

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN
PROTECCIÓN VEGETAL
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL

**“CARACTERIZACIÓN DE SÍNTOMAS E IDENTIFICACIÓN DE AGENTES
ASOCIADOS A ENFERMEDADES FÚNGICAS DEL CULTIVO DE PITAHAYA
(*Selenicereus spp.*) EN TRES REGIONES DE PANAMÁ.”**

MIGUEL ANGEL MARTÍNEZ GONZÁLEZ.

CIP 9-734-1289

**TESIS DE MAESTRÍA PRESENTADO COMO UNO DE LOS REQUISITOS
PARA OBTENER EL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON
ÉNFASIS EN PROTECCIÓN VEGETAL**

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2025

APROBACIÓN

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN
PROTECCIÓN VEGETAL

MIGUEL ANGEL MARTÍNEZ GONZÁLEZ.
C.I.P. 9-734-1289

“CARACTERIZACIÓN DE SÍNTOMAS E IDENTIFICACIÓN DE AGENTES ASOCIADOS
A ENFERMEDADES FUNGICAS DEL CULTIVO DE PITAHAYA (*Selenicereus spp*)
EN TRES REGIONES DE PANAMÁ.”

COMITÉ EVALUADOR:

EDDY E. BARRAZA Ph. D.



DIRECTOR

GABRIEL HERNÁNDEZ M. Sc.



ASESOR

DIÓGENES MORA M. Sc.



ASESOR

EDDY E. BARRAZA Ph. D.



COORDINADOR DE LA
MAESTRÍA

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2025

APROBACIÓN

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ
VICERRECTORÍA DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADO
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS
PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN
PROTECCIÓN VEGETAL

MIGUEL ANGEL MARTÍNEZ GONZÁLEZ.
C.I.P. 9-734-1289

“CARACTERIZACIÓN DE SÍNTOMAS E IDENTIFICACIÓN DE AGENTES ASOCIADOS
A ENFERMEDADES FUNGICAS DEL CULTIVO DE PITAHAYA (*Selenicereus spp*)
EN TRES REGIONES DE PANAMÁ.”

COMITÉ EVALUADOR:

EDDY E. BARRAZA Ph. D.



DIRECTOR

GABRIEL HERNÁNDEZ M. Sc.



ASESOR

DIÓGENES MORA M. Sc.



ASESOR

EDDY E. BARRAZA Ph. D.



COORDINADOR DE LA
MAESTRÍA

PANAMÁ, REPÚBLICA DE PANAMÁ

2025

DEDICATORIA

A mi esposa, Gladys Aneth Pardo

Por su amor, comprensión, fortaleza inquebrantable y

por acompañarme con paciencia en cada etapa de este camino.

A mis hijos,

Gael Antonio Martínez y Gareth Axel Martínez, por ser el motivo para iniciar y culminar esta experiencia académica.

Este logro les pertenece tanto como a mí.

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por su guía y sabiduría en cada paso de este proceso.

A mi esposa Gladys y a mis hijos Gael y Gareth. Su amor, paciencia y compañía han sido el motor que me impulsa cada día. Gracias por creer en mí, por comprender mis ausencias y por darme siempre un nuevo propósito.

A mis padres, por sembrar en mí los valores que hoy me sostienen.

A mi director de tesis, el Doctor Eddy Barraza, por su guía generosa, su exigencia constructiva y su compromiso con la excelencia. Su acompañamiento fue clave para convertir ideas en conocimiento útil y riguroso.

A la Universidad de Panamá y a la Facultad de Ciencias Agropecuarias, por el apoyo institucional y académico brindado.

Al Instituto para la Formación y Aprovechamiento del Recurso Humano (IFARHU), por brindarme recursos financieros parciales, mediante el programa de becas para maestría.

A mis compañeros de clase, por compartir este trayecto de aprendizaje mutuo. Cada conversación, colaboración y desafío compartido enriquecieron esta experiencia académica.

A los productores de pitahaya de Chame, Natá y Sardinilla, por su colaboración y confianza en este trabajo, que busca aportar soluciones a los desafíos fitosanitarios del cultivo.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS.....	ix
RESUMEN.....	1
SUMMARY	3
1.0 INTRODUCCIÓN.	5
2.0 REVISIÓN DE LITERATURA.....	7
2.1. Principales enfermedades reportadas en el cultivo de pitahaya a nivel mundial	7
2.2. Principales agentes patógenos reportados en el cultivo de pitahaya.....	9
2.2.1. Enfermedades causadas por hongos fitopatógenos.....	9
2.2.2. Enfermedades causadas por fitobacterias.	13
2.2.3. Enfermedades causadas por virus.	13
2.2.4. Otros desórdenes asociados.....	13
2.3. Identificación de los principales patógenos en pitahaya.....	14
2.3.1. Métodos morfológicos.....	14
2.3.2. Métodos microbiológicos	15
2.3.3. Métodos moleculares.....	15
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	17
3.1. Áreas de estudio	17
3.2. Diseño de muestreo	17
3.3. Recolección y transporte de muestras.....	18
3.4. Procesamiento de muestras en el laboratorio.	19
3.5. Caracterización morfológica	19
3.6. Identificación de los agentes asociados.....	20
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	21
4.1. Variabilidad climática de los sitios de muestreo.....	21

4.2. Caracterización de los síntomas y descripción de agentes asociados de enfermedades en Finca La Polola (Chame, Panamá Oeste).....	24
4.2.1. Cancro del tallo (<i>Neoscytalidium</i> sp.)	24
4.2.2. Antracnosis (<i>Colletotrichum</i> sp.)	26
4.3. Caracterización de los síntomas y descripción de agentes asociados de enfermedades en Finca de Pitahaya en Sardinilla, Colón.	28
4.3.1. Cancro del tallo (<i>Neoscytalidium</i> sp.)	28
4.3.2. Pudrición del tallo (<i>Lasiodiplodia</i> sp.)	29
4.3.3. Antracnosis (<i>Colletotrichum</i> sp.)	32
4.4. Caracterización de los síntomas y descripción de agentes asociados de enfermedades en Finca Jardines Urbanos S.A., Natá, Coclé.	34
4.4.1. Cancro del tallo (<i>Neoscytalidium</i> sp.)	34
4.4.2. Antracnosis (<i>Colletotrichum</i> sp.)	36
4.4.3. Mancha del tallo (<i>Alternaria</i> sp.)	37
4.4.4. Moho negro en Brácteas (<i>Cladosporium</i> sp.) y Antracnosis (<i>Colletotrichum</i> sp.) en Frutos de pitahaya.	39
4.4.5. Necrosis por <i>Curvularia</i> sp.	43
4.4.6. Pudrición del fruto (<i>Neoscytalidium</i> sp.)	44
4.5. Complejo de enfermedades y agentes asociados a muestras.....	46
4.6 Discusión final	49
5. CONCLUSIONES.....	51
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas de desarrollo de la enfermedad causada por <i>Neoscytalidium</i> sp., en Pitahaya. Nota: Adaptado de Etapa de desarrollo del Cancro provocado por <i>Neoscytalidium</i> sp., en fruta del dragón. [Fotografía]. Por Fullerton R.A. et al, 2018.	10
Figura 2. Síntoma en cladodio, crecimiento en medio de cultivo y morfología de conidias de <i>Colletotrichum truncatum</i> . Nota: Adaptado de <i>Colletotrichum truncatum</i> en Pitahaya <i>Hylocereus polyrhizus</i> . [Fotografía]. Por Vijaya, Anuar y Zakaria (2014).....	11
Figura 3. Síntomas de enfermedad causado por <i>Alternaria</i> sp. en pitahaya. Nota: Adaptado de Prueba de patogenicidad mediante el método de tapón de micelio. [Fotografía]. Por Sahu & Mohapatra, (2020).....	12
Figura 4. Ubicación de los sitios de muestreo. Fuente: Google Earth, 2025	17
Figura 5. Temperatura, humedad relativa y precipitación en la Región de Chame, Panamá Oeste. Desde enero de 2024 a enero de 2025. Fuente: Meteoblue, 2025.....	22
Figura 6. Temperatura, humedad relativa y precipitación en la Región de Natá, Coclé. Enero de 2024 a enero de 2025. Fuente: Meteoblue, 2025.	22
Figura 7. Temperatura, humedad relativa y precipitación en la Región de Sardinilla, Colón. Desde enero de 2024 a enero de 2025. Fuente: Meteoblue, 2025.....	23
Figura 8. Síntoma de cancro del tallo y características morfológicas de <i>Neoscytalidium</i> sp.: (A, B, C) Lesión hundida con picnidios negros y tallo necrosado; (D, E) Apariencia y pigmentación de la colonia; (F) Conidios maduros, septados, color marrón; y (G) Fragmosporas.	26
Figura 9. Síntoma de antracnosis y características morfológicas de <i>Colletotrichum</i> sp.: (A, B) Lesión hundida con estructuras reproductivas; (C, D) Apariencia y pigmentación de la colonia; (E) Conidios hialinos cilíndricos.	28
Figura 10. Síntomas de Cancro del tallo (<i>Neoscytalidium</i> sp) en Sardinilla, Colón. (A) lesión circular con desprendimiento de tejido en forma de entrada de bala; (B, C) Lesión circular y coalescencia de lesiones con tejido muerto próximo a desprenderse; (D) fragmosporas.	29
Figura 11. Síntoma de Cancro y características morfológicas de <i>Lasiodiplodia</i> sp.: (A, B, C) Lesión necrótica extensa; (D, E) Apariencia y pigmentación de la colonia; (F) Conidios	

inmaduros hialinos; (G) Conidios maduros marrones con estrías longitudinales y septo transversal.....	31
Figura 12. Síntoma de Antracnosis en cladodios. Sardinilla, Colón. (A, B) lesiones cancerosas deprimidas; (C) Conidios hialinos y falcados.....	33
Figura 13. Síntomas de Cancro del tallo (<i>Neoscytalidium</i> sp), de muestras obtenidas en la Finca Jardines Urbanos S.A. Natá, Coclé. (A) lesiones abultadas con halo amarillento. (B) lesión cancerosa con amarillamiento y pudrición acuosa de forma circular en el borde del cladodio. (C, D, E) Lesión necrótica de forma circular, estructuras visibles en zona central de la lesión. (F) lesión circular en forma de entrada de bala con desprendimiento de tejido muerto.....	35
Figura 14. Síntoma y características morfológicas de <i>Colletotrichum</i> sp.: (A, B, C) Lesión hundida con signos del patógeno; (D) Apariencia y pigmentación de la colonia con estructuras reproductivas color salmón; (E) Conidios hialinos cilíndricos.....	37
Figura 15. Síntoma de mancha y características morfológicas de <i>Alternaria</i> sp (A, B, C) Lesión necrótica con leve depresión y línea amarilla que demarca el síntoma; (D, E) Apariencia y pigmentación de la colonia; (F) Conidios maduros.....	39
Figura 16. Síntomas de enfermedades en frutos de pitahaya en la Finca Jardines Urbanos S.A. (A, B) fruto con manchas deprimidas con bordes definidos e irregulares y conidias hialinas con extremo redondeado y punteado del género <i>Colletotrichum</i> ; (C, D) fruto con brácteas oscurecidas y conidias hialinas, elípticas y cilíndricas del género <i>Cladosporium</i>	42
Figura 17. Síntomas de necrosis por <i>Curvularia</i> sp., en cladodios de Pitahaya en Natá. (A, B) Lesión grisáceas y marrón claro, con borde definido y costra superficial con estructuras fúngicas; (C, D) Crecimiento en medio BDA de apariencia radial; (D) conidias marrón claro, de 2 a 3 septos y estructura central abultada.	44
Figura 18. Síntomas de pudrición en frutos de pitahaya asociados a <i>Neoscytalidium</i> sp. en Natá, Panamá. (A) Fruto de pitahaya con síntomas de pudrición interna y oscurecimiento de la pulpa. (B–C) Colonias gris-oscuro en medio BDA. (D–E) Observación microscópica de conidios y arthroconidios.....	46
Figura 19. Síntomas de complejo de enfermedades fúngicas identificados en muestras colectadas en los sitios de Natá y Chame. (A, B) lesiones sintomáticas de cancro con pudrición acuosa circundante; (C) lesiones de cancro con halos amarillos y zonas abultadas; (D) lesión necrótica con áreas cloróticas circundante y pudrición basal del cladodio.	48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Principales características de Agentes fúngicos identificados en síntomas de cladodios y frutos de pitahaya en las regiones de estudio.	49
--	----

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo caracterizar los síntomas e identificar los agentes fúngicos asociados a enfermedades del cultivo de pitahaya (*Selenicereus* spp.) en tres regiones de Panamá: Chame (Panamá Oeste), Natá (Coclé) y Sardinilla (Colón). Se realizó un muestreo dirigido entre mayo y octubre de 2024, coincidiendo con el periodo de floración y fructificación del cultivo. Se colectaron 72 muestras (69 cladodios y 3 frutos) con síntomas visibles de enfermedad, las cuales fueron procesadas mediante observación directa y aislamiento en medio BDA (Batata Dextrosa Agar). La identificación se basó en características morfológicas y microscópicas de colonias y estructuras reproductivas.

Los resultados revelaron la presencia de siete géneros fúngicos: *Neoscytalidium*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Lasiodiplodia*, *Alternaria*, *Curvularia* y *Cladosporium*. *Neoscytalidium* sp. fue el patógeno más frecuente, representando el 66.6% de las muestras en Chame, 54.3% en Natá y 50% en Colón. Los síntomas más comunes incluyeron canchales, necrosis, pudriciones internas y lesiones circulares y deprimidas. En Sardinilla, se observó muestras con síntomas de *Lasiodiplodia* sp., mientras que en Natá se detectó una mayor diversidad fúngica, incluyendo infecciones poscosecha.

El estudio evidencia la coexistencia de múltiples patógenos que conforman complejos fúngicos, donde *Neoscytalidium* sp., presente en las muestras con esta

sintomatología sumado a otros géneros como *Colletotrichum* y *Fusarium*, que pueden estar interviniendo en etapas secundarias.

Estos hallazgos constituyen la primera descripción detallada de los síntomas y agentes asociados al cultivo de pitahaya en Panamá, aportando información relevante para futuros programas de manejo fitosanitario y prevención de enfermedades en este cultivo emergente.

Palabras clave: Pitahaya, hongos fitopatógenos, caracterización de síntomas, *Neoscytalidium* sp., *Colletotrichum* sp., complejos fúngicos, Panamá.

SUMMARY

This study aimed to characterize the symptoms and identify the fungal agents associated with diseases affecting dragon fruit (*Selenicereus* spp.) in three regions of Panama: Chame (Panamá Oeste), Natá (Coclé), and Sardinilla (Colón). Directed sampling was conducted between May and October 2024, coinciding with the crop's flowering and fruiting period. A total of 72 samples (69 cladodes and 3 fruits) showing visible disease symptoms were collected and processed through direct observation and isolation on Potato Dextrose Agar (PDA) medium. Identification was based on the morphological and microscopic characteristics of colonies and reproductive structures.

Results revealed the presence of seven fungal genera: *Neoscytalidium*, *Colletotrichum*, *Fusarium*, *Lasiodiplodia*, *Alternaria*, *Curvularia*, and *Cladosporium*. *Neoscytalidium* sp. was the most frequent pathogen, representing 66.6% of samples in Chame, 54.3% in Natá, and 50% in Colón. The most common symptoms included cankers, necrosis, internal rots, and circular sunken lesions. In Sardinilla, a higher incidence of *Lasiodiplodia* sp. was observed, while Natá presented greater fungal diversity, including postharvest infections.

The study highlights the coexistence of multiple pathogens forming fungal complexes, where *Neoscytalidium* sp. acts as a primary necrotic agent, with other genera such as *Colletotrichum* and *Fusarium* possibly involved in secondary infection stages. These findings represent the first detailed description of the symptoms and fungal agents associ-

ated with dragon fruit diseases in Panama, providing essential information for future phytosanitary management and disease prevention programs in this emerging crop.

Keywords: Dragon fruit, phytopathogenic fungi, symptom characterization, *Neoscytalidium* sp., *Colletotrichum* sp., fungal complexes, Panama.

1.0 INTRODUCCIÓN.

La pitahaya (*Selenicereus* spp), nativa de América, ha emergido como un cultivo promisorio en Panamá, con aproximadamente 17 productores dedicando alrededor de 13 hectáreas; principalmente en la región de Panamá Oeste, según datos del Ministerio de Desarrollo Agropecuario (**MIDA, 2023**). Es una fruta exótica que se ha extendido en todo el mundo debido a su capacidad de adaptación y fácil manejo (**Aparecida Andrade et al., 2007, 2008**). Aunque en la actualidad se cultiva principalmente para consumo local en Panamá, se vislumbra un desarrollo hacia el mercado de exportación, destacando la importancia económica y potencial de esta fruta en la región.

Esta fruta tiene un alto potencial de exportación, su demanda en los mercados internacionales está en constante crecimiento, impulsada por la creciente popularidad de las dietas saludables y la tendencia hacia el consumo de alimentos exóticos, además, de poseer una larga vida útil, lo que facilita su transporte y almacenamiento (**Jordán et al., 2009**), sumado a su adaptabilidad, alta demanda, su rentabilidad y sus múltiples usos (**Ortega et al., 2018**).

No obstante, la producción de pitahaya enfrenta amenazas sustanciales derivadas de enfermedades fúngicas y bacterianas, la identificación de patógenos, como *Colletotrichum* sp, *Neoscytalidium* sp, *Botryosphaeria* sp, *Fusarium* sp, *Curvularia* sp y síntomas de pudrición blanda, posiblemente causada por Enterobacterias, han sido detectadas mediante prospecciones de la Dirección Nacional de Sanidad Vegetal del MIDA (**A. Arcia,**

comunicación personal 2024). Por lo tanto, identificar correctamente las enfermedades y sus agentes asociados en las plantas y frutos es una prioridad, para aplicar medidas de manejo adecuadas y prevenir pérdidas, utilizando para ello una variedad de métodos y herramientas de diagnóstico, como la caracterización de síntomas, uso de cámara húmeda, medio de cultivo selectivos, pruebas serológicas y moleculares PCR (**Riley et al., 2002**). Aunque se han identificado aisladamente algunos patógenos asociados a enfermedades comunes en diversos rubros, persisten brechas considerables en el conocimiento de estas enfermedades, sus síntomas y la diversidad genética de los patógenos en el cultivo de Pitahaya en Panamá, por lo que surge la necesidad de caracterizar los síntomas e identificar los agentes asociados a enfermedades fúngicas del cultivo de pitahaya (*Selenice-reus spp*) en tres regiones de Panamá; procurando de igual forma analizar la distribución geográfica de los principales agentes asociados a las enfermedades del cultivo en nuestro país.

2.0 REVISIÓN DE LITERATURA

La pitahaya (*Selenicereus* spp.), fruto nativo de Mesoamérica y Sudamérica, ha sido utilizada desde tiempos precolombinos como alimento, medicina y elemento cultural, y aunque tradicionalmente crece en bosques secos y subhúmedos, su cultivo comercial se ha expandido desde América hasta Asia, destacando especies de importancia agrícola como *S. undatus*, *S. monacanthus* y *S. megalanthus*. En Centroamérica, Nicaragua lidera la producción para exportación; mientras que en Panamá el cultivo es incipiente, pero con alto potencial de diversificación agrícola y creciente interés comercial (**Bravo-Hollis & Arias, 2011; Esquivel & Araya-Quesada, 2012; Ortiz-Hernández & Carrillo-Salazar, 2012; Korotkova, Borsch y Arias, 2017; Cerén López, 2020; Verona-Ruiz A. et al, 2020**)

2.1. Principales enfermedades reportadas en el cultivo de pitahaya a nivel mundial

El establecimiento y expansión comercial de la pitahaya (*Selenicereus* spp.) en diferentes regiones del mundo ha permitido posicionar este cultivo como una alternativa económica de alto valor; sin embargo, la intensificación productiva ha estado acompañada de la aparición y diseminación de diversas enfermedades que limitan el rendimiento y la calidad de los frutos. Estas enfermedades, causadas principalmente por hongos, bacterias y en menor medida virus, constituyen uno de los mayores retos para la sostenibilidad del

cultivo, afectando tanto las plantaciones comerciales como plantaciones más pequeñas **(Esquivel & Araya-Quesada, 2012; Ortiz-Hernández & Carrillo-Salazar, 2012)**.

En regiones productoras de Asia, particularmente Vietnam, Tailandia, China e Israel, se han descrito las enfermedades más agresivas, siendo los hongos los agentes de mayor impacto. Entre ellos destaca *Neoscytalidium dimidiatum*, causante del cancro del tallo, considerado el principal problema fitosanitario a nivel global debido a la severidad de los daños y las pérdidas económicas asociadas **(Liu et al., 2019; Ezra et al., 2020)**. Asimismo, géneros como *Colletotrichum* spp. y *Fusarium* spp., han sido reportados provocando antracnosis y marchitez vascular, respectivamente, comprometiendo la longevidad de las plantas y la producción de frutos **(Chuang et al., 2014; Valencia-Botín & Peralta-Hernández, 2010)**.

En América Latina, donde países como Nicaragua, Colombia, México y Ecuador que se han consolidado como productores emergentes, se han documentado problemas similares, aunque la información aún es fragmentaria y poco sistematizada. En particular, *Xanthomonas campestris* y *Erwinia carotovora* se han identificado como bacterias asociadas a manchas foliares y pudriciones blandas, mientras que reportes preliminares mencionan la presencia de virus que generan mosaicos y deformaciones en los tallos y frutos, aunque estos permanecen poco estudiados **(Pereira et al., 2021)**.

En Centroamérica y Panamá, la información sobre enfermedades en pitahaya es escasa y dispersa, lo que dificulta la implementación de estrategias de manejo efectivas. Este vacío de conocimiento refuerza la necesidad de investigaciones orientadas a la ca-

racterización de síntomas y la identificación precisa de los agentes asociados, lo que permitirá proponer medidas de control adecuadas y fortalecer la producción sostenible del cultivo en la región.

2.2. Principales agentes patógenos reportados en el cultivo de pitahaya

2.2.1. Enfermedades causadas por hongos fitopatógenos.

Las enfermedades causadas por hongos constituyen el principal problema fitosanitario en el cultivo de pitahaya a nivel mundial. Entre las más relevantes se encuentran:

(a) Cancro del tallo (*Neoscytalidium dimidiatum*)

El cancro del tallo es considerado la enfermedad más destructiva de la pitahaya; causada por el hongo *Neoscytalidium dimidiatum*, se manifiesta mediante lesiones necróticas de marrones a negras en tallos (cladodios), que progresivamente causan marchitez y muerte de las ramas afectadas. El avance de la enfermedad reduce la capacidad fotosintética y limita la producción de frutos. Este patógeno ha sido ampliamente reportado en plantaciones de Asia y América, siendo particularmente severo en Vietnam, Israel y recientemente en China y América Latina (**Ezra et al., 2020; Liu et al., 2019**).

En Costa Rica, **Retana-Sánchez et al. (2019)** identificaron a *Neoscytalidium dimidiatum* como el agente causal del cancro del tallo en *Hylocereus costaricensis*, constituyendo el primer reporte confirmado de esta enfermedad en el país. Los autores describieron que los síntomas iniciales se manifiestan como manchas anaranjadas o rojizas irregulares, que evolucionan hacia lesiones grisáceas con el centro abultado y agrietado. En

etapas avanzadas, las lesiones coalescen y pueden generar orificios en el tejido del tallo. Su control es complejo debido a la persistencia del hongo en restos vegetales y su amplia gama de hospederos.

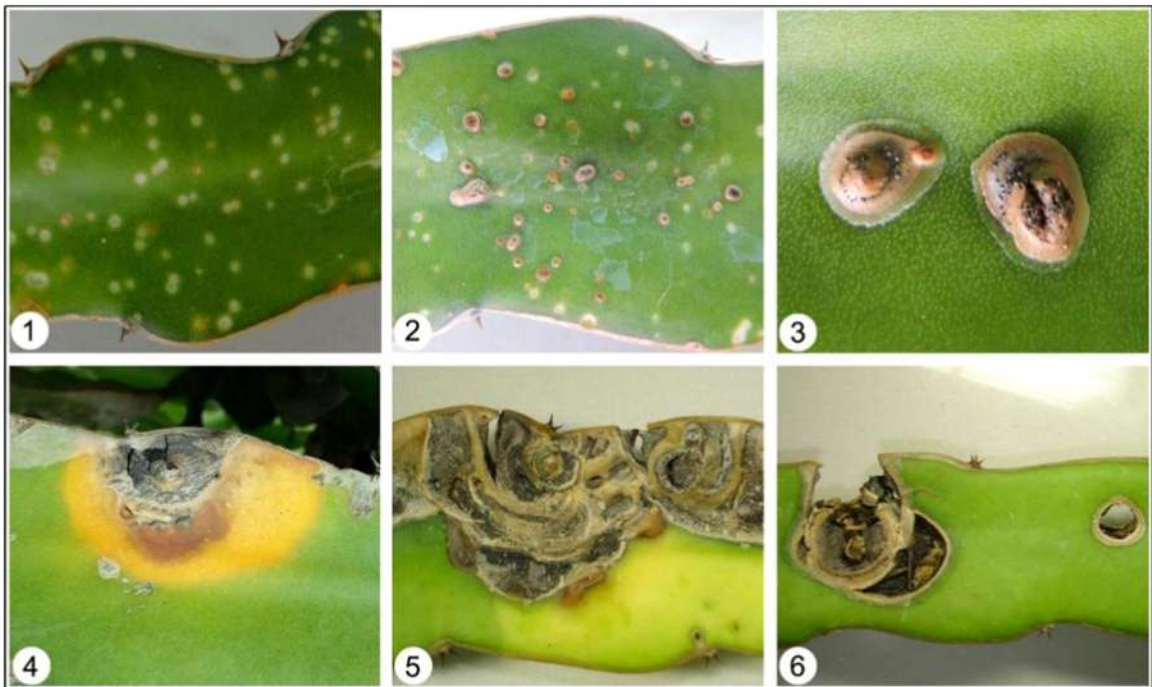


Figura 1. Etapas de desarrollo de la enfermedad causada por *Neoscytalidium sp.*, en Pitahaya. Nota: Adaptado de Etapa de desarrollo del Cancro provocado por *Neoscytalidium sp.*, en fruta del dragón. [Fotografía]. Por **Fullerton R.A. et al, 2018.**

(b) Antracnosis (*Colletotrichum spp.*)

La antracnosis, ocasionada principalmente por especies del complejo *Colletotrichum gloeosporioides* y *Colletotrichum truncatum*, afecta tanto cladodios como frutos. Los síntomas incluyen manchas hundidas, circulares y de color marrón oscuro, frecuentemente con bordes rojizos. En los frutos, estas lesiones reducen drásticamente la calidad comercial. En Taiwán, *C. truncatum* se reportó como agente causal, mientras que en Mé-

xico y Centroamérica se han identificado diferentes especies del género (Chuang et al., 2014; Valencia-Botín & Peralta-Hernández, 2010).

En Malasia, Vijaya, Anuar y Zakaria (2014) reportaron la presencia de *Colletotrichum truncatum* como agente causal de la antracnosis del tallo en *Hylocereus polyrhizus*, constituyendo el primer registro de esta enfermedad en dicho país. Los síntomas característicos observados en campo incluyeron lesiones circulares a irregulares de color rojizo a marrón oscuro o negro, con halos cloróticos

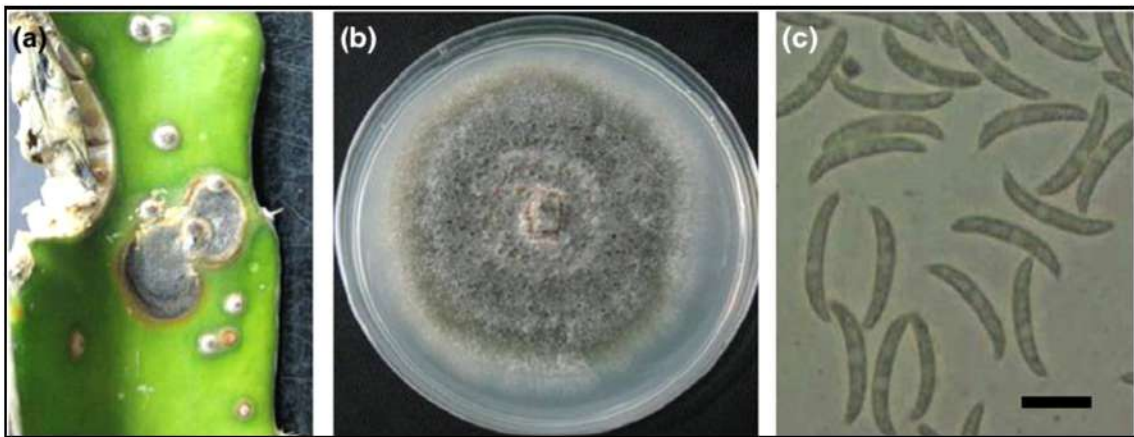


Figura 2. Síntoma en cladodio, crecimiento en medio de cultivo y morfología de conidias de *Colletotrichum truncatum*. Nota: Adaptado de *Colletotrichum truncatum* en Pitahaya *Hylocereus polyrhizus*. [Fotografía]. Por Vijaya, Anuar y Zakaria (2014).

c) Marchitez vascular (*Fusarium oxysporum*)

Este patógeno habita en el suelo y coloniza los tejidos vasculares de la pitahaya, provocando marchitez progresiva. Las infecciones se asocian a condiciones de mal drenaje y estrés hídrico, lo que facilita la penetración del hongo. *Fusarium oxysporum*, es reco-

nocido como un patógeno de amplia distribución y con capacidad de formar complejos de especies (Valencia-Botín & Peralta-Hernández, 2010).

d) Alternariosis (*Alternaria* spp.)

Diversos reportes indican que *Alternaria* spp. causa manchas foliares y necrosis en tallos jóvenes de pitahaya. Aunque no es considerada tan agresiva como *Neoscytalidium* o *Colletotrichum*, la enfermedad puede debilitar los tejidos y favorecer la entrada de patógenos secundarios, reduciendo la calidad de los frutos (Pereira et al., 2021).



Figura 3. Síntomas de enfermedad causado por *Alternaria* sp. en pitahaya. Nota: Adaptado de Prueba de patogenicidad mediante el método de tapón de micelio. [Fotografía]. Por Sahu & Mohapatra, (2020)

e) Otras enfermedades fúngicas

Se han identificado además géneros como *Botryosphaeria*, *Phyllosticta* y *Cladosporium*, asociados a síntomas de necrosis y pudriciones en tallos y frutos, aunque en mu-

chos casos aún se requiere confirmar su papel patogénico mediante pruebas de patogenicidad (Ezra et al., 2020; Pereira et al., 2021).

2.2.2. Enfermedades causadas por fitobacterias.

Entre las bacterias asociadas a pitahaya destacan *Xanthomonas campestris*, responsable de manchas foliares, y *Pectobacterium*, agente causal de pudriciones blandas en tallos y frutos. Estas enfermedades se manifiestan principalmente en condiciones de alta humedad y pueden avanzar rápidamente, comprometiendo la vida útil de la planta (Pereira et al., 2021).

2.2.3. Enfermedades causadas por virus.

Los reportes de virus en pitahaya aún son escasos. Se han documentado síntomas de mosaico, clorosis y deformaciones en tallos y frutos, posiblemente asociados a virus transmitidos por insectos vectores como áfidos y trips. Sin embargo, se requiere investigación molecular más profunda para confirmar la identidad de estos agentes (Valencia-Botín & Peralta-Hernández, 2010).

2.2.4. Otros desórdenes asociados

Además de patógenos, se han observado problemas derivados de algas, líquenes y desórdenes fisiológicos que generan manchas superficiales en los tallos. Si bien no siempre causan pérdidas significativas, pueden confundirse con enfermedades y afectar la apariencia comercial del cultivo (Valencia-Botín & Peralta-Hernández, 2010).

2.3. Identificación de los principales patógenos en pitahaya

La correcta identificación de los agentes causales de las enfermedades de la pitahaya (*Selenicereus* spp.) es un paso esencial para implementar programas de manejo integrado efectivos. Los errores en el diagnóstico pueden llevar a tratamientos ineficaces y a pérdidas económicas significativas. Por ello, los enfoques modernos de diagnóstico integran la observación de síntomas en campo con la caracterización morfológica, pruebas microbiológicas y confirmación mediante herramientas moleculares, lo que garantiza la precisión y confiabilidad del resultado (Pereira et al., 2021; Valencia-Botín & Peralta-Hernández, 2010).

2.3.1. Métodos morfológicos

El estudio morfológico constituye el primer paso en el diagnóstico de los hongos fitopatógenos que afectan la pitahaya. En campo, la observación de síntomas macroscópicos, signos o señales del patógeno, permite identificar patrones de enfermedad: lesiones necróticas oscuras y hundidas en tallos y frutos, asociadas a *Colletotrichum* spp., lesiones del tipo canchales, producidos por *Neoscytalidium dimidiatum* y marchitez progresiva causada por *Fusarium oxysporum*. Estas observaciones son fundamentales para orientar el aislamiento en laboratorio (Ezra et al., 2020; Liu et al., 2019).

En laboratorio, los patógenos fúngicos se aíslan en medios de cultivo como papa dextrosa agar (PDA) o V8, entre otros; donde desarrollan colonias con características distintivas. Por ejemplo, *N. dimidiatum* forma colonias oscuras con muce-

lio aéreo escaso, mientras que *Colletotrichum* spp. presenta micelio blanquecino con masas anaranjadas de conidios. El examen microscópico permite observar estructuras reproductivas, como los conidios curvos o cilíndricos de *Colletotrichum* spp, los macroconidios en forma de hoz de *Fusarium* sp o las esporas maduras pigmentadas de *Neoscytalidium* sp, lo que constituye un criterio de identificación inicial (Valencia-Botín & Peralta-Hernández, 2010; Fullerton et al., 2018).

2.3.2. Métodos microbiológicos

Una vez aislado el patógeno, se emplean técnicas microbiológicas para confirmar su papel causal en la enfermedad. Los postulados de Koch son la base clásica de este procedimiento: el patógeno se aísla de tejidos enfermos, se cultiva en medio axénico, se inocula en plantas sanas para reproducir los síntomas y se re-aísla para verificar su identidad. Este proceso es particularmente importante para hongos como *N. dimidiatum* y *F. oxysporum*, ya que muchas especies relacionadas pueden encontrarse como saprófitas en los tejidos de la planta y no necesariamente causar la enfermedad (Ezra et al., 2020).

2.3.3. Métodos moleculares

El avance de las técnicas moleculares ha transformado el diagnóstico de enfermedades en pitahaya, permitiendo una identificación más precisa y rápida de los patógenos. Las herramientas más empleadas incluyen:

PCR convencional y PCR en tiempo real (qPCR): útiles para detectar y cuantificar especies específicas de *Fusarium*, *Colletotrichum* y *Neoscytalidium* a partir de material vegetal o del suelo.

Secuenciación de regiones génicas conservadas, como el espaciador transcrito interno (ITS), el factor de elongación 1- α (TEF1- α), la β -tubulina y genes del 16S rRNA en el caso de bacterias. Estas regiones permiten distinguir especies crípticas dentro de complejos de patógenos.

Técnicas avanzadas, como la amplificación isotérmica mediada por lazo (LAMP) y la secuenciación de nueva generación (NGS), que facilitan diagnósticos rápidos y de alta resolución.

La combinación de datos morfológicos y moleculares es actualmente el enfoque recomendado para confirmar la identidad de hongos fitopatógenos, especialmente en grupos taxonómicamente complejos como *Colletotrichum* spp. y *Fusarium* spp. **(Pereira et al., 2021).**

La experiencia en regiones productoras de Asia y América Latina demuestra que la integración de métodos es esencial para un diagnóstico fitosanitario confiable. La observación de síntomas en campo orienta el muestreo; el aislamiento y la caracterización morfológica permiten un diagnóstico preliminar y las pruebas moleculares confirman la identidad específica. Este enfoque integrado no solo mejora la precisión del diagnóstico, sino que también contribuye al desarrollo de estrategias de manejo más eficaces y sostenibles para las enfermedades de la pitahaya.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Áreas de estudio

El estudio se desarrolló en plantaciones comerciales de pitahaya (*Selenicereus* spp.) ubicadas en tres regiones productoras de Panamá: Finca La Polola, en Chame, provincia de Panamá Oeste, Finca Jardines Urbanos S.A., en Natá, provincia de Coclé y Finca de Pitahaya en Sardinilla, provincia de Colón. **Ver Figura 4.** Estas áreas se seleccionaron por su importancia en la producción nacional y por presentar antecedentes de problemas fitosanitarios que afectan el rendimiento y la calidad de los frutos.



Figura 4. Ubicación de los sitios de muestreo. Fuente: **Google Earth, 2025**

3.2. Diseño de muestreo

Para cada una de las fincas incluidas en el estudio, se delimitó un lote de una hectárea como unidad de muestreo. Dentro de cada lote, se seleccionaron cuatro hileras al azar, con el objetivo de representar de forma adecuada la variabilidad del cultivo. En cada hile-

ra se muestrearon 6 plantas mediante un muestreo dirigido, a aquellas plantas que presentaban síntomas visibles de aparente enfermedad en las ramas (cladodios), frutos o flores según el caso. Se colectaron en total 24 muestras por cada sitio de muestreo.

Los muestreos se realizaron entre los meses de mayo y octubre de 2024, iniciando en mayo de 2024 en la Finca La Polola (Chame, Panamá Oeste), en julio de 2024 en Finca de Pitahaya (Sardinilla, Colón) y en octubre de 2024 en la finca Jardines Urbanos S.A. (Natá, Coclé), coincidiendo todo este periodo, con la mayor actividad fenológica del cultivo de pitahaya en Panamá, que incluye las etapas de floración y fructificación. Este criterio permitió asegurar la recolección de muestras representativas no solo de los tejidos vegetativos, sino también de los frutos, órganos que son particularmente susceptibles a diversas enfermedades fúngicas y que reflejan mejor el impacto fitosanitario sobre el rendimiento y la calidad comercial de la pitahaya.

Los síntomas considerados para la selección de muestras incluyeron lesiones necróticas, canchales en tallos o frutos, manchas circulares hundidas con o sin halo amarillento, áreas con signos visibles (acérvulos, picnidios), pérdida de turgencia de cladodios y pudriciones acuosas.

3.3. Recolección y transporte de muestras.

Durante la colecta en campo, además de la obtención de muestras sintomáticas, se implementó un registro fotográfico sistemático para cada planta y tipo de lesión observada. Cada muestra colectada se envolvió en papel toalla y se colocó en bolsas plásticas

tipo ZIPLOC®, debidamente rotuladas con la siguiente información: código de la finca, fecha de colecta, región y síntoma predominante.

Las muestras se mantuvieron en recipientes refrigerados tipo cooler (4–8 °C) para preservar la condición de los tejidos durante el transporte. El material se trasladó el mismo día de la colecta al laboratorio de protección vegetal de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad de Panamá, donde se procesó para su análisis.

3.4. Procesamiento de muestras en el laboratorio.

El diagnóstico comenzó con la observación directa de los tejidos frescos utilizando estereomicroscopio y microscopio óptico binocular para detectar estructuras características de los hongos, tales como micelio, picnidios, acérvulos y conidios presentes en las lesiones.

Cuando no fue posible observar estructuras directamente en el tejido, se procedió al aislamiento de los patógenos mediante siembra de fragmentos de tejido afectado en condiciones asépticas, utilizando una cámara de flujo laminar.

Las muestras se incubaron a temperatura ambiente controlada (25 ± 2 °C) durante 5–7 días, en placas de Petri que contenía medio sintético BDA (Batata-Dextrosa-Agar), hasta la aparición de colonias fúngicas.

3.5. Caracterización morfológica

La identificación preliminar de los agentes se realizó con base en las características morfológicas de las colonias (color, textura, aspecto del reverso de la colonia, formación

de masas de conidios) y morfológicas de los microorganismos observados al microscopio (forma, tamaño y coloración de conidios, forma y color del micelio presencia de estructuras especializadas como setas, acérvulos, picnidios, o clamidosporas) observadas.

Se emplearon guías taxonómicas y literatura especializada disponibles en el laboratorio para comparar las características observadas con descripciones de referencia de los principales hongos fitopatógenos de pitahaya, incluyendo los géneros *Neoscytalidium*, *Colletotrichum*, *Fusarium* y *Alternaria*, entre otros.

3.6. Identificación de los agentes asociados

La confirmación de los patógenos asociados se realizó con base en la coincidencia entre síntomas en campo (cancros necróticos, lesiones hundidas, manchas necróticas, pudriciones acuosas), características de las colonias en medio de cultivo (coloración, textura, tiempo de crecimiento, producción de estructuras reproductivas) y características microscópicas como forma y tamaño de conidios, estructuras de reproducción y pigmentación.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Variabilidad climática de los sitios de muestreo.

El estudio se llevó a cabo en tres regiones agroecológicas contrastantes: Finca La Polola (Chame, Panamá Oeste), Finca Jardines Urbanos S.A. (Natá, Coclé) y Sardinilla (Colón). Estas localidades presentan diferencias notables en sus condiciones edafoclimáticas, las cuales inciden de manera directa en el desarrollo y severidad de las enfermedades de la pitahaya.

En el Pacífico (Chame y Natá), el clima está caracterizado por una estación seca prolongada (enero–marzo) y una estación lluviosa intensa (abril–noviembre), con picos de precipitación en octubre superiores a 190–220 mm y temperaturas medias anuales de 26–27 °C, **ver figuras 5 y 6 (MIDA, 2023; Meteoblue, 2025)**. Este patrón estacional provoca estrés hídrico en el periodo seco, predisponiendo a los cladodios a lesiones que pueden actuar como puertas de entrada para hongos oportunistas, y favorece el desarrollo de enfermedades fúngicas durante los meses de mayor humedad relativa (80–88 %).

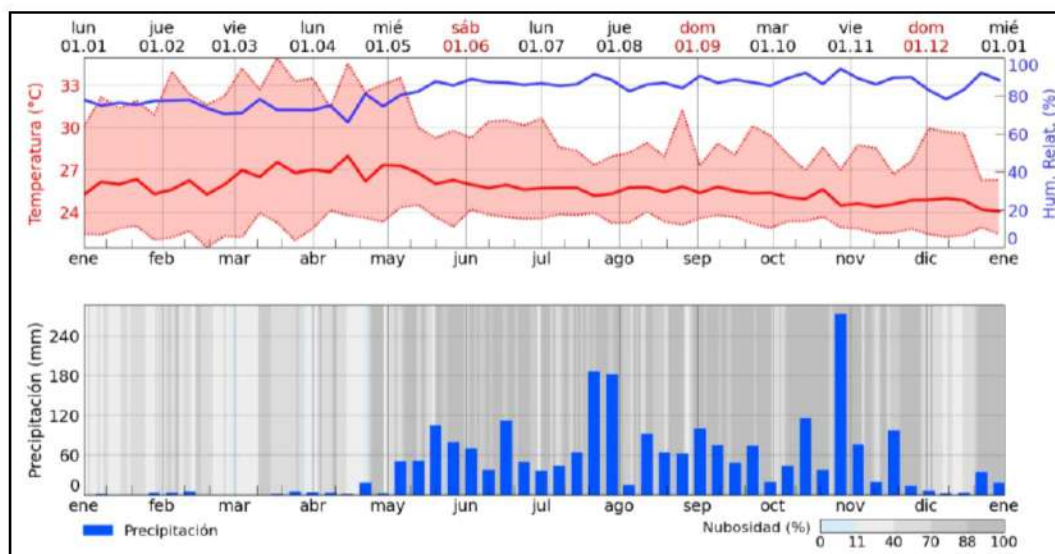


Figura 5. Temperatura, humedad relativa y precipitación en la Región de Chame, Panamá Oeste. Desde enero de 2024 a enero de 2025. Fuente: **Meteoblue, 2025.**

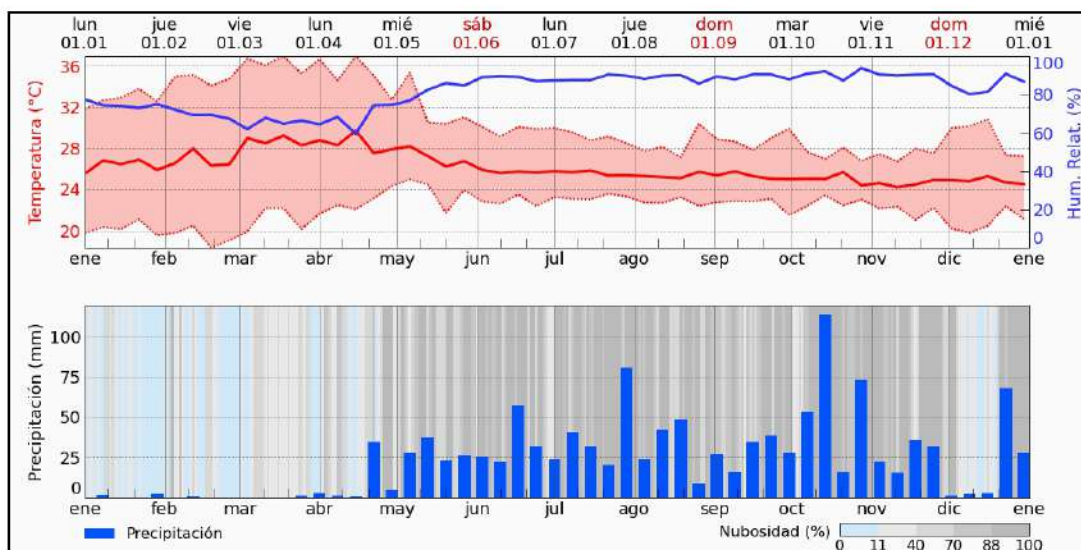


Figura 6. Temperatura, humedad relativa y precipitación en la Región de Natá, Coclé. Enero de 2024 a enero de 2025. Fuente: **Meteoblue, 2025.**

Por el contrario, la zona del Caribe (Sardinilla, Colón) mantiene una humedad relativa elevada (82–84 %) y lluvias distribuidas durante casi todo el año, con picos mensua-

les de 188–250 mm en octubre, además de temperaturas más estables en torno a 26 °C.

Figura 7. Este ambiente húmedo y con menor estacionalidad genera condiciones más propicias para la persistencia de inóculo fúngico en tejidos muertos, residuos de cosecha y en órganos vegetales, contribuyendo a la continuidad de los ciclos de infección.

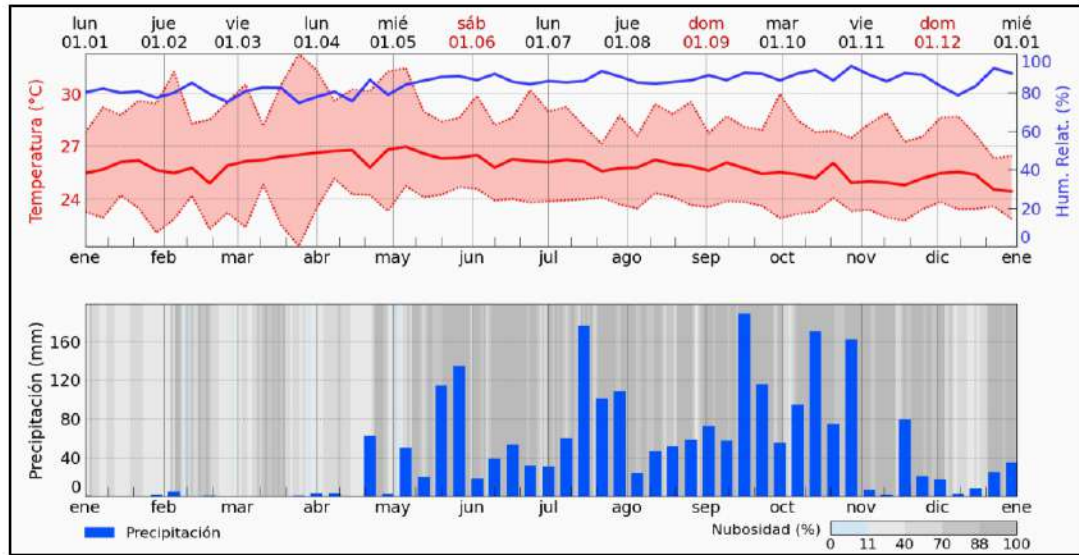


Figura 7. Temperatura, humedad relativa y precipitación en la Región de Sardinilla, Colón. Desde enero de 2024 a enero de 2025. Fuente: **Meteoblue, 2025.**

Estas diferencias ambientales, sumadas a las variaciones en el manejo agronómico verificado “in situ”, proporcionan un contexto idóneo para comparar la incidencia y expresión sintomatológica de las enfermedades, ya que permiten observar la influencia de los factores ambientales sobre la diversidad y severidad de los patógenos.

4.2. Caracterización de los síntomas y descripción de agentes asociados de enfermedades en Finca La Polola (Chame, Panamá Oeste)

4.2.1. Cancro del tallo (*Neoscytalidium* sp.)

Se tomaron 24 muestras principalmente de cladodios con síntomas de aparente enfermedad causada por hongos, muestreo realizado en el mes de mayo de 2024, cuando inicia la etapa fenológica de producción del cultivo de pitahaya.

El registro fotográfico sistemático permitió documentar los síntomas destacando que el 100 % de las muestras tomadas en esta localidad, corresponden a cladodios (tallos) que presentan lesiones principalmente en cladodios jóvenes.

Las lesiones observadas en campo presentaron una serie de características que guardan alta congruencia con la sintomatología descrita para el cancro de tallo inducido por *Neoscytalidium* sp. En particular, las lesiones iniciales detectadas en los cladodios aparecían como pequeñas depresiones cloróticas con un centro rojizo leve, que evolucionaban hacia necrosis marrón oscura con bordes uniformes, expansión radial o abultamiento y eventualmente formación de escamas endurecidas; algunas rodeadas por halos amarillentos. Esta evolución sintomática coincide con el patrón en seis etapas descrito por **Fullerton et al. (2018)**, que inicia con “diminutas manchas cloróticas deprimidas con un punto rojo en el centro”, seguido por la expansión escariforme y la formación de halos amarillo-cloróticos antes del oscurecimiento total de la lesión. **Ver figura 8 A-C.**

Asimismo, en observaciones de campo reportadas para pitahaya en Florida, **Hong et al. (2020)** documentan que las lesiones sobre los cladodios comienzan como “manchas cloróticas hundidas” con centro anaranjado que se expanden a manchas convexas de color marrón rojizo, frecuentemente acompañadas de halos amarillo e inclusión de pícnidios negros en la superficie necrosada.

En cuanto al crecimiento del hongo en cultivo en medio BDA, los aislamientos obtenidos de las muestras sintomáticas presentaron colonias que evolucionaban desde un tono claro (blanco-grisáceo) hacia tonalidades más oscuras (gris-negro), con textura algodonosa inicialmente y con tendencia a densificarse y pigmentarse con el tiempo. Estas colonias produjeron micelio y conidios marrones, los cuales se presentaron con formato cúbico y en cadenas (fragmosporas). Estas características culturales están en línea con lo reportado por **Fullerton et al. (2018)**, donde los autores mencionan que *Neoscytalidium* forma colonias en BDA que maduran hacia colores oscuros y desarrollan esporas tipo fragmosporas abundantes en la superficie del medio. **Figura 8 D-G**

Asimismo, **Wang et al. (2024)** reportan que *Neoscytalidium* coloniza cladodios jóvenes, induciendo decoloración, puntos marrones y eventual necrosis del tejido, lo que se confirma en el presente estudio ya que muchas de las muestras se correspondían a cladodios jóvenes con lesiones.

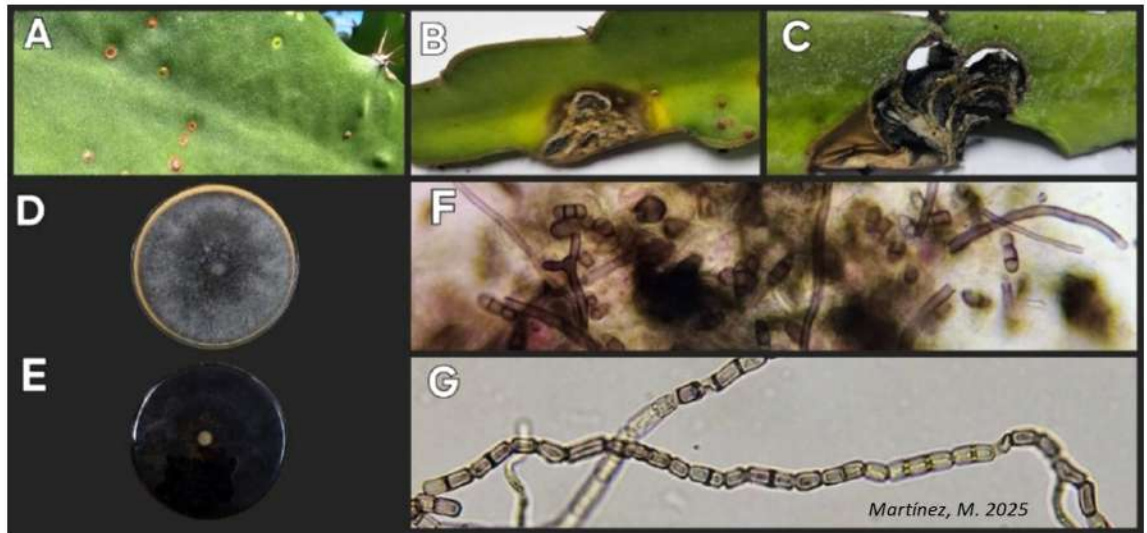


Figura 8. Síntoma de cancro del tallo y características morfológicas de *Neoscytalidium* sp.: (A, B, C) Lesión hundida con picnidios negros y tallo necrosado; (D, E) Apariencia y pigmentación de la colonia; (F) Conidios maduros, septados, color marrón; y (G) Fragsporas.

4.2.2. Antracnosis (*Colletotrichum* sp.)

Por otro lado, también se observaron síntomas con lesiones cancerosas deprimidas, de tonalidad marrón claro, así como muestras con síntomas de lesiones más profundas y necrosadas. Algunas de estas lesiones fueron acompañadas de halo clorótico leve en su fase inicial y con el avance del síntoma se observó colapso de tejido y ocasional formación de estructuras oscuras superficiales compatibles con cuerpos reproductivos. Las observaciones preliminares durante el análisis del material fresco permitieron la observación de conidios y acérvulos correspondientes al género *Colletotrichum* en cladodios de la planta. Al aislar los hongos en medio BDA, las colonias manifestaron un micelio de inicio claro a grisáceo, expandiéndose de forma radial, y con el tiempo desarrollaron ma-

sas esporulativas (cirros) de tonalidad naranja-salmonada junto con acérvulos oscuros visibles en la superficie del cultivo. En el microscopio óptico, los conidios observados mostraron morfología hialina, unicelular y de forma cilíndrica, lo cual concuerda con características típicas del género *Colletotrichum*. **Figura 9.**

Al comparar estos resultados, según **Masyahit et al., 2009**, se observan paralelismos notables. Los síntomas en cladodios infectados se describieron como lesiones rojizo-marrón con halos cloróticos, con centros marrón que pueden fusionarse y progresar hacia pudrición. Además, los autores documentaron que las colonias aisladas presentaban tonalidad blanco-naranja, hifas septadas y conidios tipo cápsula.

Estas semejanzas: manchas hundidas con halo en tejido, progresión hacia necrosis, colonia con pigmentación esporulativa y morfología conidial compatible, respaldan la hipótesis de que los aislamientos obtenidos en Chame comparten el fenotipo de *C. gloeosporioides* reportado en Malasia. Sin embargo, diferencias en dimensiones exactas, ritmo de esporulación o coloración de la colonia podrían reflejar adaptaciones locales o variabilidad intraespecífica. Para resolver con certeza la identidad a nivel de especie, el uso de caracterización molecular o ensayos de patogenicidad comparativa fortalecería la atribución del aislado encontrado en los cladodios y frutos, al complejo *Colletotrichum* spp.

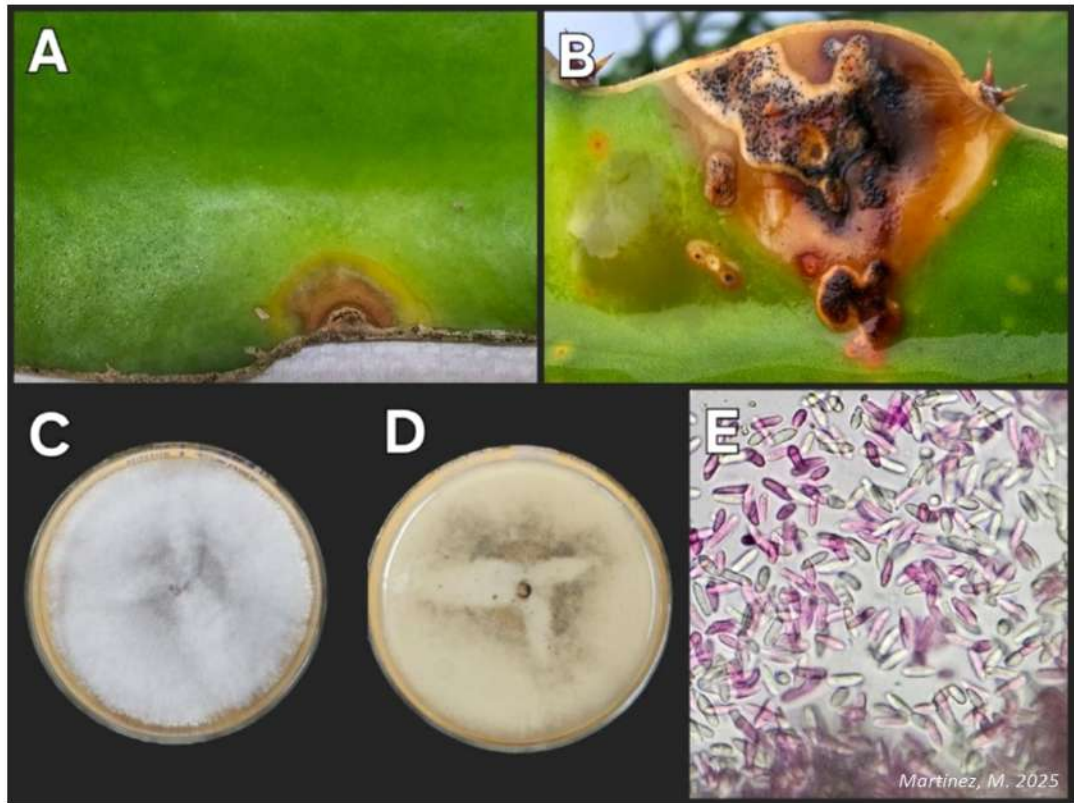


Figura 9. Síntoma de antracnosis y características morfológicas de *Colletotrichum sp.*: (A, B) Lesión hundida con estructuras reproductivas; (C, D) Apariencia y pigmentación de la colonia; (E) Conidios hialinos cilíndricos.

4.3. Caracterización de los síntomas y descripción de agentes asociados de enfermedades en Finca de Pitahaya en Sardinilla, Colón.

4.3.1. Cancro del tallo (*Neoscytalidium sp.*)

En este sitio de Sardinilla, Colón, se identificaron lesiones compatibles con infección fúngica, formando canchros de forma circular a irregular en los cladodios, con tonos marrón claro, acompañados de agrietamiento y, en daños más severos, pérdida total del tejido, dejando una abertura como orificio de bala. **Ver figura 10 A-C.** Esta sintomatología es coherente con lo descrito por **Wang et al. (2024)**, quienes reportan que *Neoscytali-*

dium dimidiatum coloniza tallos jóvenes de pitahaya, provocando manchas que progresan a cancro y necrosis en tejidos de cladodios maduros.

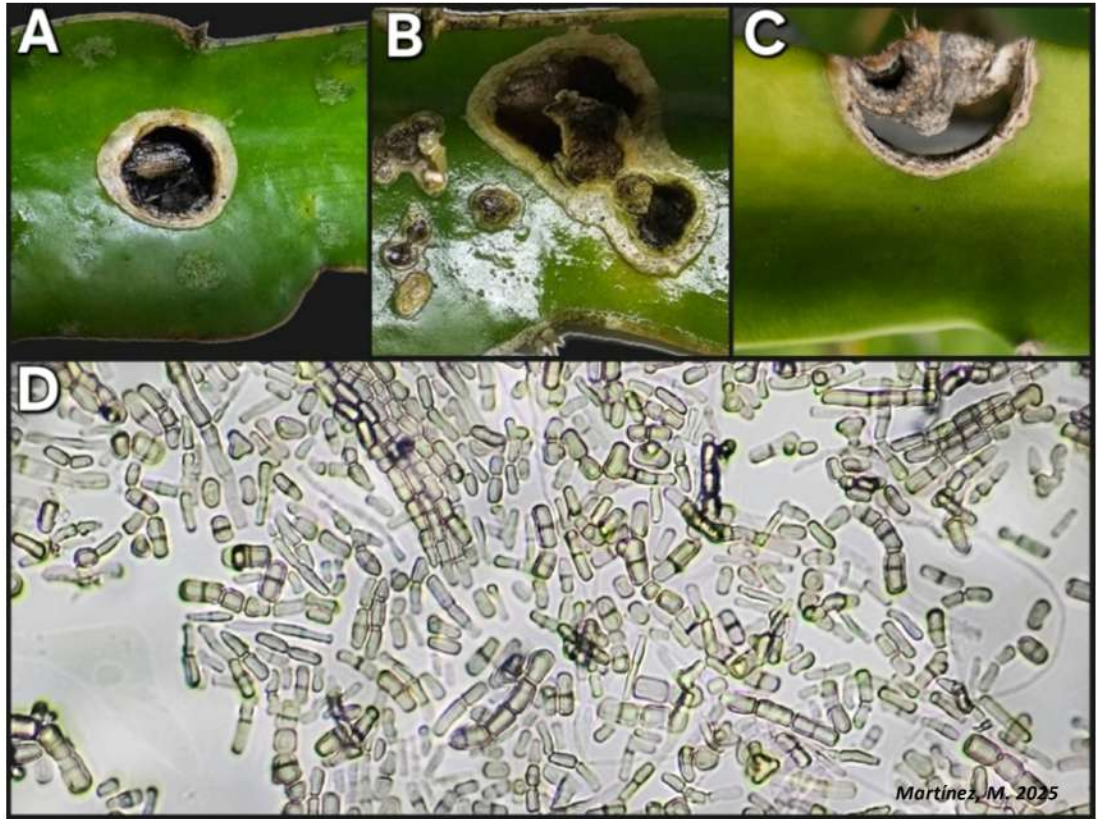


Figura 10. Síntomas de Cancro del tallo (*Neoscytalidium* sp) en Sardinilla, Colón. (A) lesión circular con desprendimiento de tejido en forma de entrada de bala; (B, C) Lesión circular y coalescencia de lesiones con tejido muerto próximo a desprenderse; (D) frugosporas.

4.3.2. Pudrición del tallo (*Lasiodiplodia* sp.)

De igual forma, se observaron cladodios de pitahaya (5 muestras) con lesiones necróticas extensas, de forma irregular y con márgenes definidos de color pardo oscuro **figura 11 A**. Las áreas afectadas presentaban un aspecto hundido, con tejido interno blando y superficie grisácea, sobre la cual se distinguían estructuras negras puntiformes dispues-

tas en forma agrupada o dispersa, compatibles con picnidios **Figura 11 B-C**. En las fases avanzadas del daño, el tejido epidérmico se mostraba resquebrajado y deshidratado, dejando visibles zonas hundidas y perforaciones, lo que sugiere un proceso de necrosis progresiva del parénquima y desintegración de la epidermis.

Los síntomas descritos, guardan estrecha similitud con la enfermedad conocida como pudrición del tallo, atribuida a especies del género *Lasiodiplodia* (principalmente *Lasiodiplodia theobromae* y *Lasiodiplodia iraniensis*), tal como lo reporta Ganesan et al. (2023) en la India.

En dicho estudio, los autores describen lesiones que inician con amarillamiento del tallo, seguido de reblandecimiento y necrosis progresiva, hasta formar cánceres grises con fructificaciones fúngicas visibles como puntos negros (picnidios). En etapas avanzadas, el tejido afectado se separa del resto del cladodio, dejando una estructura central seca, fenómeno coincidente con lo observado en las muestras.

El estudio indica además que *Lasiodiplodia* puede comportarse como endófito latente, activándose bajo condiciones de estrés térmico o déficit hídrico, factores compatibles con el clima cálido-húmedo registrado en Colón durante la estación seca y el inicio de lluvias. Este comportamiento fue igualmente documentado por Briste et al. (2019) en Bangladesh, donde *L. theobromae* provocó cánceres extensos y necrosis cortical en tallos de pitahaya durante periodos de alta radiación y humedad.

Desde el punto de vista morfológico, los signos observados como picnidios oscuros y micelio superficial ceniciento se corresponden con los descritos por Ganesan et al.

(2023), quienes registraron colonias gris negruzcas, con conidias inicialmente hialinas y luego pigmentadas, de paredes gruesas y con estriaciones longitudinales, como las que se observaron directamente en las muestras de Sardinilla en Colón (**figura 11 F, G**). La coincidencia entre la morfología de las lesiones en Sardinilla y los síntomas descritos en Asia sugiere la posible presencia de un complejo de *Lasiodiplodia* spp.

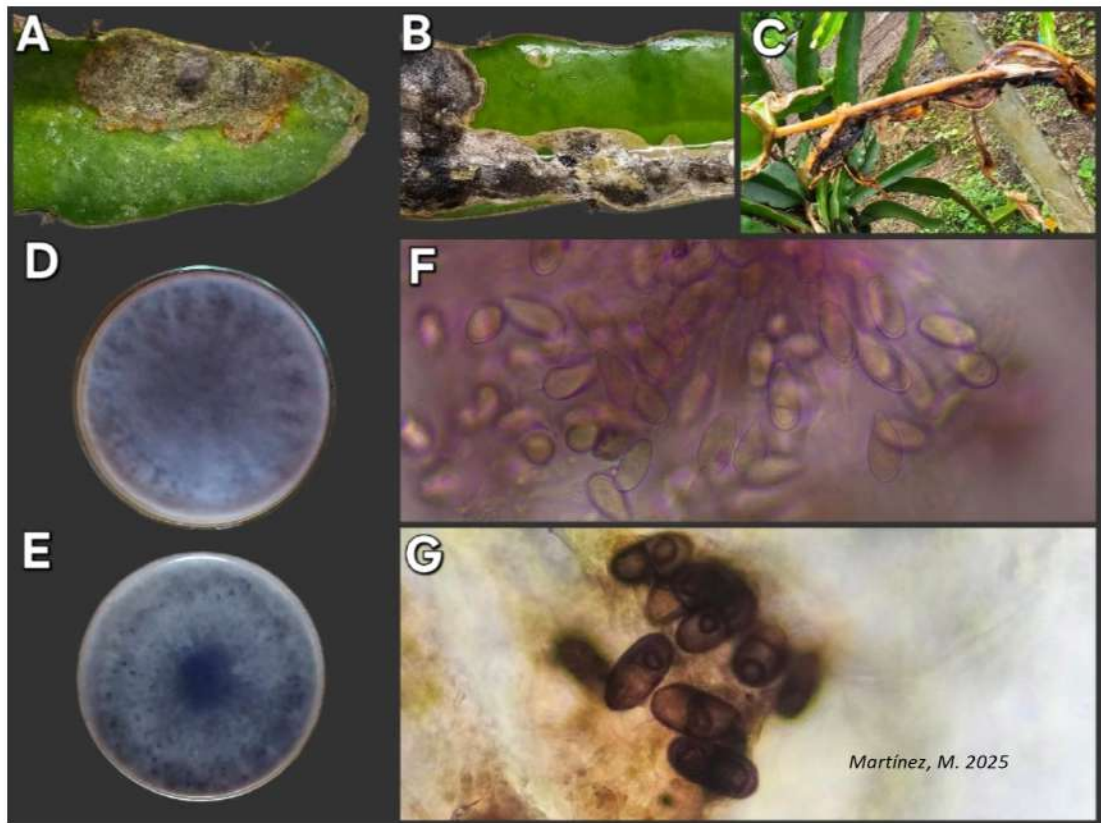


Figura 11. Síntoma de Cancro y características morfológicas de *Lasiodiplodia* sp.: (A, B, C) Lesión necrótica extensa; (D, E) Apariencia y pigmentación de la colonia; (F) Conidios inmaduros hialinos; (G) Conidios maduros marrones con estrías longitudinales y septo transversal.

4.3.3. Antracnosis (*Colletotrichum* sp.)

Por otro lado, se observaron en 2 muestras de esta Finca, lesiones cancerosas hundidas o deprimidas, bordes definidos y puntos oscurecidos que podrían ser estructuras reproductivas visible. Al hacer observación microscópica en muestra fresca, se observan una alta concentración de conidios de forma falcada, hialinos, con puntas semi-redondeadas,

En dos cladodios se observaron lesiones caracterizadas por áreas hundidas de color gris claro en el centro, rodeadas por un halo bien definido de tonalidad rojiza a anaranjada, con bordes oscuros y la presencia de pequeños puntos negros que podrían ser estructuras de reproducción (**figura 12 A, B**). Bajo observación microscópica en muestra directa, se identificaron conidios hialinos, fusiformes y ligeramente curvados, (**figura 12 C**); características consistentes con el género *Colletotrichum*. Estas observaciones concuerdan con lo reportado por Vijaya et al. (2015), quienes describen lesiones hundidas y halos rojizos en tallos de pitahaya afectados por *Colletotrichum truncatum* en Malasia, así como con Zhang et al. (2024), que documentan síntomas similares en frutos de *Hylocereus undatus* con acérvulos visibles y masas conidiales anaranjadas. También, morfológicamente, los conidios observados por Damm et al. (2012), con esporas hialinas, curvadas y de extremos agudos, que esporulan abundantemente, guardan estrecha similitud con las observadas en Sardinilla, Colón.

En conjunto, los síntomas y las características morfológicas observadas en laboratorio sustentan la posible asociación de *Colletotrichum acutatum* como agente causal de

antracnosis en cladodios de pitahaya en Colón, coincidiendo con las descripciones clásicas de la literatura internacional.

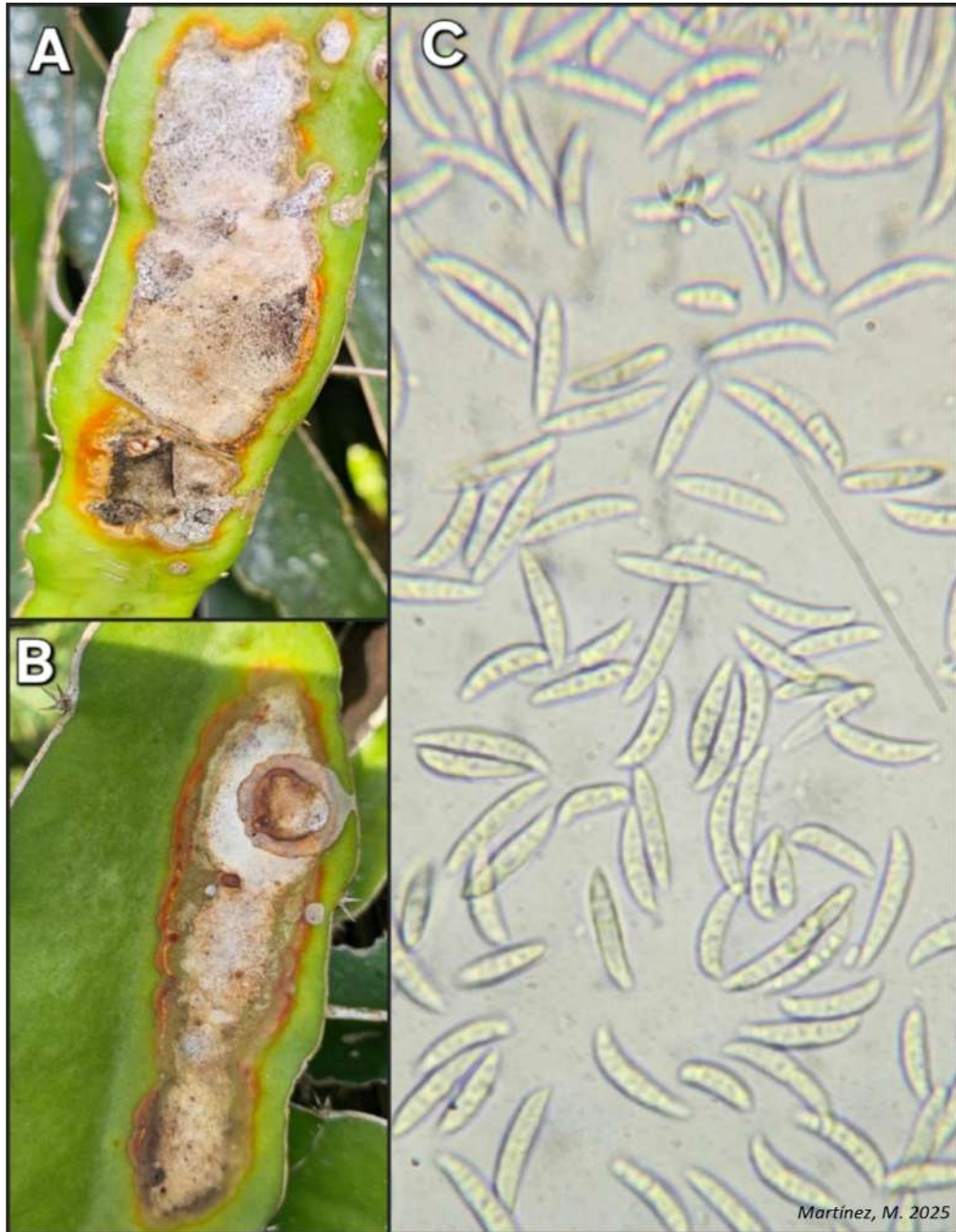


Figura 12. Síntoma de Antracnosis en cladodios. Sardinilla, Colón. (A, B) lesiones cancerosas deprimidas; (C) Conidios hialinos y falcados.

4.4. Caracterización de los síntomas y descripción de agentes asociados de enfermedades en Finca Jardines Urbanos S.A., Natá, Coclé.

4.4.1. Cancro del tallo (*Neoscytalidium* sp.)

En la plantación evaluada en Natá, se determinó que el 58.3 % de las muestras colectadas presentaron evidencia de aislamiento o signos compatibles con la presencia del hongo *Neoscytalidium* sp. Los cladodios afectados exhibieron características sintomáticas desde puntos hundidos o deprimidos de tonalidad naranja pálido o blanco-anaranjado sobre el tejido verde del cladodio, también lesiones de mayor diámetro que adquirieron un tono marrón-oscuro en los bordes a marrón claro, formando costras elevadas y ocasionalmente rodeadas por un halo amarillento; hasta lesiones con tejido necrótico oscuro, colapso y agrietamiento del cladodio y en algunos casos la caída de fragmentos de tejido dejando agujeros que atraviesan el cladodio (**figura 13**). En observación directa con ayuda del estereoscopio, se pudieron observar estructuras picnidiales oscuras en la superficie de las costras.

Estos resultados se alinean estrechamente con la descripción de la evolución sintomatológica de *N. dimidiatum* propuesta por Fullerton et al. (2018), quienes indican que la infección inicia con la formación de apresorios sobre la superficie del cladodio, seguida por la penetración directa del hongo y el colapso rápido de células, con mínima colonización inicial del tejido; luego, el patógeno forma lesiones en forma de costra, halos amarillos circundantes antes de la expansión lateral de la zona necrótica.

Desde el punto de vista fitopatológico, la alta frecuencia de *Neoscytalidium* sp., implica que este hongo podría actuar como agente primario de daños en el cultivo de pitahaya en Natá. Su capacidad para generar lesiones necróticas profundas y crear estructuras de inoculación secundaria lo convierte en un factor crítico para la sanidad del cultivo. Adicionalmente, el hecho de que más de la mitad de las muestras resultaron positivas a este patógeno, indica un problema epidemiológico que requiere atención en el manejo.

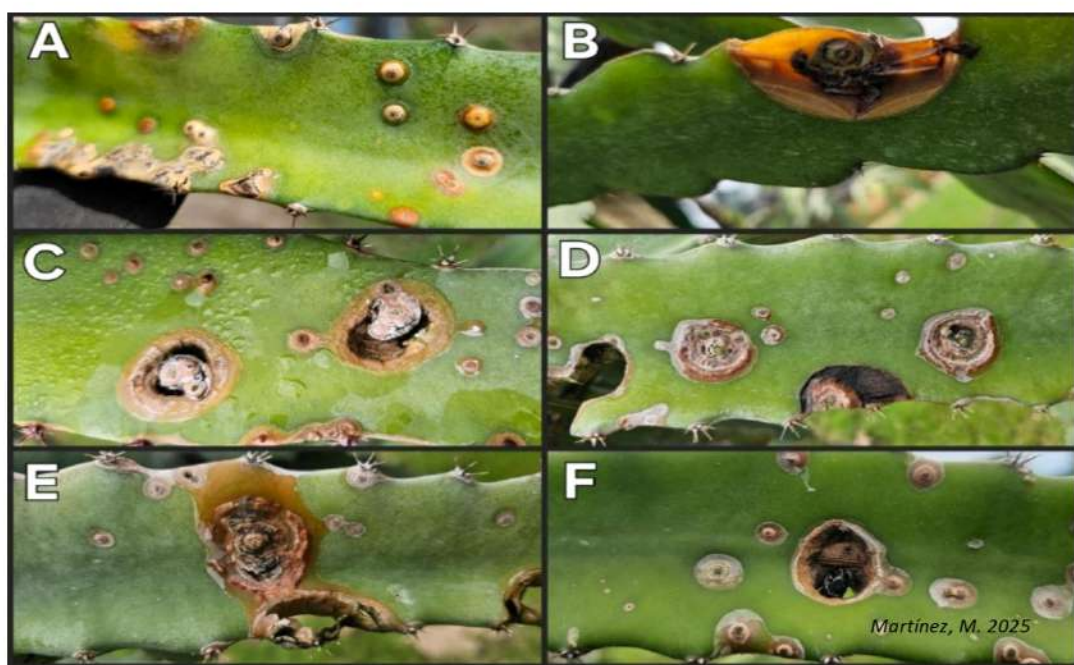


Figura 13. Síntomas de Cancro del tallo (*Neoscytalidium* sp), de muestras obtenidas en la Finca Jardines Urbanos S.A. Natá, Coclé. (A) lesiones abultadas con halo amarillento. (B) lesión cancerosa con amarillamiento y pudrición acuosa de forma circular en el borde del cladodio. (C, D, E) Lesión necrótica de forma circular, estructuras visibles en zona central de la lesión. (F) lesión circular en forma de entrada de bala con desprendimiento de tejido muerto.

4.4.2. Antracnosis (*Colletotrichum* sp.)

Se observaron lesiones hundidas de aspecto marrón claro que progresaron hacia necrosis más profunda y coloquialmente “cánceres blandos”. En cladodios afectados, se observaron zonas deprimidas con borde rojizo o marrón oscuro, con halos cloróticos en los casos iniciales y en etapas avanzadas el tejido en la lesión se tornó suave, con posibilidad de fragmentarse o colapsar (**Figura 14 A-C**). estas características guardan mucha similitud con lesiones causadas por hongos del género *Colletotrichum*. En cultivo, los aislados desarrollaron colonias sobre BDA, que inicialmente exhibían un micelio claro o grisáceo, luego acumularon masas conidiales de color salmón o anaranjado, y produjeron acérvulos negros visibles en la superficie del medio (**figura 14 D**), acompañados por conidios hialinos de forma cilíndrica a ligeramente curvada (**figura 14 E**); no obstante Salunkhe et al. (2023) describe que en cladodios infectados se muestran lesiones hundidas rojizo a marrón con halo clorótico, evolucionando hacia necrosis general y presencia de acérvulos negros evidentes en el tejido dañado. No obstante, es necesario considerar que diversas especies dentro del género *Colletotrichum* pueden causar síntomas similares y que la variabilidad morfológica entre cepas puede generar diferencias culturales.

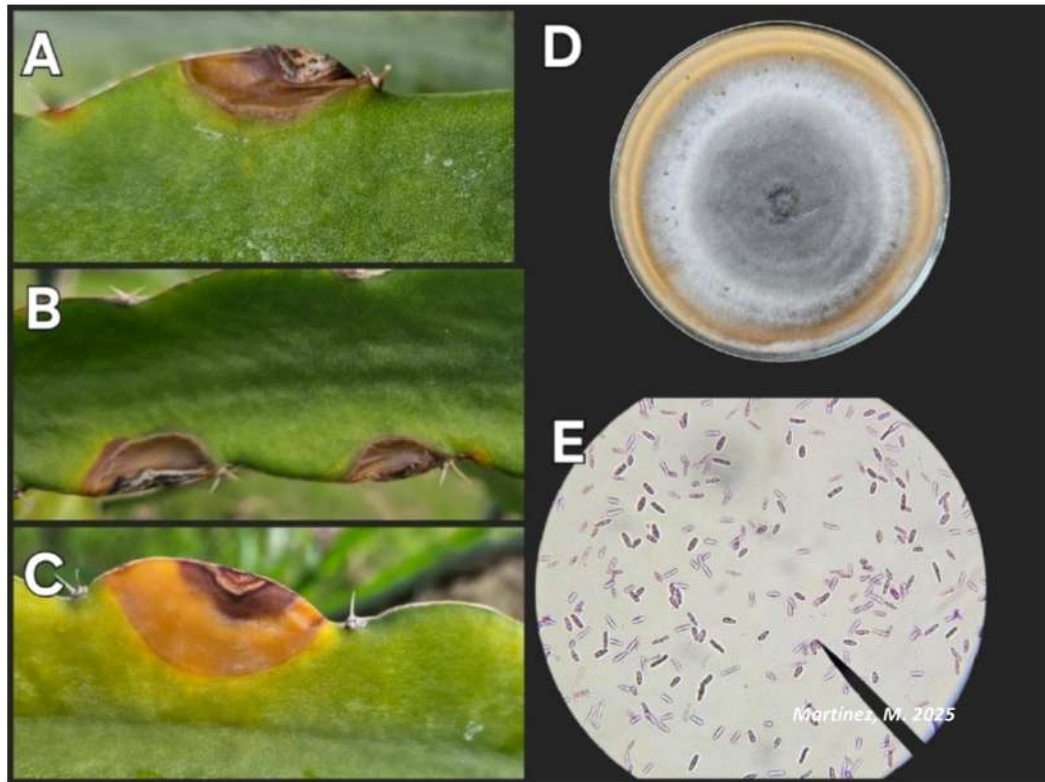


Figura 14. Síntoma y características morfológicas de *Colletotrichum* sp.: (A, B, C) Lesión hundida con signos del patógeno; (D) Apariencia y pigmentación de la colonia con estructuras reproductivas color salmón; (E) Conidios hialinos cilíndricos.

4.4.3. Mancha del tallo (*Alternaria* sp.)

En esta misma Finca, se observaron 3 muestras con lesiones características en los cladodios de pitahaya que indicaban la posible presencia de un patógeno fúngico del género *Alternaria*. Los síntomas se manifestaron como pequeñas lesiones circulares de tonalidad amarillenta, que evolucionan a lesiones necróticas circulares o irregulares de tonalidad rojiza a marrón claro y lesiones con centro necrótico oscuro, con márgenes definidos y, en algunos casos, con presencia de micelio superficial. Ver **figura 15 A-C**.

Los aislamientos obtenidos de estos tejidos en medio BDA (Batata Dextrosa Agar), presentaron colonias inicialmente con coloración gris claro, que progresivamente desarrollaron una pigmentación gris-olivácea a pardo oscura, con textura lanosa y crecimiento radial moderado (**figura 15 D, E**). Bajo observación microscópica, se detectaron conidios de morfología elipsoidal a oblonga, con septos transversales y ocasionalmente longitudinales, además de una célula apical prolongada, rasgo característico del género *Alternaria*. (**Figura 15 F**)

Los síntomas descritos por Sahu et al. (2020) guardan mucha similitud con las características encontradas en esta finca, donde los autores documentan la aparición de un tizón del tallo, causado por *Alternaria* sp. en pitahaya de pulpa roja, con manifestaciones iniciales consistentes en pequeñas manchas rojizas o pardo-claras en la superficie de los cladodios, las cuales se expandían hasta formar áreas necróticas pardas con bordes oscuros y tendencia a la coalescencia en etapas avanzadas. De igual forma, estos autores, señalan que, en cultivos puros en BDA, *Alternaria* desarrolló colonias de crecimiento rápido, con micelio algodonoso de color gris a verde-oliva, cambiando a marrón oscuro en la parte central y que la microscopía reveló conidios multicelulares, muriformes, con varios septos transversales y una célula apical prolongada, morfología que coincide con las observadas en las muestras de este sitio.



Figura 15. Síntoma de mancha y características morfológicas de *Alternaria* sp (A, B, C) Lesión necrótica con leve depresión y línea amarilla que demarca el síntoma; (D, E) Apariencia y pigmentación de la colonia; (F) Conidios maduros.

4.4.4. Moho negro en Brácteas (*Cladosporium* sp.) y Antracnosis (*Colletotrichum* sp.) en Frutos de pitahaya.

En esta finca, se detectaron lesiones necróticas de forma y tamaño variable en brácteas de frutos próximos a cosecha. Los síntomas se manifestaron como ennegrecimiento de brácteas, con apariencia quemada y presencia de estructuras fúngicas superficiales de color gris oscuro a negro (**Figura 16 C**). El oscurecimiento fue más evidente en brácteas más cercanas al pedúnculo del fruto, mientras que el tejido del fruto (pulpa), permanecía completamente sano, sugiriendo un daño superficial.

En observación microscópica de muestras frescas, se identificaron conidios elípticos a cilíndricos, hialinos y abundantes; característica distintiva del género *Cladosporium*. (**figura 16 D**).

Los síntomas descritos y la localización del daño coinciden con la etiología típica de enfermedades poscosecha causadas por especies de *Cladosporium*, ampliamente reconocidas como patógenos oportunistas que colonizan tejidos senescentes o sometidos a estrés, especialmente en condiciones de alta humedad relativa (Yang et al., 2023). Estudios previos confirman el papel de *Cladosporium* en daños cosméticos o de apariencia de la fruta y deterioro poscosecha en pitahaya, manifestándose como manchas oscuras en brácteas e incluso colonización superficial del fruto, particularmente en etapas cercanas a la madurez fisiológica (Tashiro et al., 2013). Asimismo, investigaciones sobre *Cladosporium* en frutas tropicales establecen que este género puede afectar la apariencia y calidad comercial, aun cuando la firmeza y pulpa del fruto se mantengan en buen estado, representando por tanto una pérdida poscosecha relevante (Yang et al., 2023).

La similitud entre los síntomas observados y los reportes científicos sugiere que *Cladosporium* sp. actúa como patógeno poscosecha oportunista, afectando brácteas de frutos en maduración y comprometiendo la apariencia comercial de la fruta, especialmente cuando existe degradación previa del tejido o condiciones ambientales favorables para su establecimiento.

En muestra de fruto de esta misma finca, se observaron síntomas característicos de antracnosis causados por especies del género *Colletotrichum*. Las lesiones se presentaron como lesiones circulares a irregulares, de color pardo oscuro a negro, frecuentemente hundidas o deprimidas en el centro y con bordes bien definidos, a menudo rodeadas de un halo amarillento o rojizo, indicando un proceso activo de necrosis (**figura 16 A**) En las etapas más avanzadas, las lesiones tendieron a coalescer, formando áreas necróticas amplias y afectando también las brácteas cercanas. En la superficie de las lesiones se observaron pequeños puntos oscuros, como estructuras de fructificación típicas de *Colletotrichum*, que contenían masas de conidios visibles bajo aumento. En observación microscópica, las conidias se presentaron hialinas, unicelulares, de forma elipsoidal a ligeramente fusiforme, con un extremo redondeado u otro más punteado, sin presencia de septos (**figura 16 B**), lo cual concuerda con las descripciones morfológicas del género *Colletotrichum acutatum* en pitahaya. Estas características son consistentes con lo reportado por Vijaya et al. (2015) en *Hylocereus polyrhizus* y por Zhang et al. (2024) en *H. undatus*, quienes describen manchas hundidas con bordes pigmentados, acérvulos superficiales y conidias hialinas elipsoidales como rasgos del complejo *Colletotrichum* asociado a la antracnosis en frutos de pitahaya.

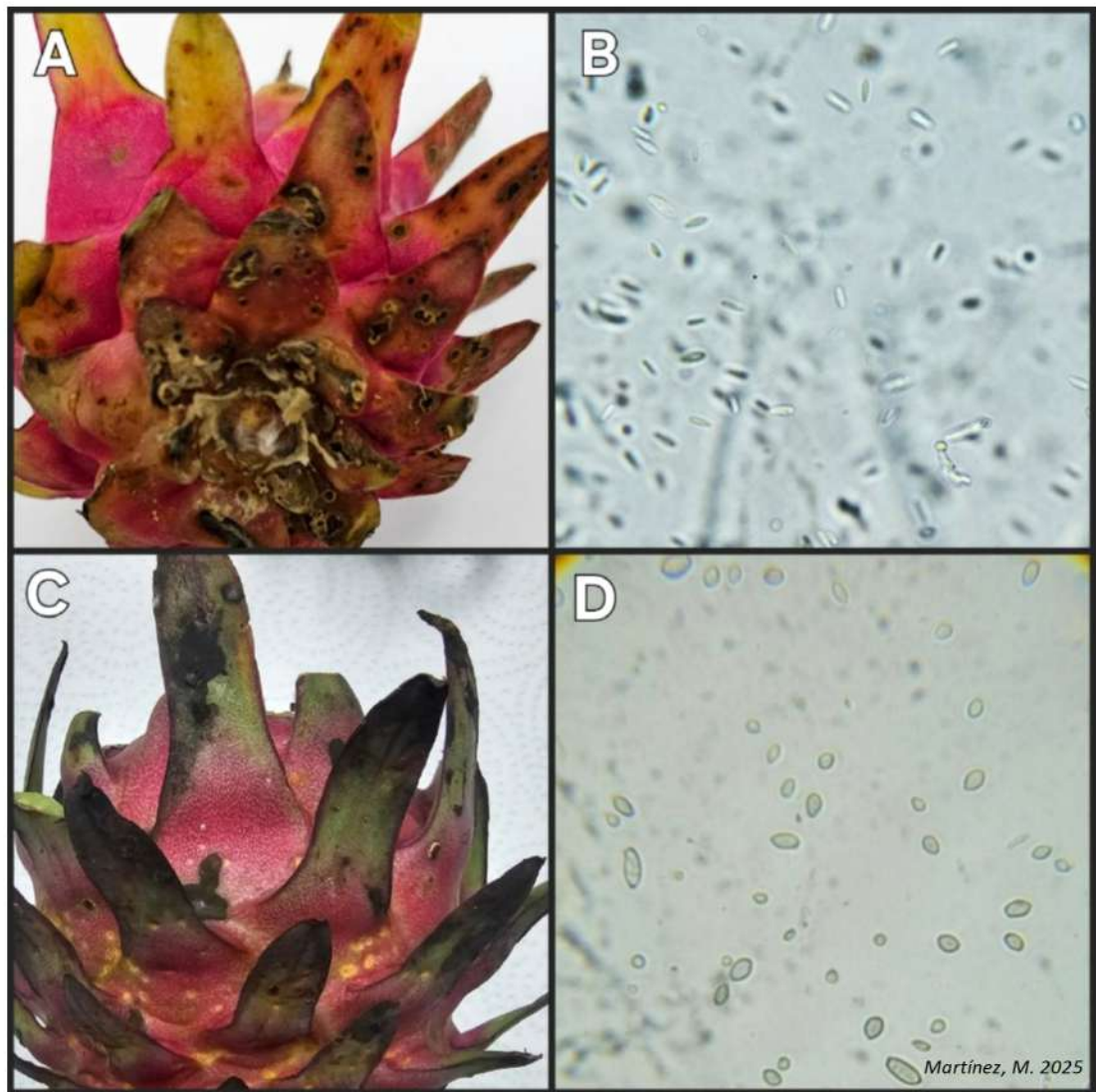


Figura 16. Síntomas de enfermedades en frutos de pitahaya en la Finca Jardines Urbanos S.A. (A, B) fruto con manchas deprimidas con bordes definidos e irregulares y conidias hialinas con extremo redondeado y punteado del género *Colletotrichum*; (C, D) fruto con brácteas oscurecidas y conidias hialinas, elípticas y cilíndricas del género *Cladosporium*.

4.4.5. Necrosis por *Curvularia* sp.

En cladodios se observaron lesiones irregulares, con centro gris pálido a pardo claro y márgenes bien definidos, que evolucionan hacia zonas con decoloración verde-amarillenta. Algunas zonas muestran una costra superficial con pequeños puntos oscuros que sugieren la presencia de estructuras reproductivas fúngicas que se distribuyen sobre el tejido necrosado (**Figura 17 A, B**)

El aislamiento en medio de cultivo (BDA) produjo colonias con crecimiento radial visible, con coloraciones alternas de gris claro a gris oscuro y textura lanosa.

Microscópicamente, los conidios observados son multicelulares (2–3 septos transversales) (**figura 17 E**), de forma fusiforme a ligeramente curvada, con una célula central notablemente más engrosada y pigmentada, lo que concuerda con la morfología típica del género *Curvularia*. Observaciones descritas por **Hawa et al., 2009** en plantaciones de *Hylocereus polyrhizus* en Malasia se observó una nueva enfermedad del tallo: lesiones pequeñas, circulares, de color rosa-pálido a beige necrótico, que se expandían y se unían (coalescían) con el transcurso del tiempo. Las lesiones presentaban márgenes bien definidos y las conidias fueron descritas como marrón pálido, multicelulares (3 a 5 septos) lo que corresponde con las observaciones en la finca Jardines Urbanos en Natá, Coclé.

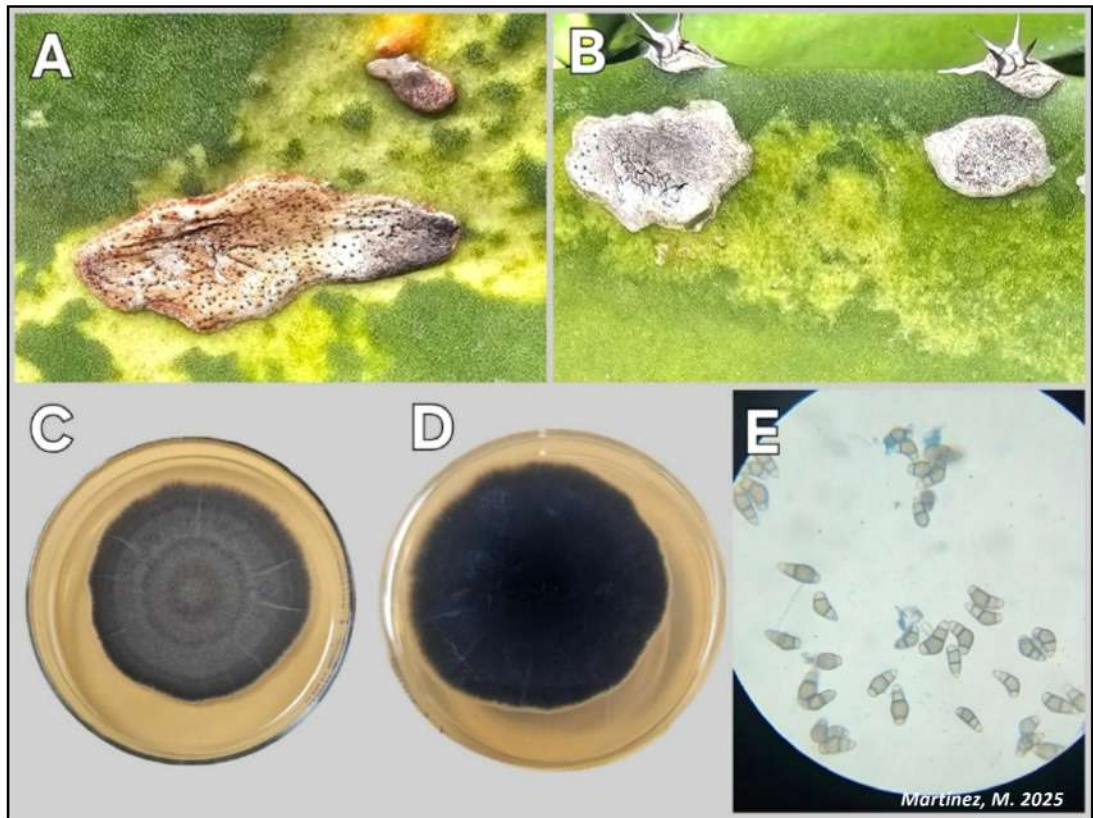


Figura 17. Síntomas de necrosis por *Curvularia* sp., en cladodios de Pitahaya en Natá. (A, B) Lesión grisáceas y marrón claro, con borde definido y costra superficial con estructuras fúngicas; (C, D) Crecimiento en medio BDA de apariencia radial; (D) conidias marrón claro, de 2 a 3 septos y estructura central abultada.

4.4.6. Pudrición del fruto (*Neoscytalidium* sp.)

En una muestra de fruto de pitahaya recolectada en la región de Natá, se observaron síntomas característicos de pudrición interna parda, con un ennegrecimiento del tejido en la región peduncular del fruto hacia el centro de la pulpa (**figura 18 A**), sin emitir olor fermentativo, lo que indica un proceso fúngico más que bacteriano.

En las observaciones microscópicas directas, se visualizaron artroconidias ovoideas, de pared gruesa, de coloración pardo-oscura, con uno, dos o ningún septo (**Figura 18. D, E**), formando cadenas fragmentadas típicas de *Neoscytalidium* sp. y que al realizar aislado en medio BDA, se desarrolla una colonia de coloración gris a negra y textura algodonosa (**Figura 18 B, C**). Estas características sintomáticas, son consistentes con lo descrito por Yi et al. (2015) en China, donde *Neoscytalidium dimidiatum* fue reportado como agente causal de la pudrición interna de frutos de *Hylocereus undatus*, con colonias de textura algodonosa y tonalidad gris a negras, con conidias formadas a partir de hifas pigmentadas que se fragmentan en artroconidias individuales.

En comparación con lo descrito en la literatura, los síntomas observados en fruta de esta finca en Natá, Coclé, presentan gran similitud con los reportados en Guangdong (China), donde el patógeno causó pudrición interna progresiva a la región central del fruto, pero que a diferencia de los síntomas descritos en la lesión del fruto en Natá, este estudio describe que la lesión inicia en la región del estilo del fruto y no del pedúnculo, pero que de manera similar la infección avanzó internamente, sin manifestaciones visibles externas, pero causando una necrosis significativa en la pulpa del fruto.

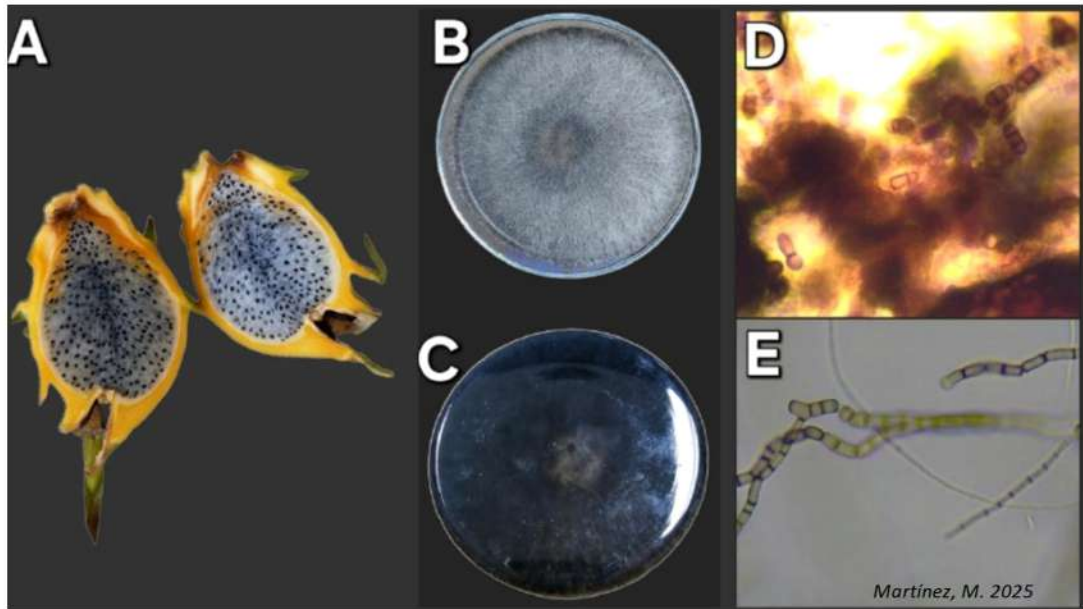


Figura 18. Síntomas de pudrición en frutos de pitahaya asociados a *Neoscytalidium* sp. en Natá, Panamá. (A) Fruto de pitahaya con síntomas de pudrición interna y oscurecimiento de la pulpa. (B–C) Colonias gris-oscuro en medio BDA. (D–E) Observación microscópica de conidios y arthroconidios.

4.5. Complejo de enfermedades y agentes asociados a muestras.

Se documentó un patrón sintomático complejo que sugiere la presencia simultánea o sucesiva de distintos hongos en el mismo tejido lesionado observados en las fincas de Chame y Natá (**Figura 19**) se identificaron lesiones complejas asociadas a la presencia simultánea de *Neoscytalidium* sp., *Fusarium* sp. y *Colletotrichum* sp., cuya coexistencia sugiere un proceso patogénico compuesto que involucra tanto agentes necrotróficos como hemibiótrofos. En la **figura 19 A** (Chame) se evidenció una lesión hundida con centro pardo-grisáceo y halo anaranjado, donde la observación microscópica directa reveló conidios elípticos, hialinos y de pared gruesa, característicos de *Neoscytalidium* sp., junto

con conidios falcados y multiseptados de *Fusarium* sp., lo que confirma la interacción de ambos hongos en un mismo tejido. En la **figura 19 B** (Chame) se observaron múltiples lesiones de distinto tamaño, con bordes rojizos y acérvulos visibles; las observaciones microscópicas mostraron conidios curvados, hialinos y unicelulares de *Colletotrichum* sp., acompañados nuevamente por la presencia de conidios alargados de *Fusarium* y fragmosporas abundantes de *Neoscytalidium*, evidenciando una infección mixta activa. En la **figura 19 C** (Natá), se observa lesiones de cancro con halos amarillos y centros oscuros presentaron abundantes acérvulos, de los cuales se aislaron conidios cilíndricos, hialinos de *Colletotrichum*, mientras que en el borde de las zonas necróticas se detectaron lesiones abultadas, con pequeños puntos oscuros, que al hacer las observaciones, se evidencian fragmosporas típicas de *Neoscytalidium*, lo que sugieren una infección secundaria, como también ha sido reportado por Zhang et al. (2024) y Fullerton et al. (2021) en tejidos debilitados. Finalmente, en la **figura 19 D** (Natá) se observaron lesiones dispersas y áreas cloróticas con pudrición basal del cladodio, donde la observación directa reveló conidios multiseptados y curvados de *Fusarium* sp., junto con estructuras de reproducción y conidias de *Colletotrichum* y fragmosporas de *Neoscytalidium*; confirmando la interacción de estos tres agentes fúngicos que en climas tropicales húmedos, Wang et al. (2024) y Damm et al. (2012), destacan que la combinación de agentes necrotróficos y hemibiótrofos incrementa la severidad creando un patrón de daño fúngico relevante.

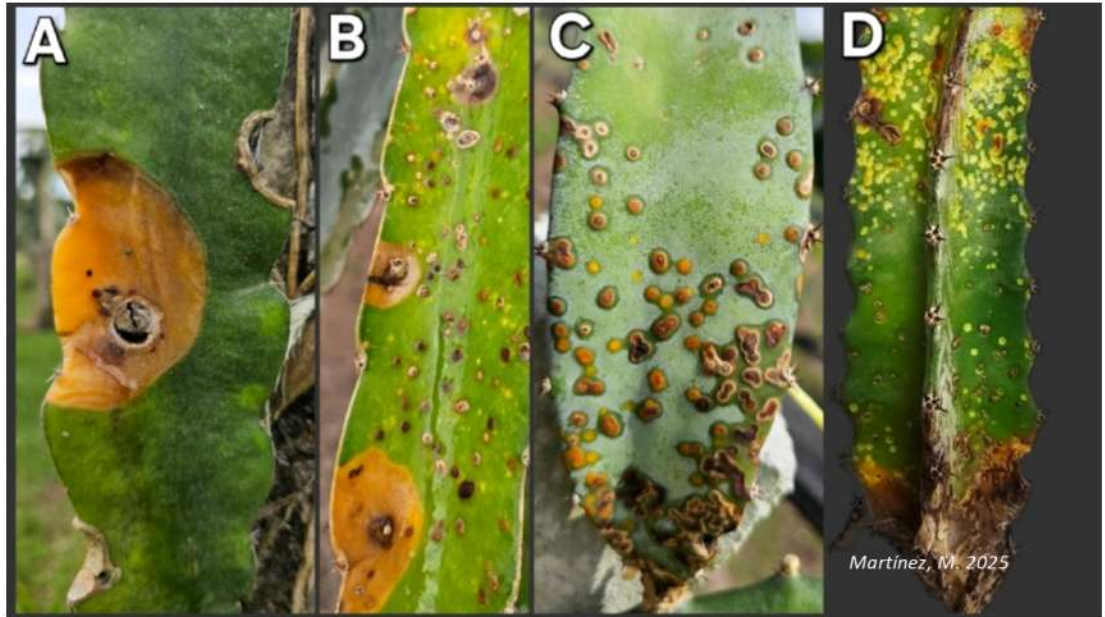


Figura 19. Síntomas de complejo de enfermedades fúngicas identificados en muestras colectadas en los sitios de Natá y Chame. (A, B) lesiones sintomáticas de cancro con pudrición acuosa circundante; (C) lesiones de cancro con halos amarillos y zonas abultadas; (D) lesión necrótica con áreas cloróticas circundante y pudrición basal del cladodio.

Tabla 1. Principales características de Agentes fúngicos identificados en síntomas de cladodios y frutos de pitahaya en las regiones de estudio.

Región	Patógenos Detectados (%)	Síntomas Característicos	Tipo de Muestras
Chame (Panamá Oeste)	<i>Neoscytalidium</i> sp. (66.6%), <i>Colletotrichum</i> sp. (25.1%), Complejo de Enfermedades (8.3%)	Lesiones tipo cancro , de forma irregular, con bordes anaranjados o marrones y presencia visible de picnidios en el tejido cortical. En algunos casos, se observaron lesiones múltiples con halo rojizo y acérvulos superficiales.	24 muestras de cladodios (100%)
Sardinilla (Colón)	<i>Neoscytalidium</i> sp. (50%), <i>Lasiodiplodia</i> sp. (41.6%), <i>Colletotrichum</i> sp. (8.4%)	Lesiones tipo cancro en cladodios, con fisuras superficiales, formación de picnidios oscuros y zonas con tejido desprendido. La presencia de <i>Lasiodiplodia</i> sp., se asoció con necrosis alargadas en cladodios, características de pudrición por Botryosphaeriaceae, mientras que <i>Colletotrichum</i> sp. se observó lesión superficiales o hundidas.	24 muestras de cladodios (100%)
Natá (Coclé)	<i>Neoscytalidium</i> sp. (54.3%), <i>Colletotrichum</i> sp. (12.5%), <i>Alternaria</i> sp. (12.5%), <i>Curvularia</i> sp. (8.3%), <i>Cladosporium</i> sp. (4.1%), Complejo de enfermedades (8.3%)	Lesiones circulares costrosas con halos amarillos o rojizos, típicas de antracnosis, así como canchales secos con micelio oscuro y presencia de picnidios en los bordes. En frutos, se observó pudrición interna parda identificando <i>Neoscytalidium</i> sp., Las lesiones superficiales en frutos, atribuidas a <i>Colletotrichum</i> sp., mostraron manchas hundidas de coloración pardo oscuro, mientras que <i>Cladosporium</i> sp. produjo ennegrecimiento superficial de brácteas sin afectar la pulpa. <i>Alternaria</i> y <i>Curvularia</i> ocasionaron manchas irregulares pardas y halos amarillentos, particularmente en tejidos necrosado.	21 muestras de cladodios, 3 muestras de frutos

Nota: 72 el total de muestras analizadas en las regiones de estudio.

4.6 Discusión final

Los resultados obtenidos en este estudio evidencian una marcada variabilidad en la ocurrencia y distribución de los patógenos fúngicos asociados al cultivo de pitahaya en las tres regiones evaluadas (Chame, Natá y Sardinilla), reflejando la influencia de factores agroecológicos y de manejo sobre la incidencia de enfermedades. En Chame predo-

minó *Neoscytalidium* sp., asociado principalmente a lesiones de tipo cancro en cladodios, lo que coincide con reportes de su comportamiento como patógeno oportunista en ambientes cálidos y húmedos. En Sardinilla se observó una coexistencia entre *Neoscytalidium* sp., *Lasiodiplodia* sp. y *Colletotrichum* sp., con síntomas más severos de necrosis y pudrición, sugiriendo un complejo de patógenos que actúan de manera sinérgica en la degradación del tejido. Por su parte, en Natá se detectó la mayor diversidad de géneros fúngicos, incluyendo *Alternaria*, *Curvularia* y *Cladosporium*, lo que podría estar relacionado con las condiciones microclimáticas de la zona y el manejo fitosanitario diferenciado de las plantaciones.

La identificación simultánea de varios géneros en un mismo tejido refuerza la hipótesis de la existencia de complejos fúngicos que interactúan en diferentes etapas de la infección. Este patrón concuerda con observaciones realizadas en otros países tropicales, donde las enfermedades de pitahaya presentan etiologías mixtas y alta adaptabilidad de los patógenos a condiciones de estrés nutricional y ambiental.

Estos hallazgos no solo amplían el conocimiento sobre la etiología de las enfermedades de la pitahaya en Panamá, sino que establecen una base científica para el desarrollo de estrategias de manejo integrado, priorizando la vigilancia fitosanitaria, el diagnóstico oportuno y la implementación de prácticas culturales que reduzcan la diseminación de patógenos. En conjunto, la caracterización sintomática y morfológica aquí presentada constituye el primer registro sistemático del panorama fitopatológico de este cultivo emergente en el país, aportando evidencia clave para futuras investigaciones de identificación molecular y manejo sostenible.

5. CONCLUSIONES

Se confirmó la presencia de siete géneros fúngicos asociados a enfermedades del cultivo de pitahaya en Panamá, siendo *Neoscytalidium* sp. el de mayor incidencia.

Los síntomas predominantes fueron canchales, necrosis, manchas circulares y pudriciones internas, variando según región y condiciones climáticas.

En Chame y Natá se evidenció la existencia de complejos de infección entre *Neoscytalidium*, *Colletotrichum* y *Fusarium*, con síntomas superpuestos en un mismo tejido.

Lasiodiplodia sp. se identificó principalmente en Sardinilla, asociada a lesiones cancerosas extendidas en cladodios, sin observarse en otras regiones del estudio.

La diversidad fúngica encontrada en Natá refleja un microambiente favorable para la esporulación y el desarrollo de infecciones mixtas.

Este estudio constituye el primer registro detallado de agentes fúngicos asociados a la pitahaya en Panamá, sirviendo de base para futuros trabajos moleculares y de manejo integrado.

6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) Aparecida Andrade, R., Martins, A. B. G., & Silva, M. T. H. (2007). Influência da fonte material e do tempo de cura na propagação vegetativa da pitaya vermelha (*Hylocereus undatus* Haw). *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29(1), 183–186.
- 2) Aparecida Andrade, R., Vilar de Moraes Oliveira, I., Habib Silva, M. T., & Martins, A. B. G. (2008). GERMINAÇÃO DE PITAYA EM DIFERENTES SUBSTRATOS. In *Revista Caatinga* (Vol. 21, Issue 1). <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237117576010>
- 3) Bravo-Hollis, H., & Arias, S. (2011). Cactaceae. In G. Davidse, M. Sousa Sánchez, S. Knapp, & F. Chiang Cabrera (Eds.), *Flora Mesoamericana*. Missouri Botanical Garden.
- 4) Cannon, P. F., Damm, U., Johnston, P. R., & Weir, B. S. (2012). *Colletotrichum* – current status and future directions. *Studies in Mycology*, 73, 181-213. <https://doi.org/10.3114/sim0014>
- 5) Cerén López, J. G. (2020). Distribución, etnobotánica y cultivo de pitahaya (*Selenicereus*, *Hylocereeae*, *Cactaceae*) en El Salvador [Tesis de maestría, Colegio de Postgraduados]. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo.
- 6) Chuang, M. F., Ni, H. F., Yang, H. R., Shu, S. L., & Lai, S. Y. (2014). First report of *Colletotrichum truncatum* causing anthracnose on pitaya in Taiwan. *Plant Disease*, 98(4), 572–572. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-13-0721-PDN>

- 7) Damm, U., Bezerra, J. D. P., Crous, P. W., & Pérez, C. A. (2012). The *Colletotrichum acutatum* species complex. *Studies in Mycology*, 73, 37–113. <https://doi.org/10.3114/sim0015>
- 8) 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*, 13(9), 1810. <https://doi.org/10.3390/agriculture13091810>
- 9) Esquivel, P., & Araya-Quesada, Y. (2012). Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* spp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3(1), 113–129.
- 10) Ezra, D., Liarzi, O., Shtienberg, D., & Elad, Y. (2020). Disease management of stem canker on pitaya caused by *Neoscytalidium dimidiatum*. *Plant Disease*, 104(3), 718–726. <https://doi.org/10.1094/PDIS-06-19-1185-RE>
- 11) Fullerton, R. A., et al. (2021). Fungal pathogens of *Hylocereus* spp. and their management. *Plant Pathology Journal*, 37(6), 541–556.
- 12) Fullerton, R. A., Sutherland, P. A., Rebstock, R. S., Nguyen, T. H., Thu, N. N. A., Linh, D. T., Thanh, N. T. K., & Van Hoa, N. (2018). The life cycle of dragon fruit canker caused by *Neoscytalidium dimidiatum* and implications for control. En *Proceedings of the Dragon Fruit Regional Network Initiation Workshop* (pp. 71-80). FFTC.
- 13) Hawa, M. M., Salleh, B., & Latiffah, Z. (2009). First report of *Curvularia lunata* on red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) in Malaysia. *Plant Disease*, 93(9), 971. <https://doi.org/10.1094/PDIS-93-9-0971C>

- 14) Hong, C. F., Brewer, M., Brannen, P. M., & Scherm, H. (2020). Prevalence and epidemics of *Neoscytalidium* stem and fruit canker on pitahaya (*Hylocereus*). *Plant Disease*, 104(10), 1433-1438. <https://doi.org/10.1094/PDIS-10-19-2158-RE>
- 15) Hong, C.-F. (2020). Stem and Fruit Canker of Dragon Fruit in South Florida (EDIS Publication PP355). University of Florida Institute of Food and Agricultural Sciences. <https://edis.ifas.ufl.edu/pp355>
- 16) Korotkova, N., Borsch, T., & Arias, S. (2017). A phylogenetic framework for the Hylocereeae (Cactaceae) and implications for the circumscription of the genera. *Phytotaxa*, 327(1), 1–46. <https://doi.org/10.11646/phytotaxa.327.1.1>
- 17) Liu, J., Wang, L., Wang, Z., & Zhang, X. (2019). First report of *Neoscytalidium dimidiatum* causing stem canker of pitaya in China. *Plant Disease*, 103(4), 778. <https://doi.org/10.1094/PDIS-07-18-1299-PDN>
- 18) Ortiz-Hernández, Y. D., & Carrillo-Salazar, J. A. (2012). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): a new crop with potential agro-industrial uses. *Ciencia e Investigación Agraria*, 39(2), 291–307. <https://doi.org/10.4067/S0718-16202012000200013>
- 19) Peja Jr., R., Duka, I. M., & Balendres, M. A. (2025). *Neoscytalidium dimidiatum*, a plant killer: a review. *Studies in Fungi*, 10, e011. <https://doi.org/10.48130/sif-0025-0011>
- 20) Pereira, M. E., Pineda, L., Cedeño, L., & Rodríguez, E. (2021). Emerging diseases of dragon fruit (*Hylocereus* spp.) in Latin America: Current status and challenges. *Tropical Plant Pathology*, 46(2), 197–210. <https://doi.org/10.1007/s40858-020-00423-7>
- 21) Retana-Sánchez, K., Blanco-Meneses, M., & Castro-Zúñiga, O. (2019). Etiología del cáncer del tallo provocado por *Neoscytalidium dimidiatum* (Penz.) en *Hylocereus*

- costaricensis* en Costa Rica. *Agronomía Costarricense*, 43(1), 21–33. Universidad de Costa Rica. https://www.mag.go.cr/rev_agr/index.html
- 22) Sahu, A., Mohanty, S., & Mohapatra, K. (2020). Studies on Alternaria Blight of Pitahaya (*Hylocereus* spp.). Odisha University of Agriculture and Technology. <https://krishikosh.egranth.ac.in/server/api/core/bitstreams/d96580d0-ba90-418e-ae1b-8344353c0c61/content>
- 23) Tashiro, N., Noguchi, M., & Ide, Y. (2013). Sooty spot caused by *Cladosporium cladosporioides* in postharvest Satsuma mandarin grown in heated greenhouses. *Journal of General Plant Pathology*, 79(2), 158-161. <https://doi.org/10.1007/s10327-013-0430-1>
- 24) Valencia-Botín, A. J., & Peralta-Hernández, J. M. (2010). Review of the current status of phytopathological problems in pitahaya (*Hylocereus* spp.). *European Journal of Plant Pathology*, 126(4), 537–547. <https://doi.org/10.1007/s10658-009-9564-1>
- 25) Vijaya, S. I., Mohd Anuar, I. S., & Zakaria, L. (2014). Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum truncatum* causing stem anthracnose of red-fleshed dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) in Malaysia. *Journal of Phytopathology*, 163(1), 67–71. <https://doi.org/10.1111/jph.12261>
- 26) Wang, M., Wang, Z., Ding, Y. et al. (2024). Host-pathogen interaction between pitaya and *Neoscytalidium dimidiatum* reveals the mechanisms of immune response associated with defense regulators and metabolic pathways. *BMC Plant Biol* 24, 4 <https://doi.org/10.1186/s12870-023-04685-y>

- 27) Wang, S., Zhang, J., Li, T., & Xu, B. (2024). Life cycle of dragon fruit canker caused by *Neoscytalidium dimidiatum* and implications for control. *Plant Disease*, 108(2), 415–424.
- 28) Yang, Y., Luo, W., Zhang, W., Mridha, M. A. U., Wijesinghe, S. N., McKenzie, E. H. C., & Wang, Y. (2023). *Cladosporium* species associated with fruit trees in Guizhou Province, China. *Journal of Fungi*, 9(2), 250. <https://doi.org/10.3390/jof9020250>
- 29) Yi, R. H., Lin, Q. L., Mo, J. J., Wu, F. F., & Chen, J. (2015). Fruit internal brown rot caused by *Neoscytalidium dimidiatum* on pitahaya in Guangdong Province, China. *Australasian Plant Disease Notes*, 10(13), 1–4. <https://doi.org/10.1007/s13314-015-0166-1>
- 30) Zakaria, L. (2021). Diversity of *Colletotrichum* species associated with anthracnose disease in tropical fruit crops. A review. *Agriculture*, 11(4), 297. <https://doi.org/10.3390/agriculture11040297>
- 31) Zakaria, L. (2025). Plant Pathogenic and Endophytic *Colletotrichum fruticola*. PMC. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC12298942/>
- 32) Zhang, S., Xiang, D., Sun, C., Han, K., Li, T., Zhou, J., & Xu, B. (2024). Characterization and pathogenicity of *Colletotrichum* spp. causing anthracnose on pitaya (*Hylocereus undatus*) fruits in Gansu Province, China. *Journal of Fungi*, 10(9), 652. <https://doi.org/10.3390/jof10090652>