otros patógenos, aprovechando la degradación inicial del fruto para su desarrollo. En situaciones de infección conjunta, puede coexistir con hongos como *Penicillium* spp. y *Aspergillus* spp., lo que contribuye a acelerar el proceso de deterioro del tejido vegetal, especialmente en ambientes con alta humedad o manejo inadecuado del producto. Este tipo de interacción microbiana incrementa la rapidez de la descomposición y afecta directamente la calidad y vida útil de frutas tropicales (Kamilari et al., 2023).

CAPÍTULO III

3.1 Estado del arte

Vega et al. (2023) identificaron *Fusarium* spp., asociado a pudrición de raíz y tallo en plantaciones de papaya en la Ciudad de México, mediante el aislamiento en medio PDA y la observación de características macroscópicas y microscópicas, complementando posteriormente el diagnóstico con herramientas moleculares.

Tan et al. (2023) señalo la presencia de *Fusarium* spp., destacaron la caracterización morfológica como un procedimiento inicial para su identificación. La presencia de *Fusarium* spp. presenta importancia fitopatológica debido a su asociación con procesos de pudrición que pueden afectar principalmente las raíces y los tallos de la planta de papaya, comprometiendo su desarrollo. Sin embargo, la identificación obtenida en el presente estudio debe considerarse preliminar, debido a que se fundamentó en características morfológicas y microscópicas observadas después del aislamiento en medio PDA.

Kavitha et al. (2024) evaluaron la presencia de enfermedades postcosecha que afecta al cultivo de papaya (*Carica papaya*), con especial énfasis en la pudrición ácida asociada a *Geotrichum candidum*. La metodología comprendió la recolección de muestras provenientes de frutos afectados, seguida del aislamiento del microorganismo y su caracterización mediante el análisis de las colonias en cultivo y de sus estructuras mediante microscopía óptica. El diagnóstico permitió reconocer características morfológicas correspondientes a *Geotrichum candidum* en las muestras estudiadas.

Mucharomah et al. (2023) con el objetivo de aislar, identificar y evaluar la patogenicidad de *Corynespora cassiicola* en frutos de papaya (*Carica papaya*), realizaron la recolección de frutos con síntomas de mancha negra y efectuaron el aislamiento correspondiente del microorganismo en medio PDA, seguido de su identificación mediante la caracterización de las colonias y el análisis microscópico de conidióforos y conidios. Los resultados permitieron identificar morfológicamente a *Corynespora cassiicola* y confirmar su relación con los síntomas mediante las pruebas realizadas.

CAPÍTULO IV

4.1 Diagnóstico o estudio de campo

4.1.1 Enfoque de investigación

La presente investigación se desarrolló bajo un enfoque cualitativo, debido a que su enfoque estuvo orientada a la identificación, descripción e interpretación de las características morfológicas macro y microscópicas de los hongos fitopatógenos asociados al cultivo de papaya (*Carica papaya*), sin recurrir al análisis estadístico inferencial. Este enfoque nos permitió examinar las particularidades estructurales de los microorganismos aislados mediante la observación directa de sus colonias y estructuras reproductivas, facilitando su identificación taxonómica con base en criterios micológicos establecidos (Ireneo et al., 2023).

4.1.2 Tipo de investigación

La investigación fue de tipo descriptiva, ya que tuvo como propósito caracterizar e identificar los hongos fitopatógenos presentes en frutos de papaya mediante el análisis de sus características morfológicas macroscópicas y microscópicas. El estudio permitió documentar aspectos como la coloración, textura, velocidad de crecimiento de las colonias, morfología del micelio, conidióforos, conidios y demás estructuras diagnósticas empleadas en la identificación de los diferentes géneros y especies fúngicas (Cruz et al., 2017).

4.1.3 Ubicación del ensayo

La recolección de muestras se realizó en una plantación de papaya del señor Carlos ubicada en Santo Domingo vía la Concordia. El procesamiento de las muestras y la identificación de los hongos mediante la microscopia óptica se efectuó en el laboratorio de la INIAP, ubicado en el cantón La Concordia, en el kilómetro 38, con las siguientes coordenadas GPS: 0°01'57.5"S 79°23'18.0"W.

4.1.4 Material biológico

- Frutos de papaya (*Carica papaya*) con síntomas de enfermedades fúngicas.
- Tejidos vegetales afectados.
- Aislamiento de hongos fitopatógenos obtenidos en las muestras.

- Cultivos puros de los hongos desarrollados en medio de cultivo PDA (Papa dextrosa Agar).

4.1.5 Materiales de campo

- Tijeras de acero inoxidable para recolección de muestras vegetales.
- Fundas herméticas tipo Ziploc®.
- Marcador permanente.

4.1.6 Materiales de laboratorio

- Guantes quirúrgicos desechables.
- Mandil de laboratorio.
- Mascarillas desechables.
- Gasas estériles.
- Algodón.
- Cajas de Petri de vidrio o plástico estériles.
- Matraz erlenmeyer de vidrio.
- Probetas graduadas.
- Vasos de precipitados.
- Papel aluminio.
- Cinta adhesiva tipo masking.
- Bisturí.
- Porta bisturí.
- Pinzas metálicas.
- Tijeras metálicas.
- Portaobjetos.

4.1.7 Reactivos y medios de cultivo

- Alcohol etílico al 70 %.
- Agua destilada.
- Hipoclorito de sodio (Clorox).
- Medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA).
- Azul de lactofenol.

4.1.8 Equipos e instrumentos

- Cámara de flujo laminar.
- Autoclave.
- Incubadora.
- Microscopio óptico.
- Agitador magnético con placa calefactora.
- Balanza gramera digital.
- Mechero Bunsen.
- Computadora.

4.2 Metodología

4.2.1 Preparación de medio de cultivo

4.2.1.1 Medio de cultivo PDA (Papa Dextrosa Agar)

Para la preparación de medio de cultivo PDA, se preparó un volumen total de 400 ml de solución, destinado a la elaboración de 20 cajas Petri de plástico estériles con una medida de 90–16 mm de diámetro.

Inicialmente, se midieron 400 ml de agua destilada, la cual fue vertida en un matraz Erlenmeyer de 500 ml. Posteriormente, se pesaron 15.6 g de medio PDA en polvo, los cuales fueron añadidos al agua destilada bajo agitación constante hasta lograr su completa disolución.

La solución preparada fue esterilizada en autoclave a 121 °C durante 15 minutos, con el fin de eliminar cualquier posible contaminante microbiológico. Una vez finalizado el proceso de esterilización, el medio fue retirado cuidadosamente y dejado enfriar hasta alcanzar una temperatura aproximada de 45–50 °C, considerada óptima para el vertido sin afectar sus propiedades nutritivas.

El vertido del medio se realizó en una cámara de flujo laminar bajo condiciones adecuadas y previamente desinfectada, utilizando técnicas de esterilidad cerca de la llama de un mechero Bunsen. Se dispensaron aproximadamente 15–20 ml del medio por cada caja Petri estéril, hasta completar un total de 20 cajas Petri llenadas.

Finalmente, las cajas Petri fueron dejadas en reposo sobre una superficie nivelada hasta su solidificación completa, posteriormente invertidas para evitar condensación y almacenadas a 4 °C en una incubadora hasta su utilización en el aislamiento de hongos fitopatógenos (Ali et al., 2022).

Tabla 1 *Distribución de muestras, submuestras y cajas Petri empleadas para el aislamiento y purificación de hongos fitopatógenos según el tipo de tejido vegetal*

Tipo de tejido	Número de muestras	Número de cajas Petri utilizadas	Número de submuestras utilizadas por caja petri	Número de cajas petri para la purificación de cepas
Hojas	3	3	15	3
Frutos	3	3	15	3
Raíces	3	3	15	3
Total	9	9	45	9

En la tabla 1 Se detalla la cantidad de muestras vegetales procesadas para el aislamiento de hongos fitopatógenos. Se recolectaron un total de 9 muestras distribuidas equitativamente (3 por cada tipo de tejido: hojas, frutos y raíces). De cada muestra se obtuvieron 15 submuestras por caja petri sumando 45 submuestras en total, las cuales se emplearon para la siembra inicial y posterior purificación de cepas en 9 cajas petri (3 por tipo de tejido).

4.2.1.2 Preparación en cámara húmeda

Se recolectaron muestras de diferentes órganos de la planta, incluyendo hojas, frutos y raíces que presentaban síntomas característicos de infección por hongos fitopatógenos, tales como manchas anulares en frutos, manchas foliares en hojas y pudrición interna en raíces. Las muestras fueron colocadas en recipientes estériles.

Los tejidos vegetales fueron lavados previamente con agua y jabón para la eliminación de residuos de suelo y materia orgánica superficial. Posteriormente, se realizó la desinfección superficial mediante inmersión en alcohol etílico al 50 % durante 1 minuto, seguido de hipoclorito de sodio al 0,7 % durante 1 minuto. Finalmente, las muestras fueron enjuagadas dos

veces con agua destilada estéril durante 5 minutos cada lavado, con el fin de eliminar completamente los residuos de los agentes desinfectantes.

Una vez desinfectadas las muestras, se procedió a la obtención de fragmentos de tejido de aproximadamente 0,5 cm de longitud, utilizando bisturí y pinzas estériles previamente flameadas con mechero de Bunsen, garantizando condiciones asépticas. La selección de los fragmentos se realizó en la zona de transición entre tejido sano y tejido afectado, debido a su mayor probabilidad de contener el agente causal de la enfermedad.

Posteriormente, los fragmentos fueron colocados en cámaras húmedas elaboradas en cajas Petri estériles, en las cuales se dispuso algodón humedecido con agua destilada estéril para mantener condiciones de alta humedad relativa.

Las cámaras húmedas fueron incubadas durante un periodo de 5 a 7 días, a temperatura ambiente considerada óptima para el desarrollo fúngico, en condiciones de luz indirecta, evitando la exposición directa a la luz solar con el fin de no alterar el crecimiento ni la esporulación de los hongos fitopatógenos presentes en los tejidos vegetales (Cinthia et al., 2025).

Tabla 2 *Distribución de muestras, cajas petri y submuestras por tipo de tejido vegetal*

Tipo de tejido	Número de muestras	Número de cajas petri utilizadas	Número de submuestras utilizadas por caja Petri en cámara húmeda
Hojas	3	3	6
Frutos	3	3	6
Raíces	3	3	6
Total	9	9	18

En la tabla 2 se detalla la distribución de las muestras y el montaje en cámara húmeda según el tipo de tejido vegetal evaluado (hojas, frutos y raíces). Para cada tejido se emplearon 3 muestras y un número equivalente de cajas petri (3 por tejido). A su vez, en cada caja petri se colocaron 2 submuestras, obteniendo un total de 6 submuestras por tipo de tejido. En conjunto,

el ensayo contó con 9 muestras primarias, 9 cajas petri y 18 submuestras evaluadas en cámara húmeda.

4.2.1.3 Recolección de muestras

Se realizó en plantas de papaya (*Carica papaya*) que presentaban síntomas compatibles con enfermedades de origen fúngico. Se seleccionaron hojas, frutas y raíces con signos visibles de infecciones por microorganismos, procurando obtener tejidos representativos de la zona afectada. Las muestras fueron colocadas en fundas estériles identificadas y transportadas al laboratorio en condiciones que preservaran su integridad, con el fin de garantizar un adecuado aislamiento e identificación de los hongos fitopatógenos (Gabriela et al., 2022).

4.2.1.4 Identificación en microscopio

La identificación de los hongos fitopatógenos se realizó mediante observación en un microscopio óptico a partir de preparaciones obtenidas de las colonias desarrolladas en medio de cultivo PDA. Se evaluaron las características morfológicas de las estructuras fúngicas, incluyendo hifas, conidios y conidióforos, comparándolas con descripciones taxonómicas reportadas en la literatura especializada para su respectiva identificación (Lorena et al., 2024).

CAPÍTULO V

Evaluación de los resultados

5.1 Recolección de muestras de tejido de las diferentes partes de la planta de papaya afectadas por microorganismos patógenos

5.1.1 Determinación del área de muestreo

En la finca “Palma” se estableció un espacio físico de muestreo de 20 x 20 m, que contaba con el cultivo de papaya, para la debida toma de muestras de organismos afectados por hongos fitopatógenos, (figura 1).

Figura 1: *Área de muestreo*



5.1.2 Recolección de muestras de hojas

Las muestras foliares fueron obtenidas mediante el corte de hojas sintomáticas con tijeras de podar previamente desinfectadas. Se priorizó la recolección de hojas con síntomas fitopatológicos evidentes, como lesiones necróticas, manchas foliares y signos de deterioro, debido a su mayor probabilidad de albergar estructuras fúngicas necesarias para el aislamiento e identificación de los hongos fitopatógenos, (figura 2).

Figura 2: *Toma de muestras foliares*



5.1.3 Recolección de muestras de fruto

La recolección de frutos de papaya se realizó mediante el corte de tejidos afectados con síntomas compatibles con hongos fitopatógenos, utilizando instrumentos desinfectados. Las muestras fueron almacenadas en fundas estériles para su posterior análisis, (figura 3).

Figura 3: *Muestreo de frutos afectados*



5.1.4 Recolección de muestras de raíz

Muestreo de raíces de papaya con síntomas de pudrición, mediante el corte de tejidos afectados para el aislamiento e identificación de hongos fitopatógenos asociados a enfermedades radiculares, (figura 4).

Figura 4: *Obtención de muestras radiculares*



5.1.5 Etiquetado de muestras para transporte al laboratorio

Las muestras recolectadas fueron acondicionadas en fundas estériles y etiquetadas individualmente con su respectiva identificación, garantizando la trazabilidad del material vegetal y preservando su integridad durante el transporte al laboratorio para su posterior análisis, (figura 5).

Figura 5: *Etiquetado de muestras*



5.2 Siembra de tejidos afectados del cultivo de papaya (*Carica papaya*) en medio de PDA, para el crecimiento de microorganismos patógenos

5.2.1 Elaboración de medio PDA (Papa Dextrosa Agar)

El medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) se preparó mediante la disolución de 15,6 g del medio deshidratado en 400 ml de agua destilada, utilizando agitación constante hasta obtener una mezcla homogénea, (figura 6).

Figura 6: *Elaboración de medio PDA*



5.2.2 Esterilización de materiales mediante autoclave

Los instrumentos de laboratorio fueron esterilizados previo a la siembra de los tejidos afectados, con el fin de mantener condiciones asépticas y prevenir la contaminación durante el aislamiento de hongos fitopatógenos, (figura 7).

Figura 7: *Esterilización de instrumentos*



5.2.3 Vertido de medio PDA en cajas petri estériles para su posterior solidificación

Vertido del medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA) en cajas petri estériles, seguido de su solidificación para proporcionar un sustrato adecuado para la siembra de tejidos vegetales afectados por hongos fitopatógenos, (figura 8).

Figura 8: *Preparación de cajas Petri con PDA*



5.2.4 Siembra de tejidos afectados por hongos fitopatógenos

Se realizaron cortes de aproximadamente 1mm en los tejidos foliares afectados. Posteriormente, las muestras fueron sometidas a un proceso de desinfección superficial mediante inmersión secuencial en alcohol al 50%, cloro al 3% y agua destilada estéril durante un minuto en cada solución. Finalmente, los fragmentos fueron sembrados en medio de cultivo PDA, colocando cuatro muestras por unidad de cultivo, (figura 9).

Figura 9: *Siembra de tejidos foliares en PDA*



5.3 Purificación de cepas de microorganismos patógenos del cultivo de papaya (*Carica papaya*)

5.3.1 Extracción de micelio del hongo

Se realizó la toma de muestras de micelio a partir de colonias fúngicas desarrolladas en los tejidos vegetales previamente sembrados en medio de cultivo PDA, con el propósito de obtener cultivos puros para su posterior caracterización e identificación microscópica, (figura 10).

Figura 10: *Transferencia de micelio para la obtención de cultivos puros*

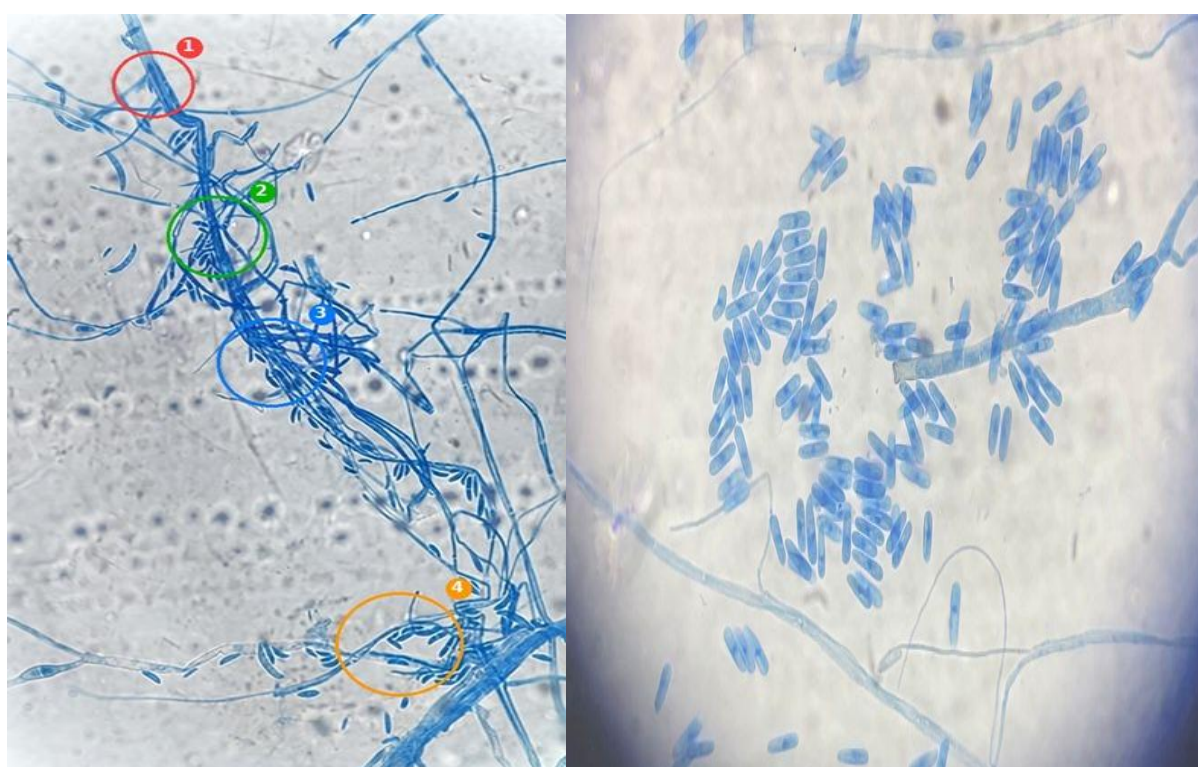


5.4 Identificación de microorganismos patógenos mediante microscopía óptica

5.4.1 Observación microscópica de *Fusarium* spp. en tejido radicular

En el tejido radicular se observó el desarrollo de *Fusarium* spp. mediante microscopía óptica, identificando en el punto número 1 hifas septadas, en el número 2 conidióforo/estructura conidiógena, en el número 3 microconidias y en el número 4 macroconidias , (figura 11).

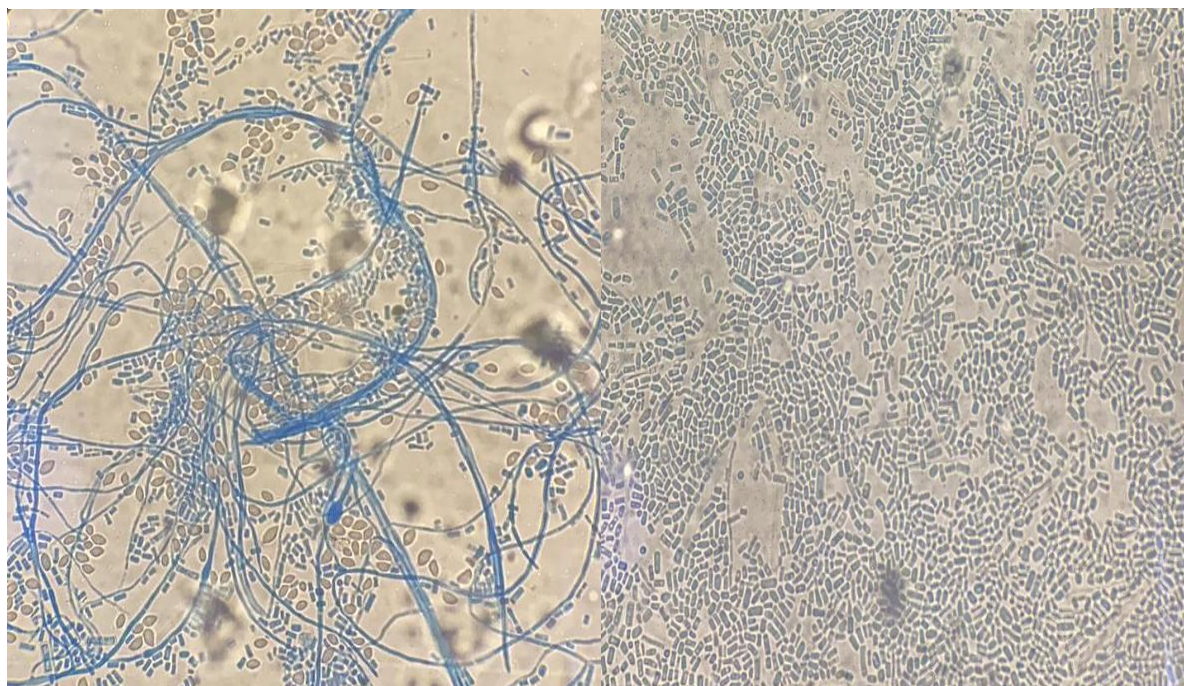
Figura 11: Identificación de *Fusarium* spp.



5.4.2 Observación microscópica de *Geotrichum candidum* en tejido del fruto

Mediante microscopía óptica se observaron abundantes artroconidios de forma rectangular a cilíndrica, dispuestos de manera individual y en cortas cadenas. Estas características morfológicas son compatibles con *Geotrichum candidum*, confirmando su presencia en el tejido del fruto afectado.

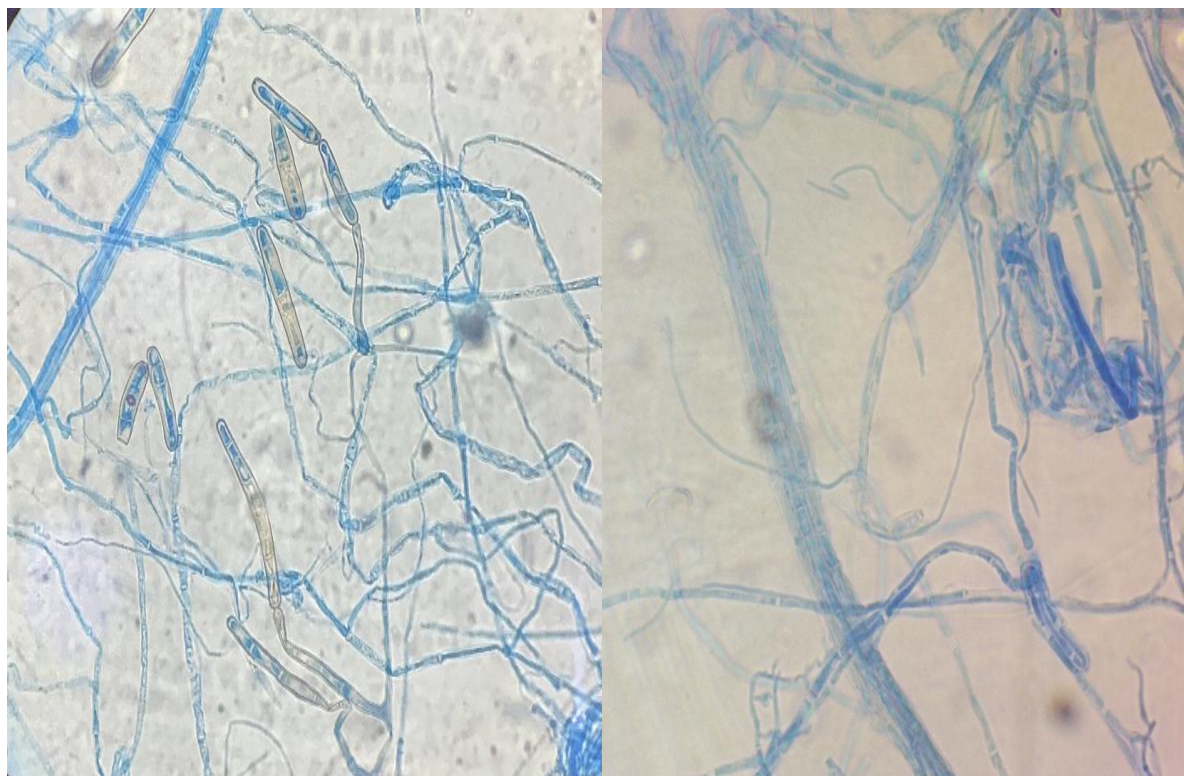
Figura 12: Identificación de *Geotrichum candidum*



5.4.3 Observación microscópica de *Corynespora cassiicola* en el tejido foliar

La muestra presentó un abundante desarrollo de hifas septadas y ramificadas, formando una red micelial. Además, se observaron conidios cilíndricos, alargados, con extremos redondeados y varios septos transversales, características morfológicas propias de *Corynespora cassiicola*, (figura 13).

Figura 13: Identificación de *Corynespora cassiicola*



CAPITULO VI

6.1 Discusión

En la presente investigación se identificó *Fusarium* spp. en tejido radicular de papaya mediante aislamiento en medio PDA y observación de sus características microscópicas. La identificación se realizó considerando las características morfológicas desarrolladas por el aislamiento, por lo que el resultado corresponde al género *Fusarium* spp.

En un proyecto investigativo Dos & Silva. (2025) identificaron *Fusarium* spp., *verticillioides* asociado a pudrición de raíz y tallo en plantas de papaya. Los autores realizaron el aislamiento en medio PDA, caracterización morfológica y confirmación mediante análisis molecular, además de pruebas de patogenicidad para determinar su relación con los síntomas observados.

La coincidencia entre ambos estudios radica en la presencia de *Fusarium* spp., asociado al tejido radicular de papaya, lo que evidencia la importancia fitopatológica de este género en este órgano de la planta. Sin embargo, los resultados no pueden considerarse equivalentes a nivel de especie, debido a que en la presente investigación la identificación fue exclusivamente morfológica. Por esta razón, no es posible determinar si el aislamiento obtenido corresponde a *verticillioides* ni establecer su capacidad patogénica. La principal limitación metodológica fue la ausencia de técnicas moleculares y pruebas de patogenicidad, las cuales permitirían confirmar la identificación a nivel específico y establecer su relación causal con los síntomas observados.

En las muestras evaluadas se identificó morfológicamente *Corynespora cassiicola* mediante el aislamiento en medio PDA y la observación de las características macroscópicas y microscópicas desarrolladas por el aislamiento. La identificación se basó en las características observadas en las colonias y sus estructuras microscópicas, entre ellas los conidios característicos de este hongo.

Según Hailmi et al. (2019) identificaron *Corynespora cassiicola* asociado a la enfermedad de mancha negra en la hoja de papaya, mediante la caracterización morfológica de los aislamientos y una prueba de patogenicidad, en la cual determinaron una patogenicidad moderada. Los autores observaron características morfológicas compatibles con el hongo,

como conidióforos erectos y ligeramente curvados y conidios cilíndricos, ligeramente curvados y septados.

La identificación obtenida presenta relación con dicho estudio, debido a la presencia de *Corynespora cassiicola* en muestras de papaya y a la utilización de características morfológicas para su reconocimiento. Su importancia fitopatológica radica en su asociación con enfermedades que afectan tejidos de la planta y, particularmente, con la formación de manchas en hojas. No obstante, la identificación obtenida en este estudio debe considerarse preliminar, debido a que no se realizaron pruebas moleculares ni de patogenicidad. Por esta razón, no es posible confirmar mediante la metodología empleada la identidad del aislamiento a nivel molecular ni establecer que *Corynespora cassiicola* haya sido el agente causal de los síntomas observados en las muestras evaluadas.

En su trabajo Tapia (2023) evaluó el comportamiento de *Geotrichum candidum* en frutos cítricos durante la etapa postcosecha, mediante la inoculación de los frutos y la posterior evaluación del desarrollo del microorganismo. Los resultados obtenidos evidenciaron la capacidad de *Geotrichum candidum* para desarrollarse en el tejido de los frutos bajo condiciones favorables, relacionándose con procesos de deterioro postcosecha. Estos resultados permiten considerar a este microorganismo como un agente de importancia en la alteración de frutos, principalmente cuando existen condiciones que favorecen su establecimiento.

En las muestras evaluadas en la presente investigación se identificó morfológicamente *Geotrichum candidum* en tejido de fruto mediante aislamiento en medio PDA y observación microscópica de estructuras características, entre ellas las artroconidias. Este hallazgo coincide con la presencia de *Geotrichum candidum* reportada en frutos por el estudio citado, lo que permite reconocer su asociación con tejidos de frutos. Sin embargo, la identificación obtenida en la presente investigación debe considerarse preliminar, debido a que no se realizaron pruebas moleculares ni pruebas de patogenicidad; por ello, no es posible establecer que el microorganismo identificado haya sido el responsable de los síntomas observados en las muestras evaluadas.

La identificación de los microorganismos se realizó mediante observación morfológica y microscópica, por lo que los resultados corresponden a una identificación basada en caracteres fenotípicos. La confirmación taxonómica a nivel de especie requeriría técnicas moleculares y pruebas complementarias.

6.2 Conclusiones

Se identificaron morfológicamente *Fusarium* spp., *Corynespora cassiicola* y *Geotrichum candidum* asociados a las muestras de papaya (*Carica papaya*) evaluadas en la unidad productiva estudiada, a partir de las características macroscópicas y microscópicas observadas.

El aislamiento de los microorganismos en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar (PDA), seguido de la observación mediante microscopía óptica, permitió caracterizar las estructuras morfológicas de los hongos recolectados de las muestras de hojas, frutos y raíces que presentaron síntomas de enfermedad.

La caracterización microscópica permitió reconocer estructuras morfológicas de los microorganismos aislados, considerando características como hifas, conidios, conidióforos y otras estructuras observables, las cuales fueron comparadas con descripciones reportadas en la literatura científica para establecer su identificación morfológica.

La investigación aporta información sobre los hongos identificados en las muestras analizadas y sus características morfológicas, contribuyendo al conocimiento de los microorganismos asociados a síntomas de enfermedad en papaya dentro de la unidad productiva estudiada y proporcionando una referencia académica para la caracterización de estos hongos.

6.3 Recomendaciones

1. Continuar realizando estudios sobre los hongos fitopatógenos asociados al cultivo de papaya en diferentes zonas productoras del país, con el propósito de ampliar la información sobre su distribución e incidencia en las distintas condiciones agroclimáticas.
2. Complementar la identificación morfológica mediante técnicas moleculares, cuando se disponga de los recursos necesarios, para confirmar con mayor precisión la identidad de las especies de hongos aisladas y fortalecer los resultados obtenidos.
3. Promover entre los productores la implementación de un monitoreo periódico del cultivo, con el fin de detectar de manera oportuna los primeros síntomas de enfermedades y aplicar medidas de manejo fitosanitario que contribuyan a reducir su propagación.
4. Fomentar el uso de técnicas adecuadas de muestreo, aislamiento e identificación en laboratorios especializados, ya que un diagnóstico oportuno de los hongos fitopatógenos permite establecer estrategias de manejo más eficientes y disminuir las pérdidas ocasionadas por estas enfermedades en el cultivo de papaya.
5. Se recomienda que en futuras investigaciones se incremente el número de plantas y muestras consideradas dentro de la unidad productiva, debido a que el presente estudio se realizó a partir de muestras obtenidas de una sola planta. La ampliación del muestreo permitiría obtener una mayor representación de los hongos asociados al cultivo y generar resultados con mayor alcance dentro de la unidad productiva estudiada.

Bibliografía

- Alejandra, M., Arroyo, L., Fernanda, M., & Villegas, C. (2022). *Alternativas biológicas para reemplazar los plaguicidas de mayor consumo en el Ecuador: Alternativa biológica con potencial para reemplazar a los fungicidas de síntesis química en cultivos de Ecuador*. <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/23137>
- Ali, A., Eldeeb, A., Ramadan, M., & El-Ashry, R. (2022). Nematicidal Effect of Three *Trichoderma* spp. on the Suitability of Tomato Plants for *Meloidogyne incognita* Reproduction. *Egyptian Journal of Agronematology*, 21(2), 59–78. <https://doi.org/10.21608/ejaj.2022.257669>
- Bugingo, C., Infantino, A., Okello, P., Perez-Hernandez, O., Petrović, K., Turatsinze, A. N., & Moparthi, S. (2025). From Morphology to Multi-Omics: A New Age of Fusarium Research. *Pathogens*, 14(8), 762. <https://doi.org/10.3390/PATHOGENS14080762/S1>
- Chen, W., Modi, D., & Picot, A. (2023). Soil and Phytomicrobiome for Plant Disease Suppression and Management under Climate Change: A Review. *Plants* 2023, Vol. 12, Page 2736, 12(14), 2736. <https://doi.org/10.3390/PLANTS12142736>
- Cheng, H., Tang, W., Wang, H., Liu, Q., Li, H., & Liu, Y. (2021). First Report of *Geotrichum candidum* Causing Postharvest Sour Rot on Kiwifruits in China. *Https://Doi.Org/10.1094/PDIS-09-20-1923-PDN*, 105(5). <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-20-1923-PDN>
- Cinthia, C., Verónica, T., Nelson, L., & Patricia, T. (2025). *AISLAMIENTO Y PRESERVACIÓN DE MICROORGANISMOS FITOPATÓGENOS*. <https://doi.org/10.1071/9780643069855>
- Cruz, I., Márquez, I., García, S., Carrillo, A., León, J., Molar, R., Cruz, I., Márquez, I., García, S., Carrillo, A., León, J., & Allende, R. (2017). Identificación de hongos mucorales causantes de la pudrición blanda en frutos de papaya (*Carica papaya* L.) en México. *Revista Mexicana de Fitopatología*, 35(3), 397–417. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1611-3>
- Dos, L., & Silva, S. (2025). *Characterization and aggressivity of Fusarium spp. associated with root and stem rot in Carica papaya in northeast Brazil*. <https://repositorio.ufersa.edu.br/handle/prefix/14307>

- Ekwomadu, T. I., & Mwanza, M. (2023). Fusarium Fungi Pathogens, Identification, Adverse Effects, Disease Management, and Global Food Security: A Review of the Latest Research. *Agriculture* 2023, Vol. 13, Page 1810, 13(9), 1810. <https://doi.org/10.3390/AGRICULTURE13091810>
- Evans, E., & Ballen, F. (2025). *FE913/FE913: Panorama de la producción, el comercio y el consumo mundial de papaya*. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FE913>
- François, G., Moraes, J., Pereira, A., & Fill, P. (2022). Exploring the Citrus Sour Rot pathogen: biochemical aspects, virulence factors, and strategies for disease management - a review. *Fungal Biology Reviews*, 41, 70–83. <https://doi.org/10.1016/J.FBR.2022.03.003>
- Gabriela, M., Bautista, C., Gonzalo, E., & Proaño, R. (2022). *Diseño de un sistema de detección RT-PCR múltiplex para virus de Carica papaya*. 1–47. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/55835>
- Getnet, M., Alemu, K., & Tsedale, B. (2023). Effect of combined application of carbonate salts and hot water treatment for the management of postharvest anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) of papaya. *Food Science & Nutrition*, 11(7), 3811. <https://doi.org/10.1002/FSN3.3366>
- Ireneo, J., Ascona, B., & Mencia, A. L. (2023). Análisis y fundamentación de los diseños de investigación: explorando los enfoques cuantitativos, cualitativos y mixtos basados en Creswell & Creswell (2018). *Revista UNIDA Científica*, 7(2), 110–117. <https://revistacientifica.unida.edu.py/publicaciones/index.php/cientifica/article/view/179>
- Kamilari, E., Stanton, C., Reen. Jerry, & Ross. Paul. (2023). Uncovering the Biotechnological Importance of *Geotrichum candidum*. *Foods*, 12(6), 1124. <https://doi.org/10.3390/FOODS12061124/S1>
- Kavitha, M., Madhumathi, C., & Sridhar, D. (2024). Assessment of post-harvest fruit rots in acid lime. *International Journal of Advanced Biochemistry Research*, 8(2), 225–228. <https://doi.org/10.33545/26174693.2024.V8.I2C.556>
- Lorena, G., Jorge, R., Rebeca, R., Ramón, A., José, R., & Carlos, A. (2024). Isolation and Characterization of fungal pathogens associated with *Carica papaya* L. and their biocontrol with *Trichoderma* sp. : Aislamiento y caracterización de patógenos fungicos asociados a

- Carica papaya L., y su biocontrol con Trichoderma sp. *Agro Productividad*.
<https://doi.org/10.32854/AGROP.V17I17.2802>
- Ma, T., Yang, C., Cai, F., & Osei, R. (2023). Molecular Identification and Characterization of Fusarium Associated with Walnut Branch Blight Disease in China. *Pathogens*, 12(7), 970.
<https://doi.org/10.3390/PATHOGENS12070970/S1>
- Mejía, J. (2021). *Identificación de hongos fitopatógenos en frutos de Carica papaya (papaya) y Fragaria sp. (fresa)*. https://www.researchgate.net/profile/Juan-Mejia-24/publication/350386229_Identificacion_de_hongos_fitopatogenos_en_frutos_de_Carica_papaya_papaya_y_Fragaria_sp_fresa/links/605ccf91299bf173676b9fc5/Identificacion-de-hongos-fitopatogenos-en-frutos-de-Carica-papaya-papaya-y-Fragaria-sp-fresa.pdf
- Mohammad- Hailmi, Jugad- Kadir, Sijam- Kamaruzaman, & Tengku- Mahmud. (2019, November). (PDF) Distribution, Isolation and Identification of Leaf spot disease of Papaya (Carica papaya) in Peninsular Malaysia. *Noviembre Del 2019*.
<file:///C:/Users/ISMAEL/Downloads/DistributionIsolationandIdentificationofLeafspot.pdf>
- Mucharomah, K., Mucharomah, K., Soesanto, L., & Mugiastuti, E. (2023). Corynespora cassiicola Causes Black Spots on Papayas. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*, 16(5), 200–206.
<https://doi.org/10.14692/jfi.16.5.200-206>
- Orozco, E., Sandoya, G., Lee, S., Vallad, G., & Hutton, S. (2023). Need for disease resistance breeding against Corynespora cassiicola in crops. *Frontiers in Agronomy*, 5, 1275906.
<https://doi.org/10.3389/FAGRO.2023.1275906/TEXT>
- Rondon, M., & Lawrence, K. (2021). The fungal pathogen Corynespora cassiicola: A review and insights for target spot management on cotton and Soya bean. *Journal of Phytopathology*, 169(6), 329–338. <https://doi.org/10.1111/JPH.12992>
- Tan, H., Ali, A., & Siddiqui, Y. (2022). Current strategies, perspectives and challenges in management and control of postharvest diseases of papaya. *Scientia Horticulturae*, 301, 111139. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2022.111139>

- Tan, H., Ali, A., & Siddiqui, Y. (2023). Major fungal postharvest diseases of papaya: Current and prospective diagnosis methods. *Crop Protection*, 174. <https://doi.org/10.1016/J.CROPRO.2023.106399>
- Tapia, J. (2023). *Estudio de control de Penicillium spp. y Geotrichum candidum afectando a cítricos en postcosecha*. <https://riunet.upv.es/handle/10251/194973>
- Todorović, I., Loccoz, Y., Raičević, V., Petrović, J., & Muller, D. (2023). Microbial diversity in soils suppressive to Fusarium diseases. *Frontiers in Plant Science*, 14, 1228749. <https://doi.org/10.3389/FPLS.2023.1228749/FULL>
- Triguero Castro, D. A. (2022). *Principales microorganismos que afectan al cultivo de papaya Carica papaya L. en la provincia de Los Ríos*. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/13106>
- Vega, G., Tirado, R., Molina, C., López, U., & López, O. (2023). Fusarium verticillioides Causing Root and Stem Rot in Papaya (Carica papaya) in Mexico. *Plant Disease*, 107(8), 2517. <https://doi.org/10.1094/PDIS-01-23-0008-PDN>

Anexos

Anexo 1. *Parcela de muestreo*



Anexo 2. *Recolección de muestra de fruto con síntomas de hongos fitopatógenos*



Anexo 3. *Hoja con presencia de microorganismos*



Anexo 4. *Obtención de muestra de raíz para su correcto análisis*



Anexo 5. *Rotulado de las respectivas muestras recolectadas*



Anexo 6. *Preparación de PDA*



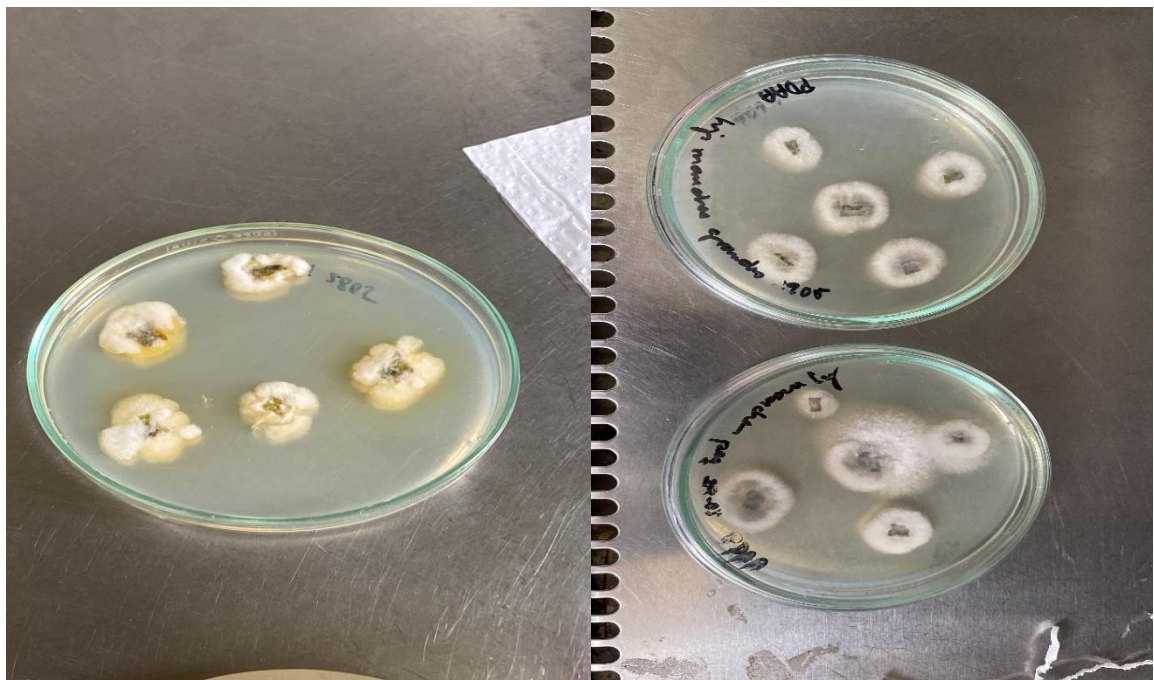
Anexo 7. Esterilización de instrumentos en autoclave



Anexo 8. Siembra de tejidos afectados para su respectivo crecimiento en medio PDA



Anexo 9. Crecimiento de hongos sembrados en medio de cultivo Papa Dextrosa Agar



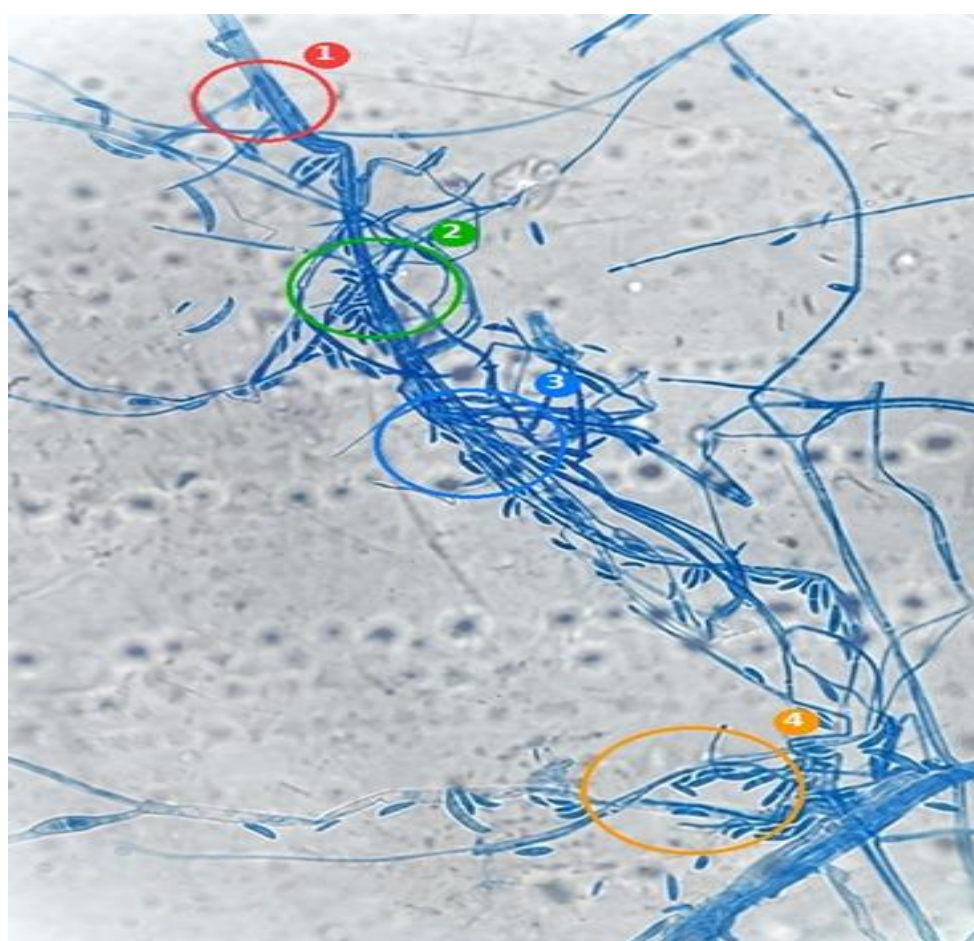
Anexo 10. Cepa pura del hongo



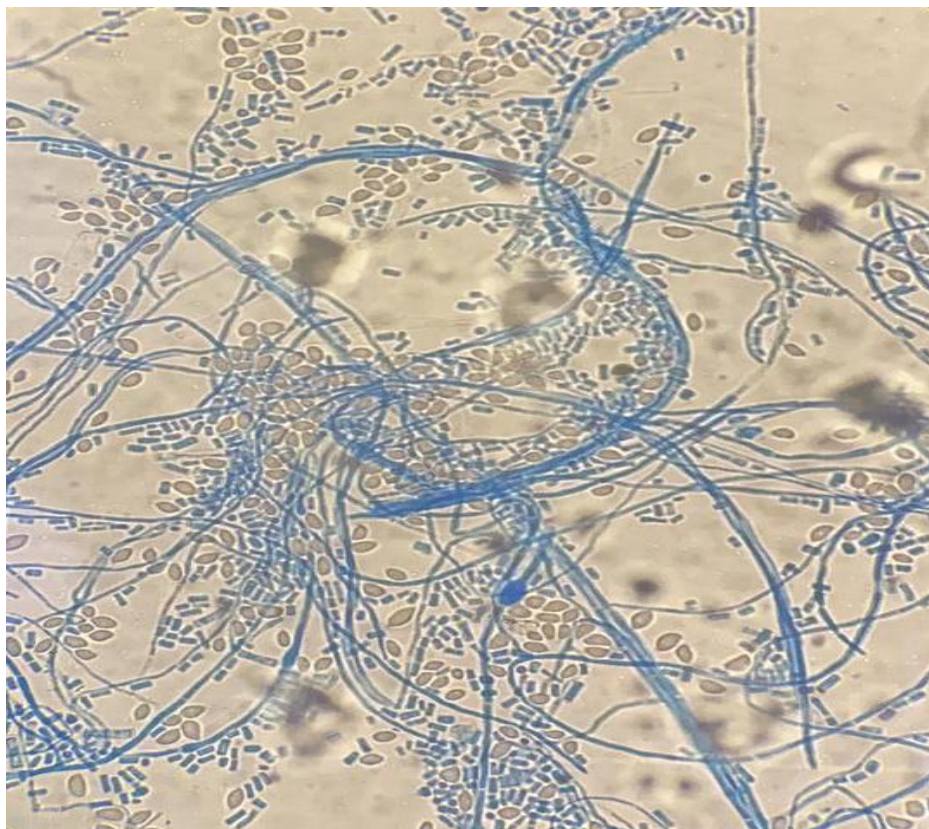
Anexo 11. *Crecimiento del hongo fitopatógeno en cámara húmeda*



Anexo 12. *Identificación de Fusarium spp.*



Anexo 5. Observación de la estructura morfológica del *Geotrichum candidum*



Anexo 6. Estructura morfológica del hongo *Corynespora cassicola*





compilatio Ismael Salinas

ID : 2ee9677d479f510cec42e9b16e7050289e876468



9%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : compilatio Ismael Salinas.txt
Tamaño del archivo original : 4,16 MB
Número de palabras : 5040

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 <1%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Detección de IA 9%

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 4%

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.

Jose Cedeño

Fuentes de similitudes (sección 2/2)

Similitudes <1%

Pasajes con similitudes a fuentes encontradas en diferentes colecciones.



Fuente con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones
1	Documento de otro usuario #0f847a Viene de de otro grupo	<1%	
2	Documento de otro usuario #ca0fd4 Viene de de otro grupo	<1%	
3	Documento de otro usuario #746cad Viene de de otro grupo	<1%	
4	Documento de otro usuario #12a36a Viene de de otro grupo	<1%	

Jose Cedeño