

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS  
FACULTAD DE INGENIERIA**

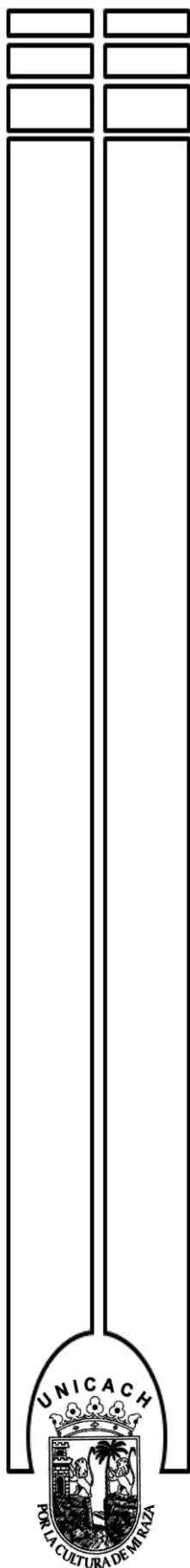
**SEDE VILLA CORZO**

**DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES FOLIARES QUE  
REDUCEN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA PALMA  
CAMEDOR**

**TESIS PROFESIONAL  
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MAESTRO (A) EN CIENCIAS AGROFORESTALES**

**PRESENTA  
ING. MARTIBEL SARMIENTO CHACÓN**

**DIRECTOR  
DR. MIGUEL ÁNGEL SALAS MARINA**



VILLA CORZO, CHIAPAS. MAYO DE 2023

**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS  
FACULTAD DE INGENIERIA**

**SEDE VILLA CORZO**

**DIAGNÓSTICO DE ENFERMEDADES FOLIARES QUE  
REDUCEN LA PRODUCCIÓN Y CALIDAD DE LA PALMA  
CAMEDOR**

**TESIS PROFESIONAL  
COMO REQUISITO PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
MAESTRO (A) EN CIENCIAS AGROFORESTALES**

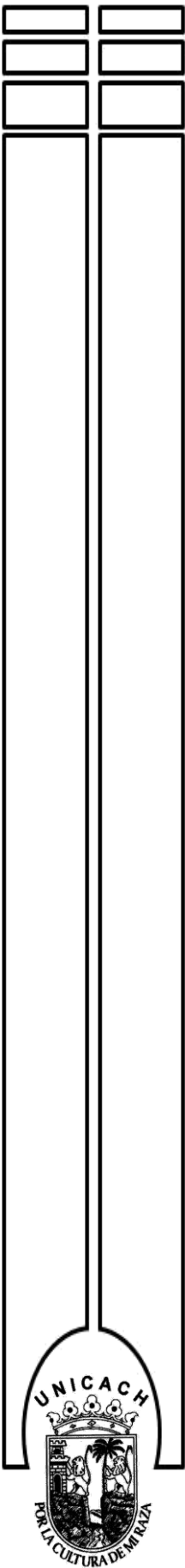
**PRESENTA  
MARTIBEL SARMIENTO CHACÓN**

**COMITÉ TUTORIAL**

**DR. MIGUEL ÁNGEL SALAS MARINA (DIRECTOR)**

**DR. VIDAL HERNÁNDEZ GARCÍA (CODIRECTOR)**

**DR. LUIS ALFREDO RODRIGUEZ LARRAMENDI (ASESOR)**



VILLA CORZO, CHIAPAS. MAYO DE 2023



**UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS**  
**SECRETARÍA ACADÉMICA**  
**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas a 27 de abril de 2023  
Oficio No. SA/DIP/299/2023  
Asunto: Autorización de Impresión de Tesis

C. Martibel Sarmiento Chacón  
CVU 1064587  
Candidata al Grado de Maestra en Ciencias Agroforestales  
Facultad de Ingeniería  
UNICACH  
Presente

Con fundamento en la opinión favorable emitida por escrito por la Comisión Revisora que analizó el trabajo terminal presentado por usted, denominado **Diagnóstico de enfermedades foliares que reducen la producción y calidad de la palma camedor** cuyo Director de tesis es el Dr. Miguel Ángel Salas Marina (CVU 166113) quien avala el cumplimiento de los criterios metodológicos y de contenido; esta Dirección a mi cargo autoriza la impresión del documento en cita, para la defensa oral del mismo, en el examen que habrá de sustentar para obtener el **Grado de Maestra en Ciencias Agroforestales**.

Es imprescindible observar las características normativas que debe guardar el documento impreso, así como realizar la entrega en esta Dirección de un ejemplar empastado.

**Atentamente**  
**"Por la Cultura de mi Raza"**

**Dra. Carolina Orantes García**  
**Directora**



**DIRECCIÓN DE INVESTIGACIÓN  
Y POSGRADO**

*cc.p.* Ing. Mónica Catalina Cisneros Ramos, Directora de la Facultad de Ingeniería, UNICACH. Para su conocimiento.  
Dr. Miguel Ángel Salas Marina, Coordinador del Posgrado, Facultad de Ingeniería, UNICACH. Para su conocimiento.  
Archivo/minutario.

RJAG/COG/eco/igp/gtr

## **Dedicatoria**

*A DIOS, por su gran amor y su infinita misericordia, por darme la oportunidad de realizar este sueño y porque a cada paso de mi vida ha estado presente. "Todo se lo debo a Él"*

*A mis padres, Artemio Sarmiento Santos y María Delia Chacón Gómez, por ser el pilar de mi vida, por creer en mí, por todo el apoyo brindado, por su cariño y por cada uno de sus consejos, que han sido fundamentales para poder lograr mi carrera. GRACIAS, este logro también es de ustedes.*

*A mi esposo, Marco Espinosa Cigarroa, por confiar en mí y por impulsarme todos los días a cumplir mis sueños. Gracias por soportar mis cambios de humor y mi estrés. TE AMO.*

*A mis hijos, Ithan y Galilea por ser mi motivación todos los días LOS AMO.*

## **Agradecimientos**

Al CONACYT- por la beca otorgada durante el posgrado.

A la UNICACH- por brindarme las herramientas necesarias para llevar a cabo el proyecto de investigación y por el respaldo académico que fue de gran utilidad para mi formación académica.

A los ejidos de Plan de Ayala y Sierra Morena, ambos del municipio de Villa Corzo, Chiapas por darme el acceso a sus parcelas y por colaborar en este proyecto de investigación.

A mis directores- Dr. Miguel Ángel Salas Marina y Dr. Vidal Hernández García por creer en mí, por todo su conocimiento y por cada uno de sus consejos que me motivaron a culminar con este reto.

# Índice

Declaración institucional .....	3
Dedicatoria .....	4
Agradecimientos .....	5
Resumen .....	8
Abstract .....	9
Introducción .....	10
Objetivos.....	12
Objetivo general.....	12
Objetivos específicos .....	12
Revisión de literatura.....	13
El cultivo de la palma camedor .....	13
Clasificación taxonómica.....	13
Características comerciales .....	14
Aprovechamiento de la palma camedor.....	15
Selección de semilla de la palma camedor .....	15
Longevidad de las palmas .....	16
Hábitat de la palma camedor .....	16
Manejo de la palma camedor.....	17
Normatividad para el aprovechamiento de la palma camedor .....	17
Plagas y enfermedades del cultivo .....	19
Cuantificación de enfermedades.....	20
Resultados.....	21
Capítulo I. Artículo .....	21
Constancia de participación en congresos.....	39

Reconocimiento por participación en el marco de la XL semana de ingeniería, la ingeniería en la sociedad, Tuxtla Gutiérrez Chiapas.....	40
Acta de retribución social CONACYT .....	41
Discusiones generales .....	43
Conclusiones generales .....	46
Bibliografía.....	47

## Resumen

El cultivo de la palma camedor es un recurso forestal no maderable de gran importancia económica, ecológica y social para el estado de Chiapas. Recientemente estas plantaciones son afectadas por enfermedades foliares que reducen su producción, calidad y movilización a mercados nacionales e internacionales. En ellas los productores identifican dos síntomas mancha foliar y antracnosis, actualmente no se cuenta con reportes de investigaciones de identificación de los agentes causales de estas enfermedades. El objetivo general fue diagnosticar las enfermedades foliares que reducen la producción y calidad de la palma camedor en plantaciones comerciales en los Ejidos Sierra Morena y Plan de Ayala Municipio de Villa Corzo Chiapas. Se realizó la identificación morfológica y molecular de los hongos fitopatógenos mediante la secuenciación del espaciador de transcrito interno (ITS5/ITS4), las pruebas de patogenicidad se realizaron en plantas sanas donde se inocularon conidios de los hongos, y en campo se cuantificó la incidencia y severidad de la enfermedad con apoyo de una escala pictográfica. Como resultados se identificaron a los hongos fitopatógenos *Neopestalotiopsis* sp. como agente causal de la enfermedad de mancha foliar y *Colletotrichum karstii* como responsable de provocar la enfermedad de antracnosis. Se reporta una incidencia y severidad promedio anual de 35.33% y 39.16% para manchas foliares, 19.5% y 55.83% para antracnosis respectivamente. Este es el primer reporte en México de estos patógenos asociados a este cultivo.

**Palabras clave:** *Arecacea*, *Chamedorea*, *quezalteca*, *Neopestalotiopsis* sp, *Colletotrichum karstii*.



## **Abstract**

The camedor palm is a non-timber forest resource of great economic, ecological and social importance for the state of Chiapas. Recently, these plantations have been affected by foliar diseases that reduce their production, quality and mobilization to national and international markets. Producers have identified two symptoms, leaf spot and anthracnose, but there are currently no reports of research to identify the causal agents of these diseases. The general objective was to diagnose the foliar diseases that reduce the production and quality of the camedor palm in commercial plantations in the Ejidos Sierra Morena and Plan de Ayala, Municipality of Villa Corzo, Chiapas. The morphological and molecular identification of the phytopathogenic fungi was carried out by sequencing the internal transcribed spacer (ITS5/ITS4), the pathogenicity tests were performed on healthy plants where fungal conidia were inoculated, and in the field the incidence and severity of the disease was quantified with the support of a pictographic scale. As results, the phytopathogenic fungi *Neopestalotiopsis* sp. were identified as the causal agent of leaf spot disease and *Colletotrichum karstii* as responsible for causing anthracnose disease. An average annual incidence and severity of 35.33% and 39.16% for leaf spot and 19.5% and 55.83% for anthracnose, respectively, were reported. This is the first report in Mexico of these pathogens associated with this crop.

**Key words:** Arecacea, Chamedorea, quezalteca, *Neopestalotiopsis* sp, *Colletotrichum karstii*.

## Introducción

México es un país con una diversidad biológica abundante, en la cual sobresale el grupo de las palmas, ya que 18% de los taxa conocidos mundialmente se distribuyen en ecosistemas tropicales. Estas plantas pertenecen a la familia botánica *Arecaceae*, cuenta con aproximadamente 200 géneros con alrededor de 3,000 especies distribuidas en todo el mundo. En territorio nacional actualmente se cuenta con un registro de 22 géneros con aproximadamente 100 especies, de las cuales 14 son consideradas como endémicas, por lo que se le considera a México el probable centro de diversidad de estas palmas (Quero, 1994).

La hoja de palma camedor se emplea en la elaboración de arreglos florales, y su semilla se comercializa para la reproducción de planta, también se vende como planta de ornato para interiores o para jardinería exterior. Algunas palmas se utilizan como alimento, otras son materia prima para la fabricación de artesanías como *Chamaedorea tepejilote*. Desde el punto de vista ecológico las palmas son indicadoras del buen estado de los ecosistemas dónde se desarrollan, constituyen una fuente de polen para los insectos, ayudan a la conservación del suelo y sirven de hábitat para diversos organismos asociados (Buda *et al.*, 2014).

Para el caso de Chiapas la especie que más se cultiva con fines comerciales es *Chamaedorea quezalteca* o comúnmente conocida como palma camedor (Martínez *et al.*, 2011).

Recientemente estas plantaciones están siendo afectadas por enfermedades foliares que provocan manchas foliares y antracnosis como síntomas primarios, reduciendo la producción y la calidad de sus hojas, así mismo afectando la producción y la movilidad a mercados nacionales e internacionales al no cumplir con los estándares de sanidad y calidad establecidos por el mercado. Actualmente en México no se cuenta con

investigaciones orientadas al diagnóstico de fitopatógenos que afectan a este cultivo, por lo que la relevancia de esta investigación reside en un aporte al conocimiento en la etiología de los patógenos que provocan estas enfermedades que no han sido reportadas.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Diagnóstico de las enfermedades foliares que reducen la producción y calidad de la palma camedor en plantaciones comerciales en el Ejido Sierra Morena y Plan de Ayala Municipio de Villa corzo, Chiapas.

### **Objetivos específicos**

- Identificar morfológicamente y molecularmente los patógenos foliares que afectan la producción y calidad de las hojas de la palma camedor
- Cuantificar la incidencia y severidad de las enfermedades foliares que atacan a la palma camedor

## Revisión de literatura

### El cultivo de la palma camedor

La palma camedor (*Chamaedorea* spp.) es un recurso forestal no maderable (RFNM), del cual se aprovechan a lo largo de toda Latinoamérica 21 especies comerciales con distintos atributos. De las 130 especies de palmas del género *Chamaedorea* conocidas para el Continente Americano, alrededor de 50 se encuentran en México, 14 de ellas son especies nativas, colocando al país como uno de los dos centros probables de diversificación del género *Chamaedorea* (Pineda, 2010). En México, este género se distribuye en la zona tropical húmeda entre los estados de Campeche, Chiapas, Oaxaca, Quintana Roo, San Luis Potosí, Tabasco, Yucatán y Veracruz (Jiménez, 2019).

Las palmas del género *Chamaedorea* habitan las selvas altas y medianas perennifolias, subperennifolias y subcaducifolias, así como en el bosque mesófilo de montaña, desde el nivel del mar hasta más de 2 000 metros de altitud (Martínez, 2010). Dado que viven en el sotobosque, requieren de sombra para prosperar y su adaptación está ligado a estas condiciones ambientales (Méndez *et al.*, 2013).

#### Clasificación taxonómica

Según SEMARMAT (2010), *Chamaedorea quezalteca*

Reino: Plantae

División: Magnoliophyta

Clase: Liliopsida

Orden: Arecales

Familia: Arecaceae

Género: *Chamaedorea*

Nombre Específico: *quezalteca*

Nombre Científico: *Chamaedorea quezalteca*

Nombre Común: Palma camedor y se encuentra en la NOM-059-SEMARNAT-2010 en estatus de Amenazada.

La especie *Chamaedorea quezalteca* es una palma de hábito cespitoso a erecto, que en ocasiones forma colonias (o solitarias); las plantas son dioicas y llegan a medir hasta 7 m de altura. Los tallos son verdes, erectos o pocas veces decumbentes, con un diámetro de hasta 3.5 cm, con entrenudos blancos y conspicuos. Llega a producir anualmente de 3- 5 hojas por tallo; las hojas son 6 pinnadas y extendidas y alcanzan hasta 150 cm de largo (Martínez, 2010). Las inflorescencias tienen posición intrafoliar o infrafoliar y miden hasta 55 cm de largo. Los frutos son globosos, anaranjados a negros cuando maduros. Las semillas son globosas, de aproximadamente 1.0 cm de diámetro (Jiménez, 2019).

#### Características comerciales

La palma camedor presenta una amplia variedad de usos, entre los que podemos mencionar:

- Floricultura, como base ornamental en arreglos florales, coronas y bouquets;
- Adornos tradicionales para semana santa y domingo de ramos.
- Base para exposición de productos en supermercados y tiendas de autoservicio;
- Como alimento, como es el palmito y el tepejilote
- Fuente de materias primas para artesanías
- Jardinería (Buda, 2014).

El aprovechamiento comercial de este recurso forestal no maderable en México se registra desde los años cuarenta del siglo XX. Las especies más conocidas y recolectadas son: *Chamaedorea elegans*, *C. hooperiana*, *C. ernesti-augusti*, *C.*

*oblongata*, *C. concolor* y *C. tepejilote*. La mayor parte del producto que se comercializa en el ámbito internacional procede de México y Guatemala, en territorio mexicano se originan casi 270 millones de hojas al año, que representa 37% del mercado mundial. Los principales estados productores incluyen a: Veracruz, Chiapas, Tamaulipas, San Luis Potosí y Oaxaca. Las naciones que sobresalen por el consumo de palma son: Estados Unidos de América, Holanda y Alemania (De los Santos *et al.*, 2003).

#### Aprovechamiento de la palma camedor

El aprovechamiento de la palma, se lleva a cabo de dos diferentes maneras, la primera es por medio de la extracción del follaje de plantas silvestres; la extracción inmoderada del follaje de algunas especies de palma camedor, ha ocasionado que las poblaciones silvestres desaparezcan o estén a punto de desaparecer (Velásquez *et al.*, 2020). Esto ha hecho que personas interesadas en el cuidado ecológico, busquen alternativas de cultivos, para que se deje de extraer la palma camedor en la selva, invitando a los campesinos a sembrar sus propias plantaciones y así disminuir la extracción inmoderada de estas (Paré, 2010). La segunda por medio de establecimiento de cultivos en esquemas de sistemas de producción agroforestal, esto ha logrado que algunas personas que con anterioridad extraían la palma de forma silvestre, ahora obtenga la palma camedor mediante el establecimiento de cultivos, esto debido que es más fácil acceder a ellas y no es necesario caminar grandes distancias para su obtención (Velásquez *et al.*, 2020).

#### Selección de semilla de la palma camedor

Las semillas se obtienen de plantas silvestres o de pequeñas plantaciones ya establecidas; la recolección se efectúa durante los meses de julio a octubre, período en el cual la semilla ha llegado a su madurez fisiológica y está en condiciones

adecuadas para su uso (López *et al.*, 2005). El corte es manual, cortando solamente las semillas maduras y no las semillas verdes, cuando las semillas están maduras homogéneamente se corta todo el racimo con el apoyo de una navaja, estas se colocan en bolsas de polietileno y son transportadas para su manejo (PRONATURA SUR, 2008). Se recomienda no cortar las hojas de las plantas de las cuales se está cosechando, y destinarlas exclusivamente a la producción de semilla.

#### Longevidad de las palmas

La longevidad de las palmas en estado silvestre aún no se conoce; sin embargo, se estima que *C. elegans* puede llegar a vivir entre 15 y 20 años, mientras que *C. tepejilote* alcanza los 60 años. Estas palmas se propagan sexualmente por semilla y por vía asexual mediante estacas o hijuelos (Martínez *et al.*, 2011).

#### Hábitat de la palma camedor

Su distribución natural pertenece a las selvas altas perennifolias medianas, sub perennifolias y al bosque mesófilo. Forma parte del estrato herbáceo o arbustivo (Quero, 1994; Gobierno de Oaxaca, 2005; Grupo Mesófilo, 2006), en ecosistemas en estatus de conservación. Las especies de *Chamaedorea*, en general, no sobreviven en zonas con perturbación, lo que las hace valiosas como indicadores ambientales (Quero, 1994; CCA, 2002; Granados *et al.*, 2004). Las palmas se desarrollan en condiciones de sotobosque, por lo tanto, son muy sensibles a los aclareos, al respecto, la única especie que soporta condiciones de luz es *Chamaedorea seifrizii*. Algunas especies del género *Chamaedorea* crecen en bosques de encino y de pino-encino. Se encuentran cerca de fuentes de agua, en sitios sin disturbios y en barrancas. Prosperan en suelos pedregosos, si cuentan con un buen drenaje y abundante materia orgánica. Se encuentran en altitudes que van desde el nivel del mar hasta por encima



de los 2,000 m, aunque son más comunes entre los 750 y los 1,800 msnm. La mayor parte de sus poblaciones se localizan en sitios con temperaturas promedio de 22 a 28° C, precipitación media anual de 1,600 a 4,000 mm y alrededor de 50% de luz, por lo que deben contar con la protección de un dosel (Quero, 1994; Granados *et al.*, 2004; López *et al.*, 2005).

#### Manejo de la palma camedor

Una propuesta para el manejo de las poblaciones silvestres consiste en la extracción de sólo la mitad de las hojas de una planta, es decir, si el ejemplar tiene cuatro hojas dejarle dos y en temporada de Oscilación Sur de El Niño (ENSO, por sus siglas en inglés), cuando disminuye la precipitación pluvial y aumenta la temperatura, retirar únicamente una hoja si hay cuatro, con el propósito de que las palmas persistan y sean rentables en los diferentes escenarios climáticos que se presenten (Martínez, 1998). López (2003), para el caso de *C. elegans* y *C. oblongata* recomienda la remoción del 33% de sus hojas durante cuatro cosechas semestrales, del 50% en dos cortes y del 66% en una única recolecta. Con la primera intensidad de corte las poblaciones defoliadas recuperan la mayoría de sus atributos funcionales y demográficos.

#### Normatividad para el aprovechamiento de la palma camedor

El aprovechamiento de las diversas especies de palma camedor está normado por la Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable, las normas NOM-006-RECNAT-1997 y la NOM-051-SEMARNAT 2001. La Ley General de Desarrollo Forestal Sustentable (LGDFS) la cual establece que para el aprovechamiento de los recursos forestales no maderables únicamente se requerirá de un aviso por escrito dirigido a la autoridad competente, la SEMARNAT, (Artículo 97). A su vez, el Reglamento de la LGDFS, en

su artículo 53, determina la presentación de un estudio técnico con la siguiente información:

- a) Denominación, ubicación y colindancias del predio o conjunto de predios.
- b) Descripción general de las características físicas, biológicas y ecológicas del predio.
- c) Especies con nombre científico y común y estimaciones de las existencias reales de las especies o de sus partes por aprovechar, las superficies en hectáreas y las cantidades por aprovechar anualmente en metros cúbicos, litros o kilogramos.

En el caso particular de la palma camedor es de interés el peso fresco de las hojas por unidad de superficie.

- d) Descripción de los criterios para la determinación de la madurez de cosecha; así como, las técnicas de aprovechamiento para cada especie.
- e) Definición y justificación del periodo de recuperación al que quedarán sujetas las áreas intervenidas, de acuerdo con las características de reproducción y desarrollo de las especies bajo aprovechamiento.
- f) Criterios y especificaciones técnicas de aprovechamiento.
- g) Labores de fomento y prácticas de cultivo para garantizar la persistencia del recurso.
- h) En su caso, datos de inscripción en el Registro del prestador de servicios técnicos forestales responsable de elaborar el estudio técnico y de dirigir la ejecución del aprovechamiento.

La regulación del aprovechamiento responde a la Norma Oficial Mexicana NOM-007-SEMARNAT-1997, que establece los procedimientos, criterios y especificaciones para realizar el aprovechamiento, transporte y almacenamiento de hojas de palma, y la norma NOM-ECOL-059-SEMARNAT 2001 que determina las especies, subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas,

raras y las sujetas a protección especial y que establece especificaciones para su protección; para el caso de palma camedor consigna 34 especies en calidad de amenazadas, cuatro en peligro de extinción (*C. glaucifolia*, *C. metallica*, *C. tenella*, *C. tuerckheimii*), y una sujeta a protección especial (*C. klotzschiana*), (CCA, 2002; SEMARNAT, 2001; CONAFOR, 2005).

Un factor importante en la normatividad vigente para la extracción de los recursos forestales no maderables, en particular para la palma camedor, se refiere a notificar la cantidad del recurso por extraer en el área forestal de interés, es decir, al peso fresco total de las hojas. En este sentido, la estimación de las existencias reales es un parámetro de interés para el seguimiento y control del aprovechamiento. No obstante, a la fecha se carece de un método estandarizado que le permita al productor conocer el potencial de recolecta y al técnico forestal evaluar el proceso, de manera práctica y confiable.

#### Plagas y enfermedades del cultivo

Las plagas y enfermedades más recurrentes que presenta la palma camedor tanto en vivero como en plantaciones establecidas son: Chapulines, chinches, gusanos defoliadores, hormigas, arañas rojas, pulgones, periquitos, roedores (INIFAP, 2010; Gona *et al.*, 2014). Las enfermedades que se han reportado para *Chamaedorea* son las transmitidas por nemátodos de la especie *Pratylenchus coffeae*, así como hongos parásitos (*Phytophthora palmivora*), el cual produce manchas necróticas en el follaje *C. elegans*. En estudios de enfermedades para *Chamaedorea* se han observado la pudrición radicular causada por hongos (exceso de humedad) y el manchado foliar, por la baja disponibilidad lumínica. Algunos puntos necróticos del tallo de la fronda son producidos por un coleóptero (Gaona *et al.*, 2014).

Las enfermedades foliares producidas por hongos que afectan la palma comedor son; Viruela negra causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporoides*.; Mancha de la hoja causada por el hongo *Phytophthora palmívora* (PRONATURA SUR, 2018). En la mayoría de los viveros que utilizan tierras de monte o agrícolas para los semilleros y se presenta la enfermedad conocida como Damping-off, causado principalmente por los hongos de los géneros *Pythium*, *Phytophthora*, *Fusarium* y *Rhizoctonia*, provocando el secado, pudrición del cuello y muerte de plántulas (Arango, 2008; INIFAP, 2018).

#### Cuantificación de enfermedades

La estimación y el cálculo de los daños provocados por una enfermedad son un requisito esencial para implementar cualquier medida de manejo y control (Julca *et al.*, 2013). Es necesario estimar los daños provocados por los fitopatógenos, ya sea para calcular la intensidad de daño o para conocer la respuesta a las diferentes medidas de control Mont (1993). La forma más común de estimar los daños provocados por una enfermedad son por medio de la incidencia y severidad, según la FAO la incidencia indica la cantidad de plantas enfermas con respecto a la totalidad de plantas evaluadas, la severidad evalúa la frecuencia del daño en relación con el total de plantas enfermas (FAO,1985).

A continuación, se presentan de manera ordenada los aportes y los productos obtenidos con esta investigación.

# **Resultados**

## **Capitulo I. Artículo**

# *Neopestalotiopsis* sp. and *Colletotrichum karstii*, causal agents of leaf spots on camedor palm (*Chamaedorea quezalteca*) in Mexico

## *Neopestalotiopsis* sp. y *Colletotrichum karstii* agentes causales de manchas foliares en palma camedor (*Chamaedorea quezalteca*) en México

Martibel Sarmiento-Chacón, Vidal Hernández-García, Luis Alfredo Rodríguez-Larramendi, Miguel Ángel Salas-Marina\*, Laboratorio de biofertilizantes y bioinsecticidas, Facultad de Ingeniería sede Villa Corzo, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Carretera Villa Corzo Ejido Monterrey Km 3.0. CP. 29000, Chiapas, México; Claudio Ríos-Velasco, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo-CIAD, C.P. 31570, Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua, México.

\*Corresponding autor: miguel.salas@unicach.mx.

Received: February 13, 2022.

Accepted: April 05, 2023.

Sarmiento-Chacón M, Hernández-García V, Rodríguez-Larramendi LA, Salas-Marina M and Ríos-Velasco C. 2023. *Neopestalotiopsis* sp. and *Colletotrichum karstii*, causal agents of leaf spots on camedor palm (*Chamaedorea quezalteca*) in Mexico. Mexican Journal of Phytopathology 41(2).

DOI: <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.2302-7>

First DOI publication: April 19, 2023.

Primera publicación DOI: 19 de Abril, 2023.

**Abstract.** Since 2020, camedor palm (*Chamaedorea quezalteca*) plantations in the Frailesca region, Chiapas, Mexico, have been affected by foliar diseases that induce leaf spot and anthracnose symptoms that reduce production, leaf quality and thus the loss of their commercial value. The objectives of this work were to identify the causal agents and to quantify the incidence and

**Resumen.** Las plantaciones de palma camedor (*Chamaedorea quezalteca*) de la región Frailesca, Chiapas, México, desde el 2020 son afectadas por enfermedades foliares que inducen síntomas de mancha foliar y antracnosis que reducen la producción, calidad de las hojas y con ello la pérdida de su valor comercial. Los objetivos de este trabajo fueron identificar los agentes causales y cuantificar la incidencia y severidad de las enfermedades foliares en plantaciones de palma camedor. De manera recurrente se aislaron dos hongos, uno de hojas con síntomas de mancha foliar y otro de antracnosis, ambos fueron identificados morfológicamente y molecularmente mediante la secuenciación del espaciador de transcrito interno (ITS5/ITS4), las pruebas de patogenicidad se realizaron en plantas sanas donde se inocularon conidios de los hongos, y en campo se cuantificó la incidencia y severidad de la enfermedad con apoyo de una escala pictográfica. Los hongos identificados fueron

severity of foliar diseases in plantations of camedor palm. Two fungi were recurrently isolated, one from leaves with leaf spot symptoms and the other with anthracnose, both were identified morphologically and molecularly by sequencing the internal transcribed spacer (ITS5/ITS4), pathogenicity tests were performed on healthy plants where fungal conidia were inoculated, and in the field the incidence and severity of the disease were quantified with the support of a pictographic scale. The fungi identified were *Neopestalotiopsis* sp. in leaf spot symptoms and *Colletotricum karstii* in anthracnose, both pathogens reproduced the same symptoms observed in the field, by means of pathogenicity tests. Disease incidence and severity percentages were transformed to area under the disease progress curve (AUDPC), these diseases presented an annual average incidence and severity of 35.33% (AUDPC= 14180) and 39.16% (AUDPC=12885) for leaf spot, 19.5% (AUDPC= 7123) and 55.83% (AUDPC= 20380) for anthracnose, respectively.

**Key words:** Palmae, Areacaceae, leaf spot, anthracnose.

The Palmae family (Arecaceae) is classified into six subfamilies with 4,000 species and 200 genera worldwide (Ahmad *et al.*, 2020). Palms present a morphological and ecological diversity, and they are usually found in regions with tropical, subtropical and Mediterranean climates. For the most part, palms are used for esthetic and ornamental purposes, but some species are also used for food (Howard, 2001). In the horticultural industry, ornamental palms represent 404 million dollars, that is, 10% of the total production (Hodges *et al.*, 2011). In addition, from the ecological standpoint, these plants reduce

*Neopestalotiopsis* sp. en síntomas de mancha foliar y *Colletotricum karstii* en antracnosis, ambos patógenos reprodujeron los mismos síntomas observados en campo, a través de las pruebas de patogenicidad. Los porcentajes de incidencia y severidad de las enfermedades se transformaron a área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE), estas enfermedades presentaron un promedio anual de incidencia y severidad de 35.33% (ABCPE= 14180) y 39.16% (ABCPE=12885) para mancha foliar, 19.5% (ABCPE= 7123) y 55.83% (ABCPE= 20380) para antracnosis, respectivamente.

**Palabras clave:** Palmae, Areacaceae, mancha foliar, antracnosis.

La familia Palmae (Arecaceae) se clasifica en seis subfamilias con 4000 especies y 200 géneros en todo el mundo (Ahmad *et al.*, 2020). Las palmas presentan una diversidad morfológica y ecológica, se encuentran habitualmente en regiones climáticas tropicales, subtropicales y mediterráneas. En su mayoría, las palmas se usan con fines estéticos y de ornato, pero algunas especies se utilizan también para alimentación (Howard, 2001). En la industria hortícola, las palmas ornamentales representan 404 millones de dólares, es decir, el 10% de la producción total (Hodges *et al.*, 2011). Además, desde el punto de vista ecológico estas plantas disminuyen la contaminación ambiental y tienen un efecto positivo en la atmósfera (El-Juhany, 2010). Las palmas ornamentales son afectadas por factores bióticos, como los insectos y las enfermedades, y abióticos, como la temperatura, la nutrición y la composición del suelo (Schmidhuber y Tubiello, 2007; Aldana *et al.*, 2009). Diferentes hongos fitopatógenos, bacterias, virus y nematodos reducen el valor estético de las palmas en diferentes etapas, provocando síntomas que incluyen marchitez, tizón, manchas,

environmental pollution and have a positive effect on the atmosphere (El-Juhany, 2010). Ornamental palms are affected by biotic factors, such as insects and diseases, and abiotic factors such as temperature, and soil nutrition and composition (Schmidhuber and Tubiello, 2007; Aldana *et al.*, 2009). Different phytopathogenic fungi, bacteria, viruses and nematodes reduce the esthetic value of plants in different stages, causing symptoms that include wilting, blight, spot, root rot, stem and petiole rot, diamond scale and leaf sheath diseases, as well as wilting from *Fusarium oxysporum* (Broschat *et al.*, 2014). Recent studies carried out on *Chamaedorea cataractarum*, *C. seifrizii* and *C. costaricana* reported some pathogens responsible for the diseases of these palms, as in *Ganoderma* spp., which causes stem base rot, a lethal disease with an enormous potential for spreading (Shakeel *et al.*, 2020). Another one of the main pathogens in palms is *Phytophthora palmivora*, which causes the devastating disease called lethal palm bud rot (Broschat *et al.*, 2014; Shakeel *et al.*, 2020). Likewise, there have been reports of the leaf spot disease complex *Helminthosporium*, caused by a group of fungi (*Drechslera setariae*, *Exserohilum rostratum* and *Phaeotrichoconis crotalariae*) (Shakeel *et al.*, 2020).

In Central America, the genus *Chamaedorea* is distributed in Guatemala, El Salvador, Honduras and in southern Mexico, as part of the montane cloud forest and tropical evergreen forest (Granados *et al.*, 2004; López *et al.*, 2005). In Chiapas, the genus *Chamaedorea* is found in depressions of the Sierra Madre de Chiapas and in the Lacandona jungle (Buda Arango *et al.*, 2014) in altitudes ranging from 900 to 2300 masl (Martínez *et al.*, 2011). For the case of the region known as the Frailesca, Chiapas, *Chamaedorea quezalteca*, commonly known as the camedor palm, is the most planted species for commercial use.

podredumbre de la raíz, podredumbre del tallo y del peciolo, cascarilla de diamante y enfermedades de la vaina de la hoja, así como marchitamiento por *Fusarium oxysporum* (Broschat *et al.*, 2014). Estudios recientes realizados en *Chamaedorea cataractarum*, *C. seifrizii* y *C. costaricana* reportaron algunos patógenos responsables de las enfermedades en estas palmas, como *Ganoderma* spp., causante de la podredumbre basal del tallo, enfermedad letal que tiene un enorme potencial de propagación (Shakeel *et al.*, 2020). Otro de los principales patógenos de las palmas es *Phytophthora palmivora*, que provoca la enfermedad devastadora denominada pudrición letal del cogollo de las palmas (Broschat *et al.*, 2014; Shakeel *et al.*, 2020). Así mismo, se ha reportado la enfermedad de mancha foliar complejo *Helminthosporium*, provocado por un grupo de hongos (*Drechslera setariae*, *Exserohilum rostratum* y *Phaeotrichoconis crotalariae*) (Shakeel *et al.*, 2020).

En centroamérica el género *Chamaedorea* se distribuye en Guatemala, El Salvador, Honduras y al sur de México, formando parte del bosque mesófilo de montaña y del bosque tropical perennifolio (Granados *et al.*, 2004; López *et al.*, 2005). En Chiapas, el género *Chamaedorea* se localiza en las depresiones de la Sierra Madre de Chiapas y en la Selva Lacandona (Buda Arango *et al.*, 2014) en altitudes que van desde los 900 a 2300 msnm (Martínez *et al.*, 2011). Para el caso de la región Frailesca, Chiapas, *Chamaedorea quezalteca* conocida comúnmente como palma camedor es la especie que más se cultiva para su uso comercial.

*Chamaedorea quezalteca* se ha extraído desde los años cuarenta para abastecer los mercados florísticos internacionales, primordialmente a Estados Unidos, por lo que actualmente se le ha considerado como un producto forestal no maderable (PFNM) (Pérez *et al.*, 2012), esta actividad económica resulta factible para pequeñas comunidades rurales,



*Chamaedorea quezalteca* has been extracted since the 1940s to supply world flower markets, mainly in the United States, therefore it has been considered a non-timber yielding product (Pérez *et al.*, 2012). This economic activity is feasible for small rural communities, since it does not require sophisticated technology (Evans, 1993). For many rural producers, this represents participating in a subsistence economy towards a market economy, which has meant the increase of their income.

Since 2020, in the Frailesca region, Chiapas, the camedor palm plantations have been affected by two foliar diseases— foliar spot and anthracnose— which reduce the production and quality of leaves, which has a direct impact on the incomes of producers. In Mexico there are currently no reports of leaf diseases related to the camedor palm (*Chamaedorea quezalteca*). Therefore, the aims of this research were to identify the causal agents, quantify the incidence and severity of the leaf diseases leaf spot and anthracnose in commercial camedor palm plantations.

## MATERIALS AND METHODS

**Gathering biological material.** Twenty leaf samples of each of the leaf spot and anthracnose diseases were gathered from eight-year-old camedor palms located in the Sierra Morena (16° 08'51.6" LN – 93° 36' 30.06" LW) and Plan de Ayala (15°90'47.22" LN-93°21'25.00" LW) *ejidos* of the municipal area of Villa Corzo, Chiapas. The samples were placed in plastic bags with paper towels, labeled and sent to the Laboratory of Biofertilizers and Bioinsecticides of the Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas in Villa Corzo, and they were stored in a container with water until used.

ya que no requiere tecnología sofisticada (Evans, 1993). Esto representa para varios productores rurales la participación en una economía de subsistencia hacia una economía de mercado, lo que ha significado el aumento de sus ingresos económicos. Desde el 2020, en la región Frailesca Chiapas, las plantaciones de palma camedor son afectadas por dos enfermedades foliares, mancha foliar y antracnosis, que disminuyen la producción y la calidad de las hojas, lo que impacta directamente el ingreso económico de los productores. Actualmente en México no se cuenta con ningún reporte de enfermedades foliares asociadas a la palma camedor (*Chamaedorea quezalteca*). Por lo que los objetivos de esta investigación fueron identificar los agentes causales, cuantificar la incidencia y severidad de las enfermedades foliares, mancha foliar y antracnosis en plantaciones comerciales de palma camedor.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Colecta de material biológico.** 20 muestras de hojas de cada una de las enfermedades de mancha foliar y antracnosis se colectaron en plantaciones de palma camedor de ocho años de edad ubicados en los Ejidos Sierra Morena (16° 08'51.6" LN – 93° 36' 30.06" LW) y Plan de Ayala (15°90'47.22" LN-93°21'25.00" LW) del municipio de Villa Corzo, Chiapas. Las muestras se colocaron en bolsas de plástico acondicionadas con papel absorbente, se etiquetaron y trasladaron al Laboratorio de Biofertilizantes y Bioinsecticidas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Sede Villa Corzo y se conservaron en un recipiente con agua hasta su uso.

**Aislamiento y purificación de los hongos.** Las hojas de palma camedor con síntomas de mancha

**Fungus isolation and purification.** The camedor palm leaves with symptoms of leaf spot and anthracnose were dissected into pieces of 0.5 cm<sup>2</sup> each, washed with 70% ethanol for 3 minutes and with 10% sodium hypochlorite for 10 min, then washed twice with sterile distilled water for 2 min. Ten pieces with each of the symptoms were planted in a potato dextrose agar (PDA) medium in triplicate and incubated at 28 °C, a 12:12 light/darkness photoperiod for 10 days; the mycelial growth of the fungi was monitored every 24 hours and purified by hyphal tipping and monosporic culture (Ruiz-Cisneros *et al.*, 2017).

**Morphological identification.** Out of the 30 pieces of tissue planted in PDA, 10 fungi were isolated from each of the symptoms of leaf spot and anthracnose that were the first to emerge from the tissues after 48 hours. They were identified morphologically at a genus level via their reproductive structures observed under an optical microscope (Axiolab 5, Carl Zeiss) and with the aid of taxonomical keys (Barnett and Hunter, 2006; Watanabe, 2002).

**Molecular identification.** For the molecular identification, the fungus isolated from the leaves with symptoms of leaf spot and the anthracnose fungus were planted in Petri dishes with PDA covered with a sheet of sterile cellophane and incubated for 7 days at 28 °C. The mycelium was harvested and frozen using liquid nitrogen; the DNA was then extracted following the protocol by Raeder and Broda (1989). The total DNA was used to amplify the internal transcribed spacer (ITS) of the 18S of the rDNA using oligos ITS5 (5'-GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3') and ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') with the following conditions of amplification from an initial denaturing step at 94 °C for 5 minutes, followed by 30 cycles (denaturation at 94 °C for

foliar y antracnosis se diseccionaron en trozos de 0.5 cm<sup>2</sup>, se lavaron con etanol al 70 % por 3 minutos y con hipoclorito de sodio al 10 % por 10 min, posteriormente se lavaron dos veces con agua destilada estéril por 2 min. Se sembraron 10 trozos de cada uno de los síntomas en medio papa dextrosa agar (PDA) por triplicado e incubados a 28 °C, fotoperiodo 12:12 luz/oscuridad por 10 días, el crecimiento micelial de los hongos fue monitoreado cada 24 horas y purificados por punta de hifa y cultivo monospórico (Ruiz-Cisneros *et al.*, 2017).

**Identificación morfológica.** De los 30 trozos de tejido sembrados en PDA se aislaron 10 hongos de cada uno de los síntomas de mancha foliar y antracnosis que fueron los primeros que emergieron de los tejidos después de 48 h, se identificaron morfológicamente a nivel de género mediante sus estructuras de reproducción observadas en un microscopio óptico (Axiolab 5, Carl Zeiss) y con el apoyo de claves taxonómicas (Barnett and Hunter, 2006; Watanabe, 2002).

**Identificación molecular.** Para la identificación molecular, el hongo aislado de las hojas con síntomas de mancha foliar y el hongo de antracnosis se sembraron en cajas petri con PDA cubierto con un celofán estéril y se incubó por 7 días a 28 °C. El micelio fue cosechado y congelado con nitrógeno líquido, se extrajo el ADN siguiendo el protocolo de Raeder and Broda (1989). El ADN total se utilizó para amplificar el espaciador de transcrito interno (ITS) del 18S del rADN utilizando los oligos ITS5 (5'-GGAAGTAAAAGTCGTAACAAGG-3') e ITS4 (5'-TCCTCCGCTTATTGATATGC-3') con las siguientes condiciones de amplificación de una etapa inicial de desnaturalización de 94 °C por 5 minutos, seguidos de 30 ciclos (extensión 94 °C 30 s, alineamiento 60 °C 30 s, extensión 72 °C por 45 s) y una extensión final de 72 °C por 10 minutos,

30 s, annealing at 60 °C for 30 s, extension at 72 °C for 45 s) and a final extension of 72 °C for 10 minutes, where the fragment may be from 710 to 850 pb, depending on the fungal species (White *et al.*, 1990). The amplicons of the polymerase chain reaction (PCR) were sequenced by the Sanger method in an ABI (Applied Biosystems) sequencer. The sequences were compared with the NCBI data base using the de BLAST algorithm (Altschul *et al.*, 1990).

**Pathogenicity test.** Koch's postulates were carried out on fields under the shade in the facilities of the Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), using two-year old seedlings planted in 5 kg polyethylene bags and natural soil substrate from the same plantations. Both fungi isolated and previously identified were planted in a PDA medium at 28 °C in a 12:12 light/darkness photoperiod for 15 days. The inoculation of *Neopestalotiopsis* sp. was carried out directly and consisted in taking the conidia from the acervuli with a hypodermic needle and inoculating the leaves of the plants via a small lesion in the epidermis (Rebollar *et al.*, 2020), and for *C. karstii*, a conidial solution was used with  $1 \times 10^6$  spores  $\text{mL}^{-1}$  and 10  $\mu\text{L}$  were inoculated. For both fungi, five plants were inoculated (two leaves per plant). The inoculated plants were sprayed with sterile distilled water, covered with plastic bags and were uncovered on the third day. They were kept under regular irrigation and observation until the symptoms of the diseases appeared. Samples were taken from the symptoms obtained and the inoculated fungi were reisolated, following the process described above. Five control plants were used with sterile water and the experiment was carried out in duplicate.

**Field incidence and severity.** To quantify the incidence of the leaf diseases in the camedor palm,

donde el fragmento puede ser de 710 a 850 pb según la especie de hongo (White *et al.*, 1990). Los amplicones de la reacción en cadena de la polimerasa (PCR) fueron secuenciados por el método de Sanger en un secuenciador ABI (Applied Biosystems). Las secuencias fueron comparadas con la base de datos NCBI usando el algoritmo de BLAST (Altschul *et al.*, 1990).

**Prueba de patogenicidad.** Los postulados de Koch se realizaron en condiciones de campo bajo sombra en las instalaciones de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), se usaron plántulas de dos años de edad sembradas en bolsa de polietileno de 5 kg y sustrato suelo natural de las mismas plantaciones. Los dos hongos aislados e identificados previamente se cultivaron en medio PDA a 28 °C fotoperiodo 12:12 luz/oscuridad por 15 días. La inoculación de *Neopestalotiopsis* sp. se realizó de manera directa y consistió en tomar los picnidios de los acérvulos con una aguja hipodérmica e inocular las hojas de las plantas a través de una ligera herida a la epidermis (Rebollar *et al.*, 2020) y para *C. karstii* se utilizó una solución de conidias de  $1 \times 10^6$  esporas  $\text{mL}^{-1}$  y se inocularon 10  $\mu\text{L}$ . Para ambos hongos se inocularon cinco plantas (dos hojas por planta). Las plantas inoculadas se asperjaron agua destilada estéril, se cubrieron con bolsas de plástico y se descubrieron al tercer día. Se mantuvieron en irrigaciones regulares y en observación hasta que aparecieron los síntomas de las enfermedades. De los síntomas obtenidos se tomaron muestras y se reaislaron los hongos inoculados siguiendo el protocolo previamente descrito. Se utilizaron cinco plantas control inoculadas con agua estéril y el experimento se realizó por duplicado.

**Incidencia y severidad en campo.** Para cuantificar la incidencia de las enfermedades foliares de palma camedor, se seleccionó una parcela de 1 ha de ocho

a 1 ha, eight-year-old plot in the Sierra Morena *ejido* was chosen, a five-point sampling was carried out, 20 plants were labeled and sampled in each point, the number of plants with symptoms were quantified out of a total of 100, samples were taken every 2 months in a year in the same points and the same plants and in each one, the values of the five points were averaged. For the severity of the diseases, a pictographic scale of damages was created with values from 1 to 5, where 1 represents 0% damage; 2, 1-25% damage; 3, 26-50% damage; 4, 51-75% damage and 5, 76-100% damage (Figure 1). The percentage of damage was measured directly from each of the plants quantified in the incidence

años de edad ubicada en el ejido Sierra Morena, se hizo un muestreo de cinco de oros, en cada punto se etiquetaron y muestrearon 20 plantas, se cuantificó el número de plantas con síntomas de un total de 100 plantas, los muestreos se realizaron cada dos meses durante un año en los mismos puntos y mismas plantas y en cada uno se promedió los valores de los cinco puntos. Para la severidad de las enfermedades se construyó una escala pictográfica de daño con valores de 1-5; donde 1 representa (0% de daño), 2 (1-25% de daño), 3 (26-50% de daño), 4 (51-75% de daño) y 5 (76-100% de daño) (Figura 1), el porcentaje de daño se midió de manera directa de cada una de las plantas cuantificadas en la



Figure 1. Pictographic damage scales with values from 1 to 5, where 1 represents 0% damage; 2, 1-25% damage; 3, 26-50% damage; 4, 51-75% damage and 5, 76-100% damage for foliar spot (A) and anthracnose (B) diseases.

Figura 1. Escalas pictográficas de daño con valores de 1-5, donde 1 representa (0% de daño), 2 (1-25% de daño), 3 (26-50% de daño), 4 (51-75% de daño) y 5 (76-100% de daño) para las enfermedades mancha foliar (A) y antracnosis (B).

of the disease. The percentages of incidence and severity of the disease were converted into values of areas under the disease progress curve (AUDPC) (Pedroza and Samaniego, 2009).

## RESULTS AND DISCUSSION

### Morphological and molecular identification.

Out of the leaves with symptoms of leaf spot, 10 fungal cultures were isolated and purified, which, based on morphological analyses formed on PDA medium, all were identified as *Neopestalotiopsis* sp., since they displayed characteristics of cottonlike filamentous fungi with elevated, initially white hyphae, acervuli that look like small black pustules with abundant spindle-shaped conidia with three central pigmented cells and hyaline basals (dimensions from 13.22 to 15.88  $\mu\text{m}$  in length x 2.82 to 3.59  $\mu\text{m}$  in width), with two to four apical appendages (measuring 5.99 x 8.49  $\mu\text{m}$  in length x 0.67 x 1.21  $\mu\text{m}$  in width) and a peduncle in the basal cells (Barnett and Hunter, 2006; Watanabe, 2002) (Figur3 2). Structures with similar characteristics were reported by Rebollar *et al.* (2020) in strawberry crops and by Gerardo-Lugo *et al.* (2020) in mango crops: three central cells colored yellow and 3 apical appendages with a peduncle in the basal cells. However, the morphological characteristics of the phytopathogenic fungi, and particularly *Neopestalotiopsis* can vary and be modified by the environmental conditions and these are not reliable as a form of identification (Maharachchikumbura *et al.*, 2011). Studies carried out by Acosta-González (2022) confirm that there are differences in the diameter of the final growth, as well as coloring, the texture of the mycelium, the production of acervuli, the elevation of the mycelium and the margins of the genus *Neopestalotiopsis*. Molecular identification was based on the analysis of the

incidencia de la enfermedad. Los porcentajes de incidencia y severidad de la enfermedad se transformaron a valores de áreas bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) (Pedroza y Samaniego, 2009).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Identificación morfológica y molecular.** De las hojas con síntomas de mancha foliar se aisló y purificó 10 colonias de hongos, que con base a los análisis morfológicos formadas en medio PDA todas fueron identificadas como *Neopestalotiopsis* sp., ya que presentaron características de hongo filamentoso algodonoso con hifas elevadas inicialmente de color blanco, acérvulos que parecen pequeñas pústulas de color negro brillante con abundante conidios de forma fusiformes con tres células centrales pigmentadas y las basales hialinas (dimensiones de 13.22 a 15.88  $\mu\text{m}$  de longitud x 2.82 a 3.59  $\mu\text{m}$  de ancho), con dos a cuatro sétulas apicales (medidas 5.99 x 8.49  $\mu\text{m}$  de longitud y 0.67 x 1.21  $\mu\text{m}$  de ancho) y un pedicelo en las células basales (Barnett and Hunter, 2006; Watanabe, 2002) (Figura 2). Estructuras con características similares fueron reportadas por Rebollar *et al.* (2020) en cultivo de fresa y Gerardo-Lugo *et al.* (2020) en cultivo de mango, tres células centrales pigmentadas de color amarillo y 3 sétulas apicales con un pedicelo en las células basales; sin embargo, las características morfológicas de los hongos fitopatógenos y en especial *Neopestalotiopsis* pueden variar y ser modificadas por las condiciones ambientales y estas no son confiables como medio de identificación (Maharachchikumbura *et al.*, 2011). Estudios realizados por Acosta-González (2022) confirman que hay diferencias en el diámetro del crecimiento final, así como la coloración, la textura del micelio, la producción de acérvulos, la elevación del micelio

consensus sequence of gene 18S rDNA (ITS5/ITS4) that displayed a high similarity with *Neopestalotiopsis* sp. with a coverage of 99% and a percentage of similarity of 99.48%, the sequence was registered in the GenBank with accession number ON860658 (White *et al.*, 1990).

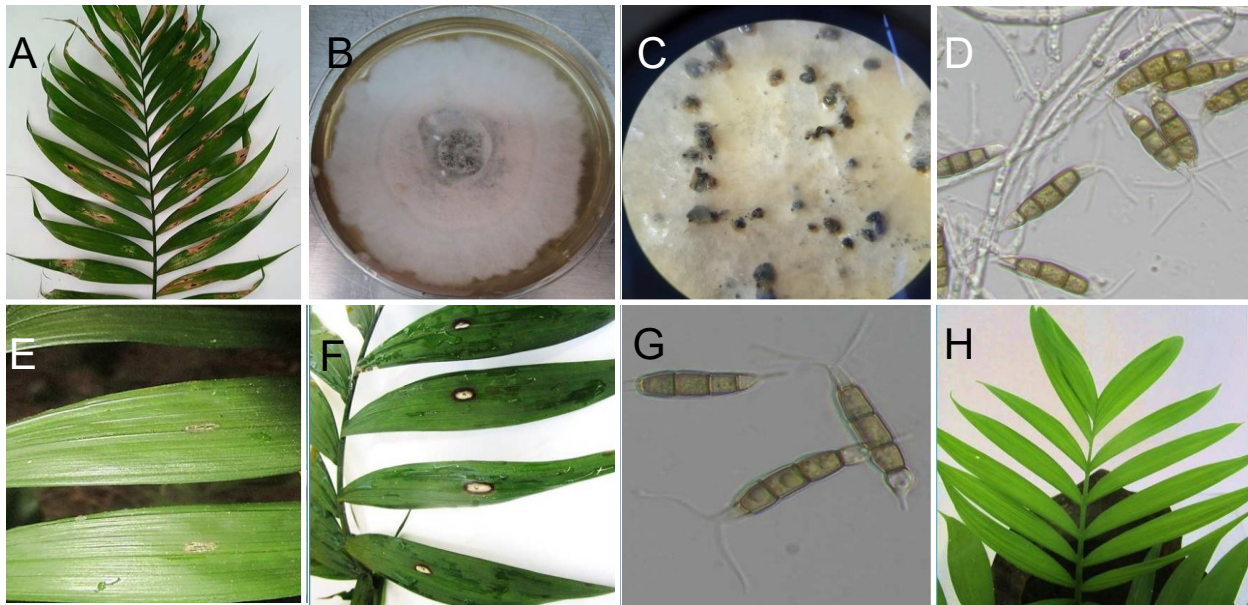
For the symptom of anthracnose, *Colletotrichum karstii* was identified as the causal agent, and the identification was carried out from 10 frequent fungal isolations, which were characterized for being filamentous, for the cultures forming asexual reproduction sporodochia with pale maroon semi-spherical hyaline conidia, either simple or branched or erect (dimensions 6.47 to 8.59  $\mu\text{m}$  in length x 2.69 to 3.31  $\mu\text{m}$  in width), conidiophores 17.04 to 33.35  $\mu\text{m}$  in height (Barnett and Hunter, 2006; Watanabe, 2002) (Figure 3). Similar characteristics to this fungus were reported in other crops such as strawberries in Brazil (Soares, 2021) and papaya crops in Mexico (Pacheco *et al.*, 2022). The molecular identification was obtained by the amplification of gene 18S rDNA (ITS5/ITS4), which displayed a high level of similarity with *Colletotrichum karstii* with a coverage of 100% and a percentage of similarity of 99.83%; it was registered in the GenBank with accession number ON799261 (White *et al.*, 1990).

**Pathogenicity tests.** The plants inoculated with *Neopestalotiopsis* sp. presented the first symptoms of leaf spot after four days, and after eight days, the symptoms of small, oval-shaped spots with a black dot in the middle were marked and defined, just like those observed in the field. The control presented no symptoms. The plants with symptoms were used to reisolate the pathogen and *Neopestalotiopsis* sp. was confirmed as the leaf spot disease (Figure 2). These results agree with those reported by Khoo *et al.* (2022), who found that *Ixora chinensis* plants inoculated with

and the margins of the genus *Neopestalotiopsis*. The molecular identification was based on the analysis of the consensus sequence of the 18S rDNA (ITS5/ITS4) gene, which presented a high similarity with *Neopestalotiopsis* sp. with a coverage of 99% and a percentage of similarity of 99.48%, the sequence was registered in the GenBank with accession number ON860658 (White *et al.*, 1990).

For the symptom of anthracnose, *Colletotrichum karstii* was identified as the causal agent of this disease, the identification was carried out from 10 frequent fungal isolations, which were characterized for being filamentous, the colonies form sporodochia of asexual reproduction with hyaline conidia, simple or branched or erect (dimensions 6.47 to 8.59  $\mu\text{m}$  in length x 2.69 to 3.31  $\mu\text{m}$  in width), conidiophores 17.04 to 33.35  $\mu\text{m}$  in height (Barnett and Hunter, 2006; Watanabe, 2002) (Figure 3). Similar characteristics of this fungus were reported in other crops such as strawberries in Brazil (Soares, 2021) and papaya crops in Mexico (Pacheco *et al.*, 2022). The molecular identification was obtained by the amplification of the 18S rDNA (ITS5/ITS4) gene, which displayed a high level of similarity with *Colletotrichum karstii* with a coverage of 100% and a percentage of similarity of 99.83%; it was registered in the GenBank with accession number ON799261 (White *et al.*, 1990).

**Pruebas de patogenicidad.** Las plantas inoculadas con *Neopestalotiopsis* sp. presentaron los primeros síntomas de mancha foliar a los cuatro días posteriores y a los ocho días, los síntomas de pequeñas manchas ovaladas con un punto negro en el centro fueron marcados y definidos, iguales a los observados en campo. El control no presentó ninguna sintomatología. Las plantas con síntomas se utilizaron para reaislar el patógeno y se corroboró



**Figure 2.** Symptoms of foliar spot in camedor palm leaves in the field, light brown oval-shaped spots with a black dot in the center, affecting the folioles of the leaf (A), maroon-white culture with cottonlike mycelia and abundant acervuli in the center (B), bright black acervuli with abundant conidia (C) and conidia with three pigmented cells in the center and hyaline basals, with apical appendages and basal pedicel (D) *Neopestalotiopsis* sp formed in PDA, symptoms presented four (E) and eight (F) days after inoculation, reisolated conidia produced in PDA from pathogenicity tests (E) and control plant (F).

**Figura 2.** Síntoma de manchas foliar en hojas de palma camedor en campo, manchas ovaladas de color café claro con un punto negro en el centro afectando a los foliolos de la hoja (A), colonia blanca-marrón con micelio algodonoso y abundante acérvulos en el centro (B), acérvulos de color negro brillante con abundante conidios (C) y conidios con tres células pigmentadas en el centro y basales hialinas, con séculas apicales y pedicelo basal (D) de *Neopestalotiopsis* sp formadas en PDA, síntomas presentados a los cuatro (E) y ocho (F) días después de la inoculación, conidias reaisladas producidas en PDA de las pruebas de patogenicidad (E) y planta control (F).

*Neopestalotiopsis cubana* presented symptoms after seven days, whereas mango plant inoculated with *Neopestalotiopsis* sp., and strawberry plants inoculated with *Neopestalotiopsis rosae* presented symptoms 10 days after inoculation (Gerardo-Lugo *et al.*, 2020; Rebollar *et al.*, 2020).

In the pathogenicity test with the fungus *Colletotrichum karstii*, the symptoms of anthracnose became apparent on the third day, with small undefined dark brown spots, and after 11 days, the irregular spots were well defined, reproducing the same symptoms displayed on the field; the fungus was reisolated and identified as *C. karstii* (Figure 3). According to reports by Ayvar-

que *Neopestalotiopsis* sp. es el agente causal de la enfermedad de mancha foliar (Figura 2). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Khoo *et al.* (2022) que encontró que las plantas de *Ixora chinensis* inoculadas con *Neopestalotiopsis cubana* manifestaron los síntomas a los siete días, mientras que las plantas de mango inoculadas con *Neopestalotiopsis* sp., y de fresa inoculadas con *Neopestalotiopsis rosae* presentaron los síntomas a los 10 días después de la inoculación (Gerardo-Lugo *et al.*, 2020; Rebollar *et al.*, 2020).

En la prueba de patogenicidad con el hongo *Colletotrichum karstii*, los síntomas de antracnosis se manifestaron a partir del tercer día con pequeñas

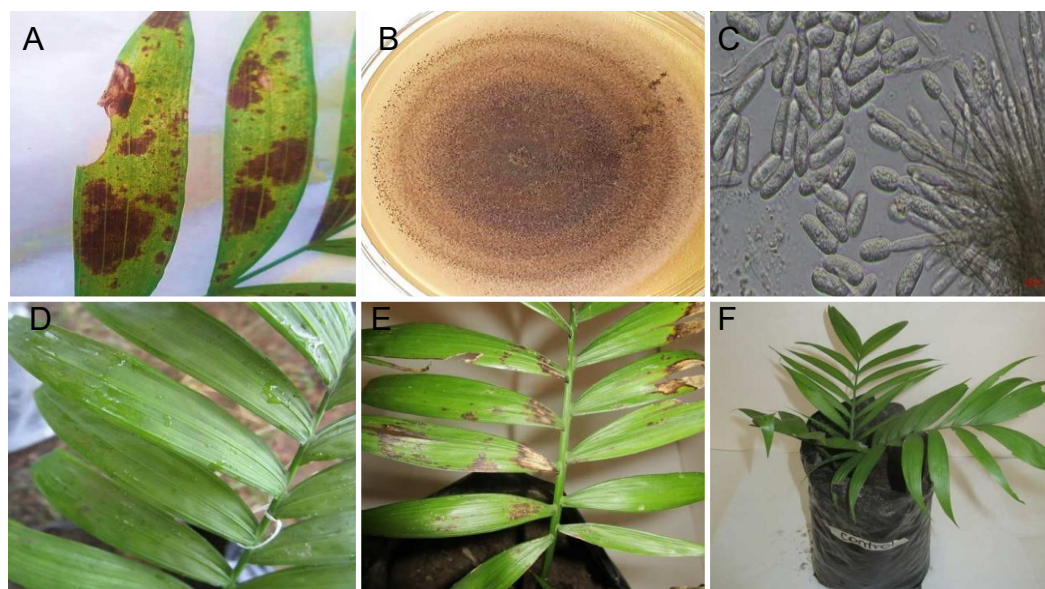


Figure 3. Symptom of anthracnose in camedor palm in the field, irregular black spots affect the leaf folioles (A), pale brown colony with abundant sporodochia (B), semi-spherical conidiophores and hyaline conidia (C) of *Colletotrichum karstii* formed in PDA, symptoms manifested after three (D) and 11 days (E) after the inoculation of the pathogenicity test and control plant (F).

Figura 3. Síntoma de antracnosis en palma camedor en campo, manchas irregulares de color negro afectando a los foliolos de la hoja (A), colonia de color marrón pálido con abundante esporodocios (B), conidióforos y conidios hialinos semiesféricos (C) de *Colletotrichum karstii* formadas en PDA, síntomas manifestados a los tres (D) y 11 días (E) después de la inoculación de la prueba de patogenicidad y planta control (F).

Serna *et al.* (2021), avocado fruits inoculated with the same pathogen displayed symptoms after five days, whereas Fernández-Herrera (2020) coincided that symptoms begin displaying three days after inoculation in *Dendrobium nobile* orchid plants, and seven days later in chili pepper plants (Saini *et al.*, 2016).

**Field incidence and severity.** During the sampling period on the field for the disease caused by *Neopestalotiopsis* sp., the incidence and severity were observed to have an intensity that depended on the weather and management during the progress of the disease (Figure 4). For the month of June, an incidence of 12% was recorded (AUDPC=732), corresponding to one of the driest months of summer sampling, whereas in August,

manchas café oscuras poco definidas y a los 11 días las manchas irregulares estaban bien marcadas reproduciendo los mismos síntomas observados en campo, el hongo fue reaislado e identificado como *C. karstii* (Figura 3). De acuerdo a lo reportado por Ayvar-Serna *et al.* (2021) en frutos de aguacate inoculados con el mismo patógeno manifestaron los síntomas a los cinco días, por su parte Fernández-Herrera (2020) coincide en que los síntomas se empiezan a manifestarse a los tres días posteriores a la inoculación en plantas de orquídeas de *Dendrobium nobile* y a los siete días en frutos de chile (Saini *et al.*, 2016).

**Incidencia y severidad en campo.** Durante el período de muestreo en campo de la enfermedad ocasionada por *Neopestalotiopsis* sp. se observó



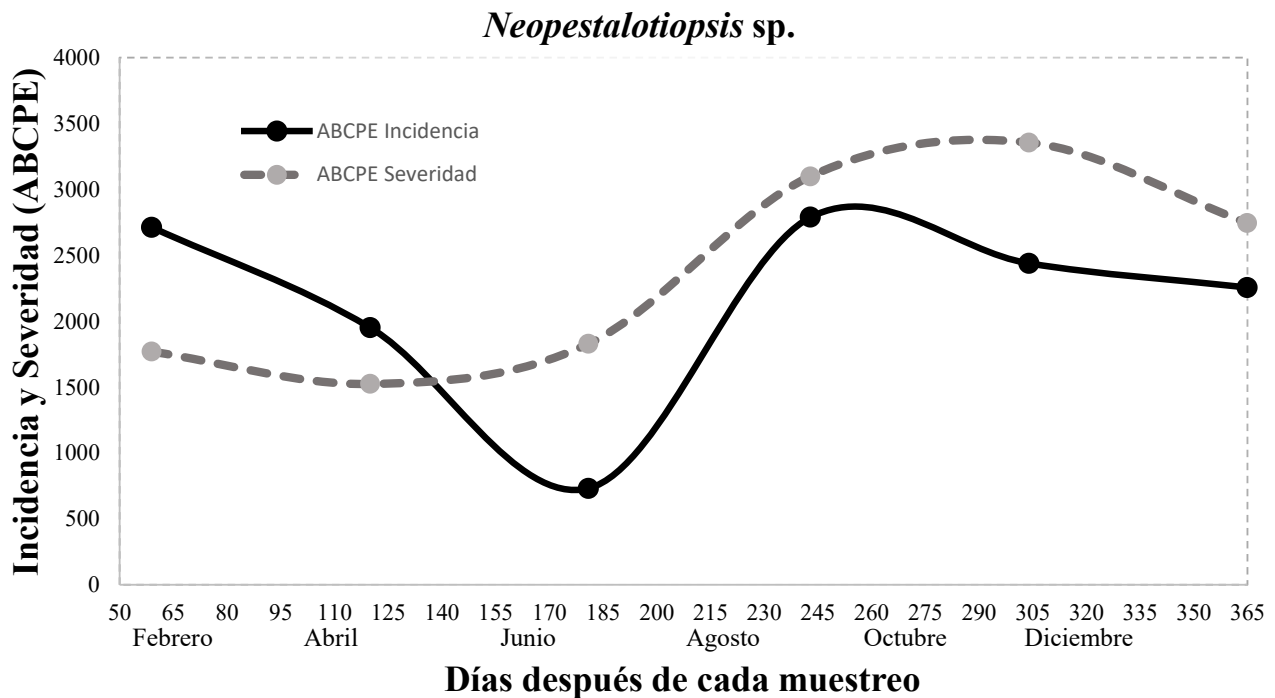


Figure 4. Incidence and severity (area under the disease progress curve) of leaf spot caused by *Neopestalotiopsis* sp. in eight-year-old commercial camedor palm plantations in the year 2021.

Figura 4. Incidencia y severidad (área bajo la curva del progreso de la enfermedad) de la mancha foliar provocada por *Neopestalotiopsis* sp. en plantaciones comerciales de palma camedor de ocho años de edad en el año 2021.

corresponding to the humid season due to rains and the highest anthropogenic activity due to the trimming of palm leaves, the highest value (45%) was presented (AUDPC= 2790). For severity, a similar behavior to incidence was displayed, in which the driest month was April, with a severity of 25% (AUDPC =1525), whereas the rainiest and most humid month was October, with 50% (AUDPC = 3355) (Figure 4). In this sense, it has been reported that in the leaf spot disease caused by *Neopestalotiopsis* in eucalyptus leaves, lesions are most severe when the interaction of the pathogen and the plant are exposed to prolonged humidity periods (Belisario *et al.*, 2019). According to reports by Maharachchikumbura *et al.* (2011), incidence and

que la incidencia y la severidad presentaron una intensidad dependiente del clima y manejo durante el progreso de la enfermedad (Figura 4). Para el mes de junio se registró una incidencia de 12% (ABCPE=732), correspondiente a uno de los meses más secos de muestreo de verano, mientras que en agosto correspondiente a la temporada húmeda por las lluvias y de mayor actividad antropogénica por los cortes de hojas de palma, se presentó el valor más alto 45% (ABCPE= 2790). Para la severidad se registró un comportamiento similar a la incidencia, el mes más seco abril, se registró 25% de severidad (ABCPE=1525), mientras que el mes mas lluvioso y húmedo octubre 50% (ABCPE= 3355) (Figura 4). En este sentido se ha reportado que la enfermedad

severity are related to the thickness of the leaf and the stage of maturation of leaves, since the hyphae penetrate the spaces between the cells of leaved when they are in a state of maturity, therefore their susceptibility also depends on the thickness of the cuticle and on the production of phytotoxins such as pestalopyrones, hydroxypestalopyrones and pestalocides. It is worth pointing out that, although a minimum incidence of 12% and severity of 25%, palms cannot be marketed, since the commercial part of the camedor palm is comprised of its leaves, and the slightest damage they have stops them from complying the quality standards established by the market, according to De los Santos (2005), in the market report for camedor palm in Mexico.

Regarding the behavior of the disease caused by *Colletotrichum karstii* in the month of June, an incidence of 13% was displayed (AUDPC= 793), which corresponds to a hot season and the start of the rainy season in the region, whereas the highest value was registered in December, with 37% (AUDPC= 2257), a season with cool temperatures and a high relative humidity (Figure 5). Regarding severity, the disease had a similar behavior to that of incidence, where the highest value was recorded in June, with 35% (AUDPC= 2135), and in August to October, when temperatures are cooler with a high relative humidity due to heavy rainfalls, severity was 65% (AUDPC= 4030) and 75% (AUDPC = 4575) respectively (Figure 5). In this sense, environmental factors are important for the dissemination and progress of the disease, mostly relative humidity and rainfall play a part in the epidemiology of *Colletotrichum karstii* in citrus orchards (Mayorking *et al.*, 2019). Studies performed by Velho *et al.* (2014) mention that the incidence and severity caused by this pathogen can defoliate apple trees and it is favored by high levels of humidity and high temperatures. Likewise, *Colletotrichum* and *Pestalotiopsis* have been

de manchas foliares provocada por *Neopestalotiopsis* en hojas de eucalipto, las lesiones son mas severas cuando la interacción del patógeno y la plantas se exponen a periodos prolongados de humedad (Belisario *et al.*, 2019). Según lo reportado por Maharachchikumbura *et al.* (2011) la incidencia y la severidad están asociadas al grosor de la lámina foliar y a la etapa de maduración de las hojas ya que las hifas penetran en los espacios de las células de las hojas cuando se encuentran en estado maduro por lo que, la susceptibilidad de éstas, también depende del grosor de la cutícula y de la producción de fitotoxinas como pestalopironas, hidroxipestalopironas y pestalocidos. Es importante señalar que, aunque se haya registrado una incidencia mínima de 12% y severidad del 25% las palmas no pueden ser comercializadas, ya que la parte comercial de la palma camedor son sus hojas y con el mínimo daño que presenten, no cumplen con los estándares de calidad establecidos por el mercado según lo menciona De los Santos (2005), en el informe de mercado de la palma camedor en México.

En cuanto al comportamiento de la enfermedad ocasionada por *Colletotrichum karstii* en el mes de junio se presentó una incidencia de 13% (ABCPE= 793) que corresponde a una estación de calor e inicio de las lluvias en la región, mientras que el valor más alto se registró en el mes de diciembre con 37% (ABCPE= 2257), época que se presentan temperaturas frescas y alta humedad relativa (Figura 5). Con respecto a la severidad la enfermedad tuvo un comportamiento similar al de incidencia donde el valor más bajo se registró en junio con 35% (ABCPE= 2135), y en agosto a octubre donde la temperatura es más fresca con alta humedad relativa por las lluvias torrenciales se presentó una severidad de 65% (ABCPE= 4030) y 75% (ABCPE= 4575) respectivamente (Figura 5). En este sentido, los factores ambientales son importantes para la diseminación y progreso de la enfermedad,

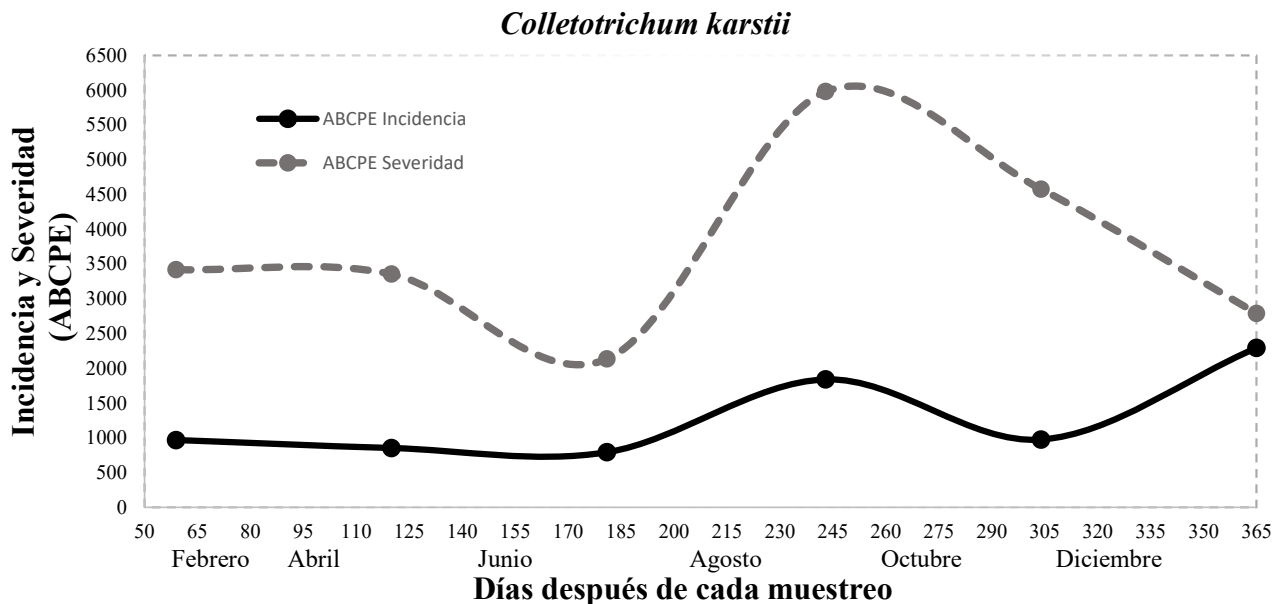


Figure 5. Incidence and severity (area under the disease progress curve) of anthracnose caused by *Colletotrichum karstii* in eight-year-old commercial camedor palm plantations in the year 2021.

Figura 5. Incidencia y severidad (área bajo la curva del progreso de la enfermedad) de antracnosis provocada por *Colletotrichum karstii* en plantaciones comerciales de palma camedor de ocho años de edad en el año 2021.

reported as potential fungi that cause leaf spots in palm, where the disease is disseminated by spores that are easily scattered by wind and rain (Tariq *et al.*, 2015).

## CONCLUSIONS

According to the morphological, molecular characterizations and pathogenicity tests, *Neopestalotiopsis* sp. has been concluded to be the causal agent of leaf spots and *Colletotrichum karstii* is responsible for the anthracnose disease in

principalmente humedad relativa y precipitación juegan un papel en la epidemiología de *Colletotrichum karstii* en huertos de cítricos (Mayorking *et al.*, 2019). Estudios realizados por Velho *et al.* (2014) mencionan que la incidencia y severidad provocada por este patógeno puede defoliar los árboles de manzana y se ve favorecido por la alta humedad y la temperatura. Asimismo, se ha reportado a *Colletotrichum* y *Pestalotiopsis* como hongos potenciales, agentes causales de manchas foliares en palma donde la enfermedad es diseminada por esporas fácilmente dispersada por el viento y la lluvia (Tariq *et al.*, 2015).

camedor palm. The progress of the incidence and severity of these diseases depend on the factors of relative humidity cause by rains and by agronomic management, which reduces palm quality and production. Therefore, this is the first report in Mexico on these pathogens related to the plantation of camedor palm (*Chamaedorea quezalteca*).

#### ACKNOWLEDGEMENTS

To the Plan de Ayala and Sierra Morena *ejidos*, both from the municipal area of Villa Corzo, Chiapas, for collaborating in this research project and to the Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo - Unidad Cuauhtémoc Chihuahua (Food and Development Research Center - Cuauhtémoc, Chihuahua Unit) for the support in the molecular identification of the pathogens.

#### LITERATURE CITED

- Acosta-González U. 2022. Caracterización de aislamientos de *Neopestalotiopsis* spp. y efecto de fungicidas en pre y post-infección en el cultivo de fresa (tesis doctoral), Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. 133p. <https://repositorio.chapingo.edu.mx/handle/123456789/1443>
- Ahmad I, Saeed HAR and Khan MAS. 2020. Ornamental Horticulture: Economic Importance, Current Scenario and Future Prospects. Pp:3-40. In: I. Ul Haq and S. Ijaz, (Eds.), Etiology and Integrated Management of Economically Important Fungal Diseases of Ornamental Palms. Sustainability in Plant and Crop Protection. Vol. 16. Springer, Cham. 274p. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-56330-1\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-030-56330-1_1)
- Aldana de la TJA, Aldana de la TR, Calvache GH y Franco BPN. 2009. Manual de plagas de la palma de aceite en Colombia. (en línea) Colombia. Cenipalma. Bogotá, Colombia. 198p. <http://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/107711>.
- Altschul SF, Gish W, Miller W, Myers EW and Lipman JD. 1990. Basic local alignment search tool. Journal of Molecular Biology 215: 403-410. [https://doi.org/10.1016/S0022-2836\(05\)80360-2](https://doi.org/10.1016/S0022-2836(05)80360-2)
- Ayvar-Serna S, Díaz-Nájera JF, Vargas-Hernández M, Camacho-Tapia M, Valencia-Rojas GA, Lima NB and Tovar-Pedraza JM. 2021. First report of *Colletotrichum jiangxiense* causing avocado anthracnose in Mexico. Plant Disease 105(2): 502. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-20-0459-PDN>

#### CONCLUSIONES

De acuerdo con la caracterización morfológica, molecular y las pruebas de patogenicidad, se concluye que *Neopestalotiopsis* sp. es el agente causal de las manchas foliares y *Colletotrichum karstii* responsable de la enfermedad antracnosis en palma camedor. El progreso de la incidencia y severidad de estas enfermedades son dependientes de los factores de humedad relativa ocasionada por las lluvias y manejo agronómico, esto reduce la calidad y producción de palma, por lo cual, este es el primer reporte en México de estos patógenos asociados al cultivo de palma camedor (*Chamaedorea quezalteca*).

#### AGRADECIMIENTOS

A los ejidos de Plan de Ayala y Sierra Morena, ambos del municipio de Villa Corzo, Chiapas por colaborar en este proyecto de investigación y al Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo - Unidad Cuauhtémoc Chihuahua por el apoyo en la identificación molecular de los patógenos.

~~~~~ Fin de la versión en Español ~~~~~

- Barnett H and Hunter B. 2006. Illustrated genera of imperfect fungi. Fourth edition, The American Phytopathological Society Minnesota, Estados Unidos. 240p.
- Belisário R, Aucique-Pérez CE, Abreu LM, Salcedo SS, de Oliveira WM and Furtado SS. 2019. Infection by *Neopestalotiopsis* spp. occurs on unwounded eucalyptus leaves and is favoured by long periods of leaf wetness. Plant Pathology 69: 194-204. <https://doi.org/10.1016/j.hpj.2020.10.004>
- Broschat TK, Elliott ML and Hodel DR. 2014. Ornamental palms: biology and horticulture. Pp:1-120. In: M. H. Meyer, M. S. Reid and D. Swietlik (Eds.), Horticultural reviews. Wiley-Blackwell. 488p. <https://doi.org/10.1002/9781118916827.ch01>
- Buda Arango G, Trench Ty and Durand L. 2014. El aprovechamiento de palma camedor en la Selva Lacandona, Chiapas, México: ¿Conservación con desarrollo?. Estudios sociales. Revista de alimentación contemporánea y desarrollo regional 22(44): 199-223.

- De los Santos Espinoza J, Paniagua JL y González A. 2005. Informe de mercado de la palma camedor (*Chamaedorea* spp.). Grupo Mesófilo A.C. Oaxaca México. 26p. [https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08c7240f0b64974001214/R7925i\\_Palma\\_camedora.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/media/57a08c7240f0b64974001214/R7925i_Palma_camedora.pdf)
- El-Juhany LI. 2010. Degradation of date palm trees and date production in Arab countries: Causes and potential rehabilitation. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences* 4(8): 3998–4010. <https://www.researchgate.net/publication/236229832>
- Evans M. 1993. Conservation by commercialization. Pp:815-822. In: C. Hladik A. Hladik O. Linares. H. Pagezy. A. Semple and M. Hadley, (Eds.), *Tropical Forests, People and Food: Biocultural Interactions and Applications to Development*. MAB Series. Vol. 13. UNESCO. 852p.
- Fernández-Herrera E, Rentería-Martínez ME, Ramírez-Bustos II, Moreno-Salazar SF, Ochoa-Meza A and Guillén-Sánchez D. 2020. *Colletotrichum karstii*: causal agent of anthracnose of *Dendrobium nobile* in Mexico. *Canadian Journal of Plant Pathology* 42 (4):514-519. <https://doi.org/10.1080/07060661.2020.1731711>
- Gerardo-Lugo SS, Tovar-Pedraza JM, Maharachchikumbura SS, Apodaca-Sánchez MA, Correia KC, Saucedo-Acosta CP and Beltrán-Peña H. 2020. Characterization of *Neopestalotiopsis* species associated with mango grey leaf spot disease in Sinaloa, Mexico. *Pathogens* 9(10): 788. <https://doi.org/10.3390/pathogens9100788>
- Granados SD, Hernández GMA, López RGF y Santiago LM. 2004. El cultivo de palma camedor (*Chamaedorea* sp.) en sistemas agroforestales de Cuichapa, Veracruz. *Revista Fitotecnia Mexicana* 27:233-241. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61027303>
- Hodges RJ, Buzby JC and Bennett B. 2011. Postharvest losses and waste in developed and less developed countries: opportunities to improve resource use. *The Journal of Agricultural Science* 149:37-45. <https://doi.org/10.1017/S0021859610000936>
- Howard FW. 2001. Insect pests of palms and their control. *Pesticide Outlook*, 12, 240–243. <https://doi.org/10.1039/B110547G>
- Khoo YW, Tan HT, Khaw YS, Li S and Chong KP. 2022. First Report of *Neopestalotiopsis cubana* Causing leaf blight on *Ixora chinensis* in Malaysia. *Plant Disease* 106 (10): 2747. <https://doi.org/10.1094/PDIS-02-22-0277-PDN>
- López C, Chanfon S y Segura G. 2005. La riqueza de los bosques mexicanos: más allá de la madera. Experiencias de comunidades rurales. Montana, México, Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales (SEMARNAT) y CIFOR. 200 p. <https://www.cifor.org/knowledge/publication/1890>
- Maharachchikumbura SS, Guo LD, Chukeatirote E, Bahkali AH and Hyde KD. 2011. *Pestalotiopsis*: morphology, phylogeny, biochemistry and diversity. *Fungal diversity* 50 (1):167-187. <https://doi.org/10.1007/s13225-011-0125-x>
- Martínez-Camilo R, González-Espinosa M, Pérez-Farrera MA, Quintana-Ascencio PF and Ruiz-Montoya L. 2011. Evaluation of leaf harvesting effect on *Chamaedorea quezalteca* Standl. & Steyerl. (Palmae), in the El Triunfo Biosphere Reserve, Chiapas, México. *Agrociencia* 45(4): 507-518. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=30219802009>
- Mayorquin JS, Nouri MT, Peacock BB, Trouillas FP, Douhan GW, Kallsen C and Eskalen A. 2019. Identification, Pathogenicity, and Spore Trapping of *Colletotrichum karstii* Associated with Twig and Shoot Dieback in California. *Plant disease* 103(7):1464-1473. <https://doi.org/10.1094/PDIS-08-18-1425-RE>
- Pacheco-Esteve MC, Soto-Castro D, Vásquez-López A, Lima NB and Tovar-Pedraza JM. 2022. First Report of *Colletotrichum chrysophilum* Causing Papaya Anthracnose in Mexico. *Plant Disease* 106 (12):3213. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-22-0681-PDN>
- Pedroza SA and Samaniego JA. 2009. Analisis del area bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE) en patosistemas agrícolas. Pp:179-189. In: Bautista ME, Soto RL and Pérez PR. 2009. Tópicos selectos de estadística aplicada a la fitosanidad. Primera Edición. Colegio de Posgraduados y IPN- CIIDIR-Oaxaca. 235p.
- Pérez-Farrera MA, Martínez-Camilo R, Martínez-Meléndez N, López-Mendoza S, Espinoza-Medinilla EE, Sánchez-Kramsky S y Ruiz-Castillejos C. 2012. Monitoreo de la palma camedor (*Chamaedorea quezalteca*, Arecaceae) en la reserva de la biósfera La Sepultura, en el Estado de Chiapas, México. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Facultad de Ciencias Biológicas. Informe Técnico Final, CONANP. Tuxtla Gutiérrez, México. 112 p.
- Raeder U and Broda P. 1989. Rapid preparation of DNA from filamentous fungi. *Letters in Applied Microbiology* 1:17-20. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.1985.tb01479.x>
- Rebollar-Alviter A, Silva-Rojas HV, Fuentes-Aragón D, Acosta-González U, Martínez-Ruiz M and Parra-Robles BE. 2020. An emerging strawberry fungal disease associated with root rot, crown rot and leaf spot caused by *Neopestalotiopsis rosae* in Mexico. *Plant Disease* 104(8):2054-2059. <https://doi.org/10.1094/PDIS-11-19-2493-SC>
- Ruiz-Cisneros MF, Rios-Velasco C, Berlanga-Reyes DI, Ornelas-Paz JJ, Acosta-Muñiz CH, Romo-Chacón A, Zamudio-Flores PB, Pérez-Corral DA, Salas-Marina MA, Ibarra-Rendón, JE and Fernández-Pavía SP. 2017. Incidence and causal agents of root diseases and its antagonists in apple orchards of Chihuahua, Mexico. *Revista Mexicana de Fitopatología* 35(3):437-462. <https://doi.org/10.18781/R.MEX.FIT.1704-3>
- Saini TJ, Gupta SG, Char BR, Zehr UB and Anandalakshmi R. 2016. First report of chilli anthracnose caused by *Colletotrichum karstii* in India. *New Disease Reports* 34:6. <https://doi.org/10.5197/j.2044-0588.2016.034.006>
- Schmidhuber J and Tubiello FN. 2007. Global food security under climate change. *Proceedings of the National*

- Academy of Sciences 104(50):19703–19708. <https://doi.org/10.1073/pnas.0701976104>
- Shakeel Q, Wu M, Zhang J and Zia-Ul-Haq. 2020. Fungal Diseases of Cat Palm (*Chamaedorea cataractarum*), Bamboo Palm (*Chamaedorea seifrizii*) and Cluster Palm (*Chamaedorea costaricana*). Pp:125-140. In: I. Ul Haq and S. Ijaz (eds), Etiology and Integrated Management of Economically Important Fungal Diseases of Ornamental Palms. Sustainability in Plant and Crop Protection, Vol 16. Springer, Cham. 274p. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-56330-1\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-030-56330-1_6)
- Soares VF, Velho AC., Carachenski A, Astolfi P and Stadnik MJ. 2021. First Report of *Colletotrichum karstii* Causing Anthracnose on Strawberry in Brazil. Plant Disease 105 (10): 3295. <https://doi.org/10.1094/PDIS-03-21-0518-PDN>
- Tariq RMS, Shahzad S and Rajput AQ. 2020. Fungal Diseases of Foxtail Palm (*Wodyetia bifurcata*). Pp:115-123. In: I. Ul Haq and S. Ijaz (eds), Etiology and Integrated Management of Economically Important Fungal Diseases of Ornamental Palms. Sustainability in Plant and Crop Protection, Vol 16. Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-56330-1\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-030-56330-1_5)
- Velho AC, Stadnik MJ, Casanova L, Mondino P and Alaniz S. (2014). First report of *Colletotrichum karstii* causing Glomerella leaf spot on apple in Santa Catarina State, Brazil. Plant Disease 98(1):157-157. <https://doi.org/10.1094/PDIS-05-13-0498-PDN>
- Watanabe T. (2002). Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species. Second edition. CRC PRESS. Boca Raton, Florida, USA. 486 p.
- White TJ, T. Bruns, S. Lee and J. Taylor. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. Pp:315-322. In: M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky and T. J. White (Eds.), PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications. Academic Press, New York. 482p. <http://dx.doi.org/10.1016/B978-0-12-372180-8.50042-1>

**VI Congreso Mundial de  
Agricultura Tropical**

Marzo de 2022



**VI Tropical Agriculture  
World Congress**

March , 2022

Otorga la presente

## CONSTANCIA

A: Martibel Sarmiento Chacón, Miguel Ángel Salas Marina, Vidal Hernández García.

Por su participación con la ponencia «NUEVA ENFERMEDAD FOLIAR EMERGENTE EN PALMA CAMEDOR (Chamaedorea quezalteca) PROVOCADA POR Myrothecium sp.» presentada en la sesión de carteles del VI Congreso Mundial de Agricultura Tropical, del día 23 al 30 de marzo de 2022, en Tampico, Tamaulipas México.

MC. Moisés Ramírez Meraz  
Presidente del Comité Científico

MVZ. Jesús Ma. Quintanilla Casanova  
Presidente del Comité Organizador

UNIVERSIDAD DE CIENCIAS  
Y ARTES DE CHIAPAS  
FACULTAD DE INGENIERÍA

otorga el presente

RECONOCIMIENTO

A

Martibel Sarmiento Chacón,  
Miguel Ángel Salas Marina,  
Vidal Hernández García.

Por haber obtenido el Primer Lugar en el concurso de carteles con el tema  
“*Neopestalotiopsis sp.* Patógeno foliar que amenaza la producción de palma  
camedor en Chiapas” En el marco de la XL Semana de Ingeniería “La Ingeniería en la  
Sociedad”, celebrado los días 26, 27 y 28 de Octubre de 2022.

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas; 28 de octubre de 2022

ATENTAMENTE

“Por la Cultura de mi Raza”

Ing. Mónica Catalina Cisneros Ramos  
Directora de la Facultad de Ingeniería



40° Aniversario de la creación del Programa Educativo de Ingeniería Topográfica







## Constancia de actividades de retribución social

Ciudad de México a 28 noviembre de 2022

Lic. Talía Verónica García Aguiar

Coordinadora de Apoyos a Becarios e Investigadores

PRESENTE

Como parte de los compromisos adquiridos en el numeral 8 "LOS DERECHOS Y OBLIGACIONES DEL BECARIO, DE LA COORDINACIÓN ACADÉMICA DE PROGRAMA DEL POSGRADO POSTULANTE Y DEL CONACYT, CON MOTIVO DE LA ASIGNACIÓN DE LA BECA." de la Convocatoria **BECAS CONACYT NACIONALES 2021**, en la cual el **C. Martibel Sarmiento Chacón** con número de **CVU (1064587)** fue beneficiado con una beca para obtener el grado de **maestro (a)** en el programa **Maestría en ciencias agroforestales** con número de registro PNPC **006364**, que se imparte en **Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas**, se hace constar que el **C. Martibel Sarmiento Chacón** realizó **(1)** actividades de retribución social que se enlistan en el documentó anexo a este documento.

Dichas actividades de retribución social se realizaron durante el periodo **agosto 2020- julio 2022** tiempo que el becario fue alumno regular de esta **Universidad**. Asimismo, hago constar que, conforme a lo establecido en la Ley General de Archivos, la coordinación del posgrado organiza y conserva la evidencia documental de dichas actividades en caso de que el Conacyt o cualquier otra instancia la requiera.

Sin más por el momento, reciba un cordial saludo

Dr. Miguel Ángel Salas Marina

Grado, Nombre y firma del Coordinador del posgrado





## Constancia de actividades de retribución social

Actividad 1. Asesorar a jóvenes de licenciatura en su formación.

Descripción de la actividad: Asesoría o tutoría sobre temas relacionados con sus trabajos terminales o investigaciones.

Fecha de inicio: enero 2022

Fecha de término: junio 2022

Institución en la que se realizó la actividad: universidad de ciencias y artes de Chiapas, facultad de ingeniería sede Villa Corzo.

Nombre del responsable de supervisar la actividad: Dr. Vidal Hernández García


Cargo del responsable de supervisar la actividad: Encargado del laboratorio de biofertilizantes y bioinsecticidas.

Datos de contacto del responsable de la actividad:

E- mail: [vidal.hernandez@unicach.mx](mailto:vidal.hernandez@unicach.mx)

Tel: 963 144 45 79

Descripción del impacto social de la actividad: Contribuir en el asesoramiento de jóvenes que cursan la licenciatura para desarrollar y ejecutar investigaciones que sean relevantes y que causen efectos positivos y contribuyan al mejoramiento de diversas comunidades.

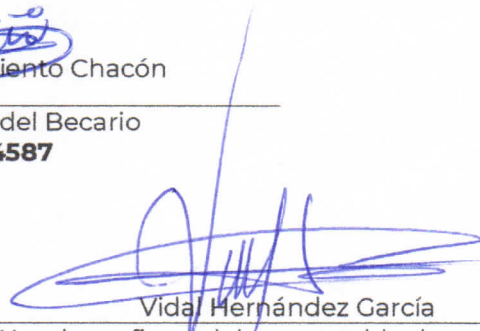
  
Mariibel Sarmiento Chacón

Nombre y firma del Becario  
**CVU 1064587**



Miguel Ángel Salas Marina

Nombre y firma del Coordinador del programa de posgrado



Vidal Hernández García

Nombre y firma del responsable de supervisar la actividad

Sello de la coordinación de posgrado



FACULTAD DE INGENIERÍA  
MAESTRÍA EN CIENCIAS AGROFORESTALES  
SEDE VILLACORZO

Sello de la institución a la que pertenece el responsable de la actividad



UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES  
DE CHIAPAS  
FACULTAD DE INGENIERIA  
COORDINACION  
UNIDAD ACADEMICA VILLACORZO

## Discusiones generales

**Objetivo 1.** Identificar morfológicamente y molecularmente de los patógenos foliares que afectan la producción y calidad de las hojas de la palma camedor.

Se identificaron a *Neopestalotiopsis* sp. y *Colletotrichum karstii* como agentes causales de machas foliares y antracnosis respectivamente, esto se realizó de acuerdo a las características morfológicas siguiendo las claves dicotómicas descritas por (Barnett y Hunter, 2006; Watanabe, 2002). Para la enfermedad foliar ojo de gallo causada por *Neopestalotiopsis* sp. se ha reportado características similares de daños y síntomas en cultivo de fresa (Rebollar *et al.*, 2020) y mango (Gerardo-Lugo *et al.*, 2020). Sin embargo, Maharachchikumbura *et al.*, (2011) y Acosta-González (2022) mencionan que las características morfológicas de *Neopestalotiopsis* sp. no son un medio confiable para la identificación del mismo ya que estas características pueden ser modificadas de acuerdo a las condiciones ambientales.

Investigadores como Kaur *et al.*, (2022) han desarrollado un nuevo método molecular para la identificación rápida y precisa de *Neopestalotiopsis* sp. en cultivos de fresa el cual consiste en la amplificación del PCR fragmento del gen de la  $\beta$ -tubulina usando un conjunto de cebadores (Bt2a y Bt2b) y una enzima de restricción BsaWI. Esta enzima divide dos veces el producto PCR fragmentos de 290 pares de bases (bp) y 130 bp y 20 bp de tamaño que facilita su identificación.

Para *Colletotrichum karstii* se reporta características de daño y síntomas similares en cultivo de *Samanea tubulosa* en São João Evangelista, Minas Gerais, Brasil , (Almeida, 2022), la identificación de *Colletotrichum karstii* en este estudio se basó en el análisis de las características morfológicas, así también en el análisis filogenético de las secuencias ITS (ARN ribosomal 5,8 S y las regiones espaciadoras transcritas internas flanqueantes), act (actina), cal (calmodulina) y gapdh (gliceraldehído-3-

fosfato deshidrogenasa de igual forma se inocularon plantas sanas con el patógeno y se reprodujeron los síntomas observados en las áreas naturales cinco días posteriores a la inoculación.

Para corroborar la identificación morfológica de los patógenos se realizó una identificación molecular utilizando los marcadores moleculares o espaciador de transcripción interno (ITS1 y ITS4) identificando a *Neopestalotiopsis* sp., número de acceso ON860658 en síntomas de manchas foliares y *C. karstii* con número de acceso ON79926 en síntomas de antracnosis (White *et al.*, 1990).

Los síntomas provocados por los patógenos en campo fueron corroborados con los postulados de Koch o pruebas de patogenicidad el cual consistió en inocular plantas sanas con los conidios de los patógenos aislados. Para *Neopestalotiopsis* sp. los síntomas característicos de la enfermedad se manifestaron a los ocho días posteriores a la inoculación coincidiendo con lo reportado por otros autores en diversos cultivos como *Ixora chinensis* (Khoo *et al.*, 2022) en este estudio se inocularon tres plantas sanas cada primera y según da hoja de *Bunga Jejarum* usando una solución de  $1 \times 10^6$  conidios/ml, los síntomas se presentaron a los 7 días posteriores a la inoculación a diferencia de lo reportado por Gerardo-Lugo *et al.*, 2020; Rebollar *et al.*, 2020) en el cual los síntomas se manifestaron a los 10 días posteriores a la inoculación.

Las plantas inoculadas con *C. karstii*, los síntomas característicos de la enfermedad se manifestaron a los tres días posteriores a la inoculación, coincidiendo con los resultados obtenidos por Fernández-Herrera (2020). Por su parte Ayvar-Serna *et al.*, (2021) menciona que los síntomas se presentan a los cinco días posteriores a la inoculación en frutos de aguacate inoculados con el mismo patógeno. Saini *et al.*, (2016) reportó que en frutos de chile los síntomas se mostraron a los 7 días posteriores a la inoculación.

**Objetivo 2.** Cuantificar la incidencia y severidad de las enfermedades

El valor más alto de incidencia ocasionado por *Neopestalotipsis sp.* se registró en febrero (46%) y una severidad mínima de (12%) en el mes de junio Maharachchikumbura *et al.* (2011) afirma que estos valores dependen de las condiciones de la lámina foliar, maduración de las hojas ya que estas se vuelven susceptible a la planta y favorece la penetración del hongo. Aunque los valores de incidencia registrados son bajos es importante señalar que las palmas pierden su valor comercial al no cumplir con los estándares establecidos por el mercado (De los Santos, 2005).

En cuanto a la incidencia y severidad ocasionada por *Colletotrichum kartsii* se observó una máxima de incidencia con 37% y una severidad del 75% según lo reportado por Velho *et al.*, (2014) estos valores se ven favorecidos por la alta humedad y la temperatura. Por su parte Bogates y Mora (2013) menciona que la incidencia y severidad ocasionada por este patógeno esta fuertemente ligado a un fenómeno llamado efecto de dominancia a la Resistencia.

## Conclusiones generales

- Se identificó a *Neopestalotiopsis* sp. como agente causal de la enfermedad mancha foliar y *Colletotrichum karstii* como responsable de provocar la antracnosis y las secuencias obtenidas fueron registrados en la base de datos del GenBank con los números de acceso correspondientes *Neopestalotiopsis* sp. (ON860658) Y *Colletotrichum karstii* (ON799261).
- Las pruebas de patogenicidad (Postulados de Koch) confirmaron que *Neopestalotiopsis* sp. y *C. karstii* son los responsables de provocar las enfermedades de manchas foliares y antracnosis respectivamente.
- El porcentaje de incidencia y severidad anual fue (35.33% y 39.16%) para la enfermedad ojo de gallo y (19.5% y 55.83%) para la enfermedad hojas quemadas.
- Este es el primer reporte de estos agentes causales de las enfermedades ojo de gallo y hojas quemadas en palma camedor en México.

## Bibliografía

- Acosta González, U. (2022). Caracterización de aislamientos de *Neopestalotiopsis* spp. y efecto de fungicidas en pre y post-infección en el cultivo de fresa (tesis doctoral), Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México.
- Aguilar SSA, Rosas, JM Frausto (2001) El cultivo de palma camedor (*Chamaedorea elegans*): alternativa económica para el manejo de acahuals en la región de Pajapan, Veracruz.
- Almeida, RF, Azevedo, DM, Sousa, VM, Alfenas, AC, Alfenas, RF, y Fonseca, NR (2022). Antracnosis en *Samanea tubulosa* causada por *Colletotrichum karstii* en Brasil. *Patología forestal*, 52 (2), e12738.
- Arreola Muñoz, A., G. Cuevas G, R. Becerril Macal, L. Noble Camargo, y M. Altamirano. (2004). El medio físico y geográfico de la Reserva de la Biosfera El Triunfo, Chiapas.
- Barnett H. y Hunter B. (2006). *Illustrated genera of imperfect fungi*. 4ª edición, 4th The American Phytopathological Society Minnesota, Estados Unidos.
- Biodiversidad de los hongos fitopatógenos del suelo de México. Romero, C. S. (1988). *Hongos Fitopatógenos*. Universidad Autónoma de Chapingo. Edo. de México.
- Bogantes A, A., y Mora, E. (2013). Incidencia y severidad de la antracnosis en líneas e híbridos de papaya (*Carica papaya*). *agronomía mesoamericana*, 24(2), 411-417.
- Buda Arango, G., Trench, T., y Durand, L. (2014). El aprovechamiento de palma camedor en la Selva Lacandona, Chiapas, México: ¿ Conservación con desarrollo? *Estudios sociales (Hermosillo, Son.)*, 22(44), 200-223.
- Camilo, R. M. (2010). Efecto del aprovechamiento foliar en *Chamaedorea quezalteca* (Palmae) en el Triunfo, Chiapas, México (Doctoral dissertation, El Colegio de la Frontera Sur).
- Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) de América del Norte. (2003). *En busca de un mercado de América del Norte para la palma sustentable*. 2-4.
- Comisión para la Cooperación Ambiental (CCA) de América del Norte. 2002.
- CONANP Monitoreo Palma Camedor (*Chamaedorea Quezalteca*) En La Reserva De La Biosfera La Sepultura, Chiapas.
- Cúndom, M. A., Cabrera, M. G., y Cejas, P. (2006). Mancha foliar de *Chamaedorea elegans* en Corrientes, Argentina.
- Chase, AR; Broschat, TK. (1991). *Diseases and Disorders of Ornamental Palms*. St. Paul, Minnesota, US, The American Phytopathological Society. 56 p.

- De los Santos E. J., J. López P. y A. González. 2003. Informe de mercado de la palma camedor (*Chamaedorea* spp.). Grupo Mesófilo A. C. 26 p. [http://quin.unepwcmc.org/forest/ntfp/cd/7\\_Market\\_reports/i\\_Palma\\_camedora.pdf](http://quin.unepwcmc.org/forest/ntfp/cd/7_Market_reports/i_Palma_camedora.pdf).
- FAO. (1985). Manual para patólogos vegetales. Lima. 438pp
- Fernández Herrera, E., Rentería-Martínez, M. E., Ramírez-Bustos, I. I., Moreno-Salazar, S. F., Ochoa Meza, A. y Guillén-Sánchez, D. (2020). *Colletotrichum karstii*: agente causal de la antracnosis de *Dendrobium nobile* en México. Canadian Journal of Plant Pathology, 42 (4), 514-519.
- Gaona, G. G., Lara, V. M., Trejo, H. L., y Sánchez, R. G. (2014). Interacción planta-animal de la palma camedor en la reserva de la biosfera "el cielo" Tamaulipas, Mexico. Entomología Mexicana(1), 550.
- Gerardo Lugo, S. S., Tovar-Pedraza, J. M., Maharachchikumbura, S. S., Apodaca-Sánchez, M. A., Correia, K. C., Saucedo-Acosta, C. P. y Beltrán-Peña, H. (2020). Characterization of *Neopestalotiopsis* species associated with mango grey leaf spot disease in Sinaloa, Mexico. Pathogens, 9(10), 788.
- Granados S. D., M. A. Hernández G., G. F. López R. y M. Santiago L. 2004. El cultivo de palma camedor (*Chamaedorea* sp.) en sistemas agroforestales de Cuichapa, Veracruz. Rev. Fitotec. Mex., Vol. 27 (3):233
- INIFAP. (2010). Tecnología de manejo de palma camedor en plantaciones forestales.
- INIFAP. (2018). Tecnología de Producción para el Cultivo de Palma Camedor en la Huasteca de San Luis Potosí. (Tecnología No. 9).
- Jiménez Zarate, M. T. (2019). POTENCIAL REPRODUCTIVO EN *Chamaedorea metallica* Y CRECIMIENTO VEGETATIVO EN *Chamaedorea tepejilote* Y *Chamaedorea elatior*.
- Julca, A.; Echevarría, C.; Ladera, Y.; Borjas, R.; Cruz, R.; Bello, S. y Crespo, R. (2013). Una revisión sobre la roya del café (*Hemileia vastatrix*) algunas experiencias y recomendaciones para el Perú. Lima. IRD Selva -UNALM. FDA. 41pp.
- Kaur, H., Gelain, J., Marin, M. V., Peres, N. A., y Schnabel, G. (2022). Development of a molecular tool for identification of a new *Neopestalotiopsis* sp. associated with disease outbreaks on strawberry. Plant Disease, (ja).
- Khoo, Y. W., Tan, H. T., Khaw, Y. S., Li, S. y Chong, K. P. (2022). First Report of *Neopestalotiopsis cubana* Causing leaf blight on *Ixora chinensis* in Malaysia. *Plant Disease*, 2022 Mar 22. doi: 10.1094/PDIS-02-22-0277-PDN. Epub ahead of print. PMID: 35316084
- López T., L. A. 2003. Recuperación funcional y demográfica post-defoliación en plantas: el caso de palmas Xate (*Chamaedorea elegans* y *C. Oblongata*). Tesis



- de Maestría. Centro de Investigaciones en Ecosistemas, UNAM. México, D.F. México. 150
- Luna, J. M. (2005). Técnicas de colecta y preservación de insectos. Boletín sociedad entomológica Aragonesa, 37, 385-408.
- Maharachchikumbura, S. S., Guo, L. D., Chukeatirote, E., Bahkali, A. H. y Hyde, K. D. (2011). *Pestalotiopsis*: morfología, filogenia, bioquímica y diversidad. Fungal diversity, 50 (1), 167-187.
- Martínez R., M. 1998. Investigaciones sobre recursos no maderables de México: biología evolutiva y conservación de plantas del género *Chamaedorea*. Informe Final del Proyecto CONABIO B024. México, D.F. México. 146
- Martínez Camilo, R., González-Espinosa, M., Pérez-Farrera, M. Á., Quintana-Ascencio, P. F., y Ruiz-Montoya, L. (2011). Evaluation of leaf harvesting effect on *Chamaedorea quezalteca* Standl Y Steyerl.(Palmae), in the El Triunfo Biosphere Reserve, Chiapas, México. Agrociencia (Montecillo), 45(4), 507-518.
- Miceli Mendez, C. L., Lopez Mendoza, S., y Reyes Escutia, F. D. J. (2013). Palma Cola de Pescado: *Chamaedorea ernesti-augusti*.
- Michán, L., & Llorente, J. (2002). Hacia una historia de la Entomología en México. Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos en México , 3 , 3-52.
- Morón, M. A. & R. Terrón (1984). Distribución altitudinal y estacional de los insectos necrófilos en la Sierra Norte de Hidalgo, México.
- Mont, R. (1993). Principios del control de enfermedades de las plantas. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima. Perú. 287 pp
- Palacios E,E. (1994) La palma camedor de la Vertiente del Pacífico de la Sierra Madre de Chiapas.Ochoa, F. (2009). Estudio de Factibilidad de la Cuenca Forestal Industrial de las Huastecas Segunda Fase Tomo I.
- Pacheco-Esteva, M. C., Soto-Castro, D., Vásquez-López, A., Lima, N. B. y Tovar-Pedraza, J. M. (2022). First Report of *Colletotrichum chrysophilum* Causing Papaya Anthracnose in Mexico. Plant Disease, 2022 May 10. doi: 10.1094/PDIS-03-22-0681-PDN. Epub ahead of print. PMID: 35536202.
- Paré, L., y Fontecilla, A. I. (2010). Nuevas mentalidades, formas de producción y consumo: en busca de la sustentabilidad. Patrimonio Cultural, 238-250.
- Pineda-Morales, S.J. 2010. Estudio de mercado nacional y local de palma camedor, xate y spp. Pronatura Sur A.C. 61pp.
- PRONATURA SUR. (2008). Manifiesto de impacto ambiental para el proyecto de manejo sustentable de palma *Chamaedorea Quezalteca* y *Pinnatifrons* en el ejido Tierra y Libertad. Municipio de villaflores, Chiapas. SERMARNAT, 45.
- Quero, J. H. (1994). Flora de Veracruz. Palmae. Fascículo 81. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver. México. 80 p.

[http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumenes/ FLOVER/81-Quero\\_I.pdf](http://www1.inecol.edu.mx/publicaciones/resumenes/FLOVER/81-Quero_I.pdf).

- Ramírez, F. (2005). La palma mayan (*Chamaedorea hooperiana* Hodel): situación actual y evaluación de los efectos de la cosecha de hojas en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, Veracruz. Tesis de Maestría en Ciencias Biológicas (Biología Ambiental), Universidad Nacional Autónoma de México.
- Rebollar A, A., Silva Rojas, H. V., Fuentes-Aragón, D., Acosta-González, U., Martínez R, M. y Parra-Robles, B. E. (2020). An emerging strawberry fungal disease associated with root rot, crown rot and leaf spot caused by *Neopestalotiopsis rosae* in Mexico. *Plant Disease*, 104(8), 2054-2059.
- Rodríguez PV (1994) Palma Camedor: Costos de Producción y Mercado de la Zona de Córdoba Huatusco, Veracruz. Rodríguez, G. M. P. (2001). *Saldivia* G F, C Cherbonnier (1982). De la recolección silvestre al cultivo de la palma camedor, perspectivas de aprovechamiento.
- Saini, T. J., Gupta, S. G., Char, B. R., Zehr, U. B. y Anandalakshmi, R. (2016). First report of chilli anthracnose caused by *Colletotrichum karstii* in India. *New Disease Reports*, 34, 6-6.
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 2001. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Diario Oficial de la Federación. México, D.F. México. 153
- Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP). 2000. Programa de Áreas Naturales Protegidas de México 1995-2000. México, D.F. México. 137
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010 que determina las especies nativas de México de flora y fauna silvestres.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). (2010). Norma Oficial Mexicana NOM-059- SEMARNAT-2010 que determina las especies nativas de México de flora y fauna silvestres.
- Sistema de Información Arancelaria Vía Internet de la Secretaria de Economía (SIAMI). 2010. <http://www.economia-snci.gob.mx:8080/siaviant/siaviMain.jsp>
- Soares, V. F., Velho, A. C., Carachenski, A., Astolfi, P. y Stadnik, M. J. (2021). First Report of *Colletotrichum karstii* Causing Anthracnose on Strawberry in Brazil. *Plant Disease*. 3295.
- Velázquez Hernández, E., y Ramírez, F. (2020). De recolectores a cultivadores certificados: tensiones y articulaciones de saberes territoriales en la Reserva de la Biosfera Los Tuxtlas, Veracruz (México). *Territorios*, (42SPE), 14-37.
- Vergara S, M (1994) El Sistema de Producción Forestal no Maderable en el Estado de Colima, México. El Caso de la Palmilla *Cryosophila nana* (H. B. K.).

Watanabe, T. (2002). Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species. Second edition. CRC Press.

White, T. J., T. Brunts, S. Lee, and J. W. Taylor. 1990. Amplification and direct sequencing of fungal ribosomal RNA genes for phylogenetics. En M. A. Innis, D. H. Gelfand, J. J. Sninsky y T. J. White (Eds.), PCR Protocols: A Guide to Methods and Applications (pp. 315-322). Academic Press, New York.