



Enfermedades fitopatógenas en plantas ornamentales de importancia para la exportación en Guatemala

Phytopathogenic diseases in ornamental plants of importance for export in Guatemala

Doenças fitopatogênicas em plantas ornamentais de importância para a exportação em Guatemala

Claudia Toledo-Perdomo¹

Escuela Nacional Central de Agricultura, Villanueva – Guatemala, Guatemala

 <https://orcid.org/0000-0003-2281-3216>

toledo.perdomo@gmail.com (correspondencia)

DOI: <https://doi.org/10.35622/j.rca.2024.01.002>

Recibido: 26/12/2023 Aceptado: 28/02/2024 Publicado: 20/03/2024

PALABRAS CLAVE

bacterias fitopatógenas, enfermedad, hongos fitopatógenos, plantas de follaje.

RESUMEN. Las plantas ornamentales y de follaje tienen un importante aporte a los guatemaltecos generando aproximadamente 15,000 empleos permanentes, actualmente exportan más de 500 especies y 3,000 variedades plantas ornamentales, presentando en los últimos años un crecimiento en la exportación. El manejo fitosanitario es un factor determinante para la producción y exportación de estas plantas. El objetivo de la investigación fue identificar los hongos y bacterias fitopatógenas que atacan a las plantas ornamentales recolectadas para el estudio. Las plantas se colectaron en campo abierto o invernadero, se colocaron en cámaras húmedas, y se realizaron cortes o raspados para el diagnóstico, posteriormente se emplearon claves taxonómicas. Las plantas evaluadas fueron: Agapanto (*Agapanthus*), Pata de elefante o pony (*Beaucarnea*), Gerbera (*Gerbera*), Anturio (*Anthurium*), Ave del paraíso (*Strelitzia reginae*), Protera (*Protea mellifera*), Magnolia (*Magnolia javieri*), Gladiolo (*Gladiolus*), Xate (*Chamaedorea*), Pascua (*Euphorbia pulcherrima*), gusnay o espatifilio (*spathiphyllum*), clavel (*Dianthus caryophyllus*), cartucho o lirio de agua (*Zantedeschia aethiopica*), Cyclamen (*Cyclamen persicum*), helecho de cuero o Leather Leaf Fern (*Rumohra adiantiformis*), palma areca (*Dyopsis lutescens*), singonio (*Syngonium podophyllum*) y Rosa (*Rosa chinensis*). La mayoría de las enfermedades diagnosticadas fueron hongos fitopatógenos, identificados como: *Mycosphaerella*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Oidium*, *Capnodium*, *Coniothyrium*, *Pestalotiopsis*, *Batcheloromyces*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Phoma*, *Bipolaris*, *Verticillium* y *Cylindrocladium* y solamente una bacteria fitopatógena fue diagnosticada como *Erwinia* en Cyclamen, de las 18 evaluadas. Se concluye que estos fitopatógenos tienen un impacto directo en la producción y comercio de las plantas ornamentales debido a que la estética del producto es un requisito indispensable en estos cultivos.

KEYWORDS

phytopathogenic fungi, phytopathogenic

ABSTRACT. Ornamental and foliage plants make a significant contribution to Guatemalans, generating approximately 15,000 permanent jobs. Currently, they export over 500 species and 3,000 varieties of ornamental plants, showing growth in exports in recent years. Phytosanitary management is a determining factor for the production and export of these plants. The objective of the research was to identify the phytopathogenic fungi and bacteria that attack the ornamental

¹ Investigadora de Escuela Nacional Central de Agricultura, Guatemala.



bacteria, foliage plants, disease.

plants collected for the study. The plants were collected in the open field or greenhouse, placed in humid chambers, and cuts or scrapings were made for diagnosis, subsequently taxonomic keys were used. The plants evaluated were: Agapanthus (*Agapanthus*), Elephant's foot or pony (*Beaucarnea*), Gerbera (*Gerbera*), Anthurium (*Anthurium*), Bird of paradise (*Strelitzia reginae*), Protea (*Protea mellifera*), Magnolia (*Magnolia javieri*), Gladiolus (*Gladiolus*), Chamaedorea Fern (*Rumohra adiantiformis*), areca palm (*Dypsis lutescens*), syngonium (*Syngonium podophyllum*) and Rose (*Rosa chinensis*). Most of the diseases diagnosed were phytopathogenic fungi, identified as: *Mycosphaerella*, *Alermaria*, *Colletotrichum*, *Oidium*, *Capnodium*, *Coniothyrium*, *Pestalotiopsis*, *Batcheloromyces*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Phoma*, *Bipolaris*, *Verticillium* and *Cylindrocladium* and only one phytopathogenic bacteria was diagnosed as *Erwinia* in Cyclamen, of the 18 evaluated. These phytopathogens have a direct impact on the production and trade of ornamental plants because the aesthetics of the product is an essential requirement in these crops.

PALAVRAS-CHAVE

fungos fitopatogênicos, bactérias fitopatogênicas, plantas de folhagem, doença.

RESUMO. As plantas ornamentais e de folhagem têm uma contribuição significativa para os guatemaltecos, gerando aproximadamente 15.000 empregos permanentes. Atualmente, exportam mais de 500 espécies e 3.000 variedades de plantas ornamentais, mostrando crescimento nas exportações nos últimos anos. O manejo fitossanitário é um fator determinante para a produção e exportação dessas plantas. O objetivo da pesquisa foi identificar os fungos e bactérias fitopatogênicos que atacam as plantas ornamentais coletadas para estudo. As plantas foram coletadas em campo aberto ou em casa de vegetação, colocadas em câmaras úmidas, e foram feitos cortes ou raspagens para diagnóstico, posteriormente foram utilizadas chaves taxonômicas. As plantas avaliadas foram: Agapanthus (*Agapanthus*), Pé de elefante ou pônei (*Beaucarnea*), Gérbera (*Gerbera*), Antúrio (*Anthurium*), Ave do paraíso (*Strelitzia reginae*), Protera (*Protea mellifera*), Magnólia (*Magnolia javieri*), Gladiolus (*Gladiolus*), Samambaia Chamaedorea (*Rumohra adiantiformis*), palmeira areca (*Dypsis lutescens*), singônio (*Syngonium podophyllum*) e rosa (*Rosa chinensis*). A maioria das doenças diagnosticadas foram fungos fitopatogênicos, identificados como: *Mycosphaerella*, *Alermaria*, *Colletotrichum*, *Oidium*, *Capnodium*, *Coniothyrium*, *Pestalotiopsis*, *Batcheloromyces*, *Botrytis*, *Fusarium*, *Phoma*, *Bipolaris*, *Verticillium* e apenas uma bactéria fitopatogênica foi diagnosticada como *Erwinia* em Cyclamen, dos 18 avaliados. Esses fitopatógenos impactam diretamente na produção e comercialização de plantas ornamentais, pois a estética do produto é um requisito essencial nessas culturas.

1. INTRODUCCIÓN

Las plantas ornamentales y de follaje tienen un aporte en los guatemaltecos, generando aproximadamente 15,000 empleos permanentes, de los cuales el 80% son mujeres del área rural. Actualmente se exportan más de 500 especies y 3,000 variedades de plantas ornamentales. Durante el año 2021 de enero a noviembre se obtuvo un total de \$136,551,971.00 en exportaciones, donde los principales mercados de exportación son: Holanda, Estados Unidos, Alemania, Japón, Italia y Dinamarca, presentando un crecimiento constante, incrementándose de 8% a un 12% anual (Asociación de Exportadores de Guatemala [AGEXPORT], 2022a). Dentro de las plantas ornamentales y de follaje que produce Guatemala están: aves del paraíso, proteas, ponys, crotón, dragones, lirios, rosas, orquídeas, etc. (AGEXPORT, 2022b.)

En Guatemala, el sector de plantas ornamentales, follajes y flores busca consolidarse como un fuerte exportador en el mercado europeo y estadounidense, además de expandir su oferta exportable hacia otras partes del mundo. Para que este sector siga creciendo en el mercado internacional de Europa y Estados Unidos es necesario cuidar los aspectos fitosanitarios en la producción. Estas empresas exportadoras trabajan con altos estándares de calidad, establecidos como requisitos de los mercados de destino, dentro de estos están las medidas fitosanitarias, protección de la salud humana y la seguridad del entorno natural (AGEXPORT, 2019).

Las plantas ornamentales, que son aquellas plantas cultivadas y comercializadas con fines decorativos o estéticos, pudiendo emplearse para este fin las hojas, tallos, flores, textura y colores del follaje, frutos, aroma, etc., teniendo un alto valor estético (Hernández et al., 2015; Albuquerque & Alves, 2016). Son varios los organismos fitopatógenos, tales como hongos, bacterias, virus y nematodos, que ocasionan daño a las plantas ornamentales, desde leves hasta los que pueden ocasionar la muerte, siendo los hongos fitopatógenos son los causantes de enfermedades más frecuentes en las plantas ornamentales afectando directamente su valor estético (Martínez, 2020).

Los ambientes de invernaderos, casa malla y viveros podrían presentar condiciones ideales de temperatura y humedad para el desarrollo de enfermedades en las plantas ornamentales, considerando la importancia de este sector y la susceptibilidad de estos cultivos ante el ataque de agentes fitopatógenos, es importante hacer un correcto diagnóstico para un manejo preciso y eficaz de la enfermedad (Guarnaccia, et al., 2021).

La oportuna y correcta detección de una enfermedad es clave para el manejo fitosanitario de una plantación, existe muy poca información de plagas y enfermedades que atacan las plantas ornamentales y follaje, la cual es herramienta importante para la realización de los diagnósticos en un breve período de tiempo. Así también, la identificación del patógeno permitirá obtener información verídica de sus características, manejo de la enfermedad, rango de huéspedes, distribución geográfica, etc. (O'Donnell, 2022).

El objetivo de la presente investigación fue identificar los hongos y bacterias fitopatógenos que dañan a las principales plantas ornamentales en Guatemala, esta información servirá como referencia para futuros diagnósticos, para que estos pueden realizarse en menor tiempo y poder establecer estrategias de manejo oportuno evitando pérdidas del cultivo.

2. MÉTODO

El estudio se realizó durante los meses de enero 2022 a enero del año 2024. Las muestras fueron colectadas en el área de producción de plantas ornamentales de la Escuela Nacional Central de Agricultura (ENCA), ubicada en Bárcenas, Villanueva, Guatemala y en el altiplano central de Guatemala.

Las muestras se colectaron en una bolsa plástica debidamente identificadas y se trasladaron al laboratorio de protección vegetal de la ENCA. En el laboratorio, las muestras se colocaron individualmente en cámaras húmedas y se fueron observando cada 24 horas esperando la obtención de estructuras de crecimiento vegetativo y cuerpos fructíferos para su identificación. Según las estructuras obtenidas, se procedió a realizar corte del tejido vegetal o raspados, según fuera necesario. Con el apoyo de un estereoscopio se realizaron los cortes de tejido vegetal, raspados y montajes semipermanentes y posteriormente se observaron en un microscopio.

Se emplearon las claves taxonómicas y otras referencias para la identificación de los hongos presentes: Kendrick (2003), Elliot y Uchida (2024), Aptroot y Crous (2006), Barnett (1986), Manamgoda, et al. (2014), Malloch (s.f.), Sutton (1980), Silverio et al. (2016), Zhang, et al (2012), Zhang, et al (2013).

3. RESULTADOS

De las 18 plantas ornamentales evaluadas que presentaban síntomas de enfermedad, se identificaron 14 hongos fitopatógenos, los cuales fueron *Mychosphaerella*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Coniothyrium*, *Oidium*, *Capnodium*, *Pestalotiopsis*, *Bacheloromyces*, *Botrytis*, *Bipolaris*, *Phoma*, *Fusarium*, *Verticillium* y *Cylindrocladium*. El hongo que mayor número de plantas afectadas durante el período de la evaluación fue *Pestalotiopsis* sp. diagnosticado en seis plantas distintas: *Sterlitzia reginae*, *Protea mellifera*, *Magnolia javieri*, *Rumohra adiantiformis* y *Chamaedorea* sp., seguido por *Fusarium*, el cual afectó a cuatro plantas: *Chamaedorea* sp., *Dianthus caryophyllus*, *Cyclamen persicum*, *Gladiolus* sp. (Tabla 1).

El hongo *Botrytis* sp., fue diagnosticado en tres plantas; *Protea mellifera*, *Euphorbia pulcherrima* y *Rosa chinensis*, mientras que los hongos *Alternaria* y *Colletotrichum*, también se diagnosticaron en tres plantas como se describe a continuación: *Alternaria* en *Agapanthus*, *Beaucarnea* y *Gladiolus*, y el hongo *Colletotrichum* en las plantas: *Agapanthus*, *Anthurium* y *Spathiphyllum* (Tabla 1).

El resto de los hongos diagnosticados se presentaron en una o dos especies de las plantas ornamentales evaluadas (Tabla 1). La mayoría de los hongos fitopatógenos diagnosticados presentaron síntomas necróticos en el área foliar. Solo se diagnosticó a la bacteria fitopatógena *Erwinia* sp. en ciclamen.

Tabla 1

Géneros de hongos fitopatógenos identificados en plantas ornamentales para la exportación en Guatemala

Hongo fitopatógeno	Planta ornamental	
	Nombre científico	Nombre común
Mychosphaerella sp.	Agapanthus sp.	Agapanto
	<i>Sterlitzia reginae</i>	Ave del paraíso
Alternaria sp.	Agapanthus sp.	Agapanto
	<i>Beaucarnea</i> sp.	Pata de elefante/ Pony
	<i>Gladiolus</i> sp.	Gladiolo
Colletotrichum sp.	Agapanthus sp.	Agapanto
	<i>Anthurium</i> sp.	Anturio
	<i>Spathiphyllum</i> sp. <i>Syngonium podophyllum</i>	Gusnay /espatifilo Singonio
Coniothyrium sp.	<i>Beaucarnea</i> sp.	Pata de elefante/ Pony
Oidium sp.	<i>Gerbera</i> sp.	Gerbera
Capnodium sp.	<i>Gerbera</i> sp.	Gerbera
Pestalotiopsis sp.	<i>Sterlitzia reginae</i>	Ave del paraíso
	<i>Protea mellifera</i>	Protea
	<i>Magnolia javieri</i>	Magnolia
	<i>Chamaedorea</i> sp.	Xate
	<i>Rumohra adiantiformis</i> <i>Dypsis lutescens</i>	Helecho de cuero o Leather leaf fern Palma areca
Bacheloromyces sp.	<i>Protea mellifera</i>	Protea
Botrytis sp.	<i>Protea mellifera</i>	Protea
	<i>Euphorbia pulcherrima</i> <i>Rosa chinensis</i>	Pascua roja y Pascua amarilla Rosa
	<i>Chamaedorea</i> sp.	Xate
Fusarium sp.	<i>Dianthus caryophyllus</i>	Clavel
	<i>Cyclamen persicum</i>	Cyclamen
	<i>Gladiolus</i> sp. <i>Cyclamen persicum</i>	Gladiolo Cyclamen
Bipolaris sp.	<i>Zantedeschia aethiopia</i>	Cartucho/ lirio de agua
Verticillium sp.	<i>Cyclamen persicum</i>	Cyclamen
Cylindrocladium sp.	<i>Chamaedorea</i> sp.	Xate

En el Agapanto (*Agapanthus* sp.) los síntomas que se presentaron causados por *Mychosphaerella* (figura 1) fueron: manchas necróticas del ápice de la hoja extendiéndose hacia la parte central de la hoja conforme la enfermedad va progresando, (figura 2). Mientras que los síntomas por *Alternaria* sp. y *Colletotrichum* sp. fueron manchas necróticas en el centro de las hojas (figura 2a). Estas manchas pueden iniciar en el centro de la hoja o en los bordes de la misma. Las estructuras de *Alternaria* sp. fueron conidias y *Colletotrichum* sp. acérvalos y conidias (figura 2 b y c). Los síntomas ocasionados por estos hongos dañan el área foliar de la planta, aunque esta no se comercializa, esto afecta indirectamente al buen desarrollo de las flores.

Figura 1

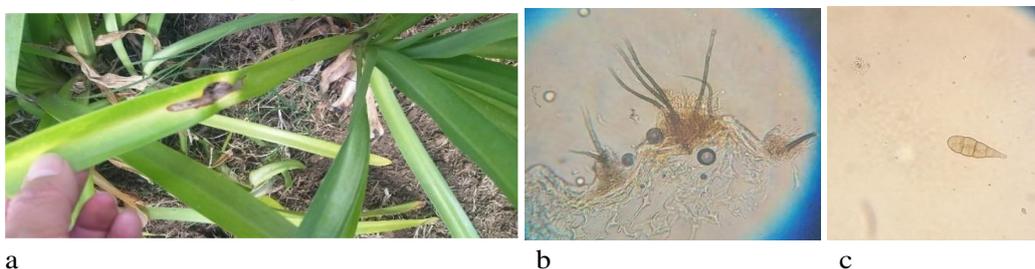
Manchas necróticas en Agapanthus sp. causada por Mychosphaerella sp.



Nota. Mancha necrótica normalmente inicia del ápice de la hoja hacia el centro.

Figura 2

Manchas necróticas en Agapanthus sp. causada por Alternaria sp. y Colletotrichum sp. y estructuras de reproducción de los patógenos.

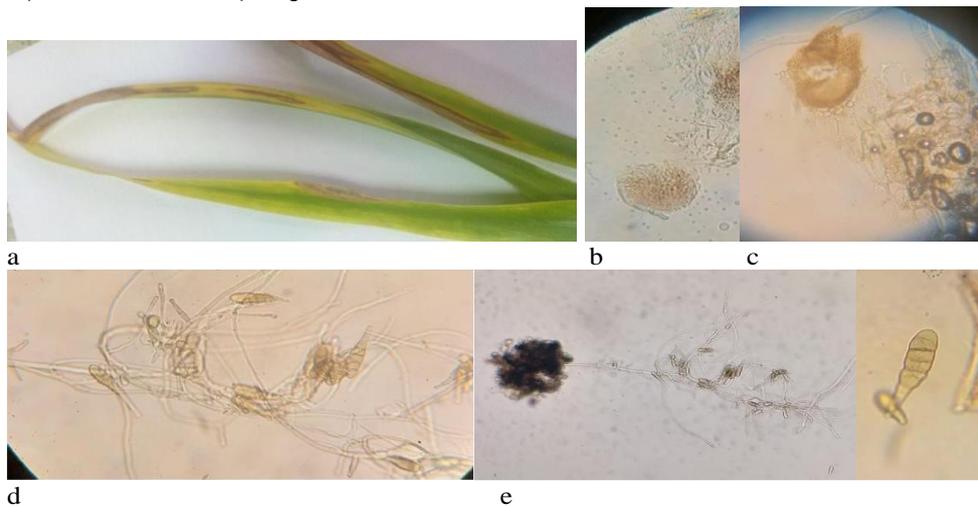


Nota. a. Mancha necrótica en la parte media de la hoja. *Alternaria* sp. y *Colletotrichum* sp.; b. Acérvalo de *Colletotrichum* sp.; c. conidia de *Alternaria* sp. en *Agapanthus*.

En la planta ornamental *Beaucarnea* sp. (Pata de elefante o pony) se diagnosticaron los hongos fitopatógenos *Coniothyrium* sp. y *Alternaria* sp., ambos en una misma mancha necrótica, las cuales se presentaron tanto en la parte apical de la hoja como en las partes centrales, alrededor de las manchas necróticas se observó manchas cloróticas (Figura 3), y durante el diagnóstico se observó las estructuras de reproducción de *Coniothyrium* sp. el picnidio (figura 3 b, c) y conidias y *Alternaria* sp. las conidias (figuras 3 d, e). Esta enfermedad daña directamente el área foliar de la planta (figura 3 a), siendo esta la afectando su valor comercial y normal desarrollo.

Figura 3

Manchas necróticas en Beaucarnea sp. causada por Coniothyrium sp. y Alternaria sp. y estructuras de reproducción de los patógenos

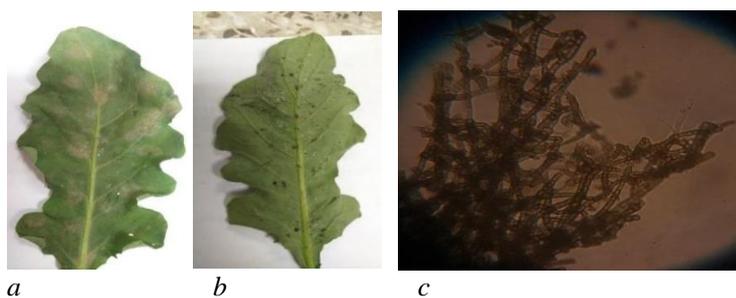


Nota. a. Manchas necróticas y clorosis ocasionadas por *Coniothyrium sp.* y *Alternaria sp.* en hojas de *Beaucarnea sp.*; b, c: Picnidios de *Coniothyrium sp.*; d, e: micelio y conidias de *Alternaria sp.*

En *Gerbera (Gerbera sp.)*, los signos observados fueron en las hojas, que presentaban áreas con micelio y conidias de los hongos creciendo en la superficie con coloración clara, blanquecina correspondientes al hongo *Oidium sp.*, (figura 4a), mientras que las estructuras oscuras pertenecían al hongo *Capnodium sp.* (figura 4a, c). Ambos hongos afectan el área foliar del cultivo, afectando su desarrollo y puede llegar a provocar la defoliación en la planta. También se identificaron los hongos *Penicillium* y *Aspergillus* creciendo cerca o sobre exuvias de mosca blanca en el envés de las hojas (Figura 4b).

Figura 4

Estructuras de reproducción de los patógenos Oidium sp. y Capnodium sp. en hojas de Gerbera. Exuvias de mosca blanca



Nota. *Oidium sp.*; b. restos de exuvias de mosca blanca con desarrollándose *Penicillium sp.* y *Aspergillus sp.*; c. micelio y conidias de *Capnodium sp.*

En el Anturio (*Anthurium sp.*) se identificó al hongo fitopatógeno *Colletotrichum sp.*, se observó el acérvulo con sus conidias (Figura 5a), los síntomas que presentó fueron manchas necróticas en las hojas, las cuales pueden crecer a los bordes de la hoja (Figura 5b.) o en el centro. Estas manchas afectan el desarrollo del área foliar y puede llegar a afectar a la flor de la planta.

Figura 5

Estructuras de reproducción de *Colletotrichum* y síntomas en hojas de Anturio



a

b

Nota. a. acérvulo de *Colletotrichum* sp.; b. manchanecrótica provocada por *Colletotrichum* sp.

En la planta Ave del paraíso (*Strelitzia reginae*) los síntomas que se presentaron fueron mancha necrótica creciendo en el centro de la hoja o cerca de los bordes (Figura 6a). El hongo identificado fue *Mycosphaerella* sp., donde se identificaron el peritecio, ascospory y ascas (Figura 6 b - d). Estas son manchas que pueden alcanzar un tamaño grande en proporción al tamaño de la hoja la afecta en su desarrollo, puede agrietarse el tejido necrótico además de afectar su estética.

Figura 6

Síntomas en hoja de *Strelitzia reginae* provocados por *Mycosphaerella* y estructuras de reproducción



a

b

c

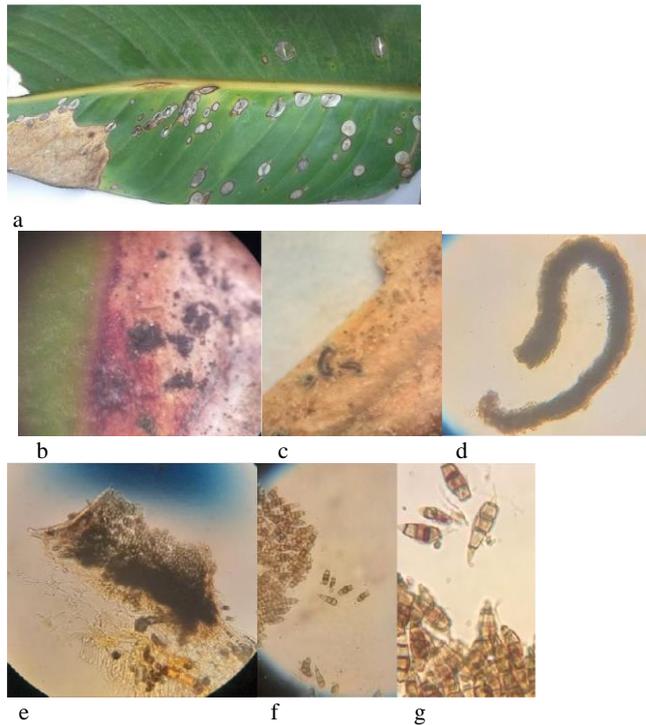
d

Nota. a. con mancha necrótica ocasionada por *Mycosphaerella* sp.; b: Peritecio y asca de *Mycosphaerella* sp.; c.: ascospora de *Mycosphaerella* sp. d. Ascas de *Mycosphaerella* sp.

En *Strelitzia reginae* (Ave del paraíso) se identificó al hongo fitopatógeno *Pestalotiopsis* sp., el cual provocó en la planta el desarrollo de manchas necróticas circulares que van aumentando de tamaño con el tiempo como se observa en la figura 7a. Estas manchas además de aumentar de tamaño también van aumentando en número en el área foliar, afectando el desarrollo y estética de la hoja. Durante el diagnóstico se identificaron las estructuras de reproducción del hongo: acérvulo, conidiomata y conidias de *Pestalotiopsis* sp. (figura 7 b - f).

Figura 7

Síntomas en hoja de *Strelitzia reginae* provocados por *Mychosphaerella* y estructuras de reproducción

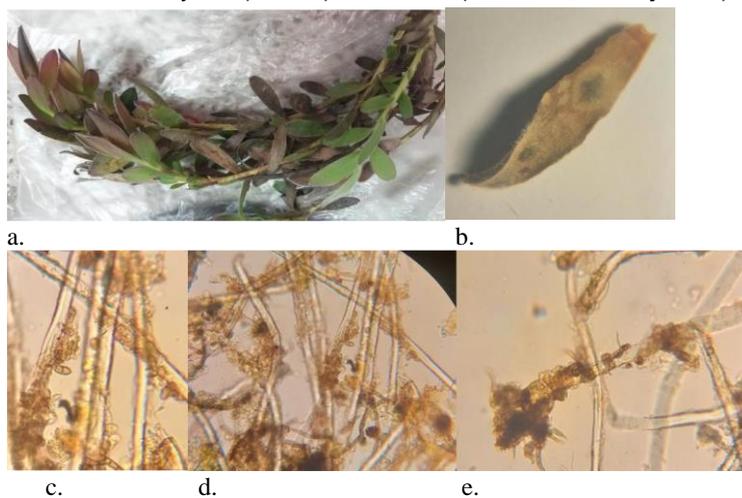


Nota. a. Hoja de *Strelitzia reginae* presentando síntomas ocasionados por *Pestalotiopsis* sp.; b,c,d: *Pestalotiopsis* sp.; conidiomata; e.: acérvulo; f, g: conidias.

En protera (*Protea mellifera* Thunb), se observó micelio y conidias del hongo fitopatógeno *Batcheloromyces* sp. en hojas, provocando marchitamiento en las zonas afectadas (Figura 8 a – e), también se observó en áreas necróticas presencia de micelio y conidias del hongo *Botrytis* sp. en hojas y tallos. La presencia de ambos hongos acelera el daño en las hojas provocando el debilitamiento y defoliación, afectando la producción.

Figura 8

Síntomas en hoja de protea provocados por *Batcheloromyces* sp. y estructuras del hongo

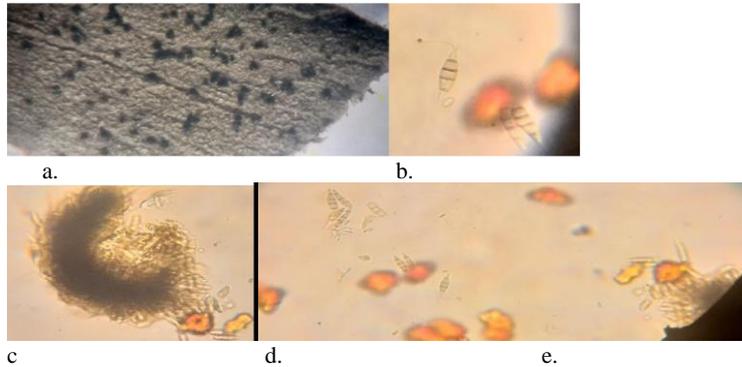


Nota. a. *Protea* (*P. mellifera*) presentando síntomas de *Batcheloromyces* sp.; b, hoja de protea con mancha provocada por *Batcheloromyces* sp. c, d, e: micelio y conidias del *Batcheloromyces* sp.

Otra enfermedad diagnosticada en protea fue el hongo fitopatógeno *Pestalotiopsis* sp., los síntomas observados fueron manchas necróticas donde posteriormente se formaron los acérvulos y conidiomatas (figura 9 a - d). Conforme la enfermedad va progresando las manchas necróticas aumentan de tamaño reduciendo el área foliar sana, debilitando la plantación.

Figura 9

Síntomas en hoja de protea provocados por *Pestalotiopsis* sp. y estructuras del hongo

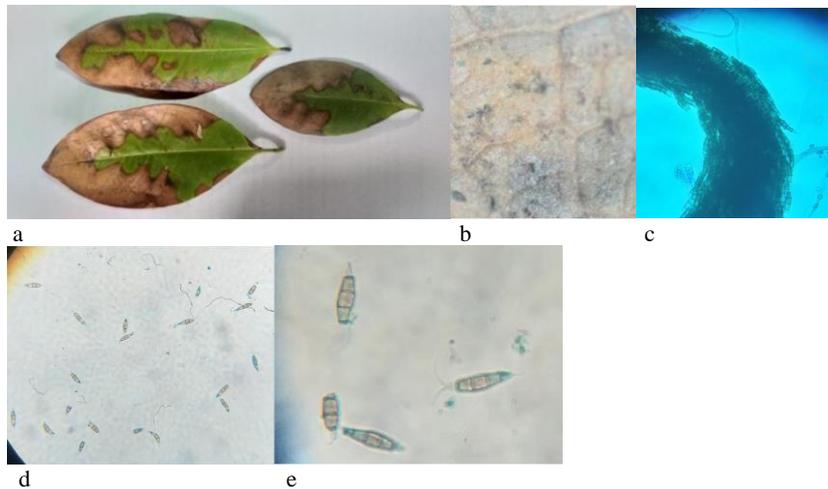


Nota. *Pestalotiopsis* sp.: a. conidiomata; b. conidias; c,d: conidias y conidiomata; e: células conidiógenas

En la planta Magnolia (*Magnolia javieri*), también se diagnosticó al hongo fitopatógeno *Pestalotiopsis* sp., donde se observaron síntomas de manchas necróticas que inician en el borde de la hoja hacia la parte central (figura 10a) y sus estructuras de reproducción conidias y conidiomata (figura 10 b-e). Como se observa en la figura 10 a las áreas necróticas abarcan la mayor parte del área foliar, provocando defoliación y debilitamiento de la planta hasta su muerte.

Figura 10

Síntomas en hoja de magnolia provocados por *Pestalotiopsis* sp. y estructuras del hongo

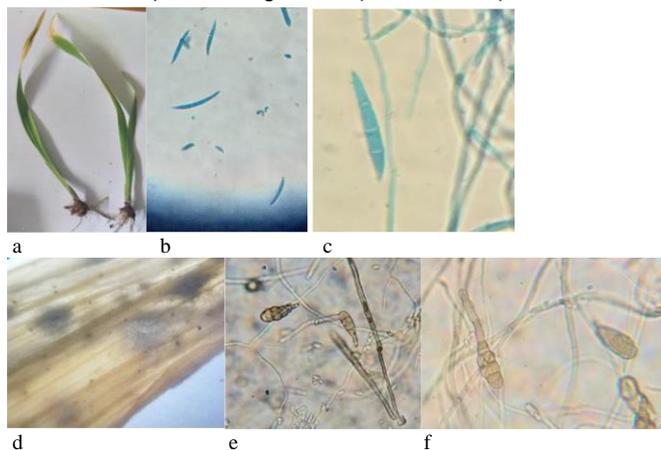


Nota. *Pestalotiopsis* sp. en *M. javieri* a. síntomas; b.- c. conidiomata d. e. conidias.

Durante el diagnóstico realizado en el Gladiolo (*Gladiolus* sp.), se observaron macroconidias y microconidias de *fusarium* sp., la sintomatología observada fue una clorosis en las hojas iniciando por el ápice de estas y reducción del área radicular, donde se encontraron las macro y microconidias (figura 11 a,b,c). También se encontraron micelio y esporas de *Alternaria* sp. en el área foliar, presentando manchas necróticas en las hojas de la planta (figura 11 d,e,f) provocando estas enfermedades el marchitamiento de la planta.

Figura 11

Síntomas en planta de gladiolo provocados por *Fusarium* sp. y *Alternaria* sp., así como estructuras del hongo

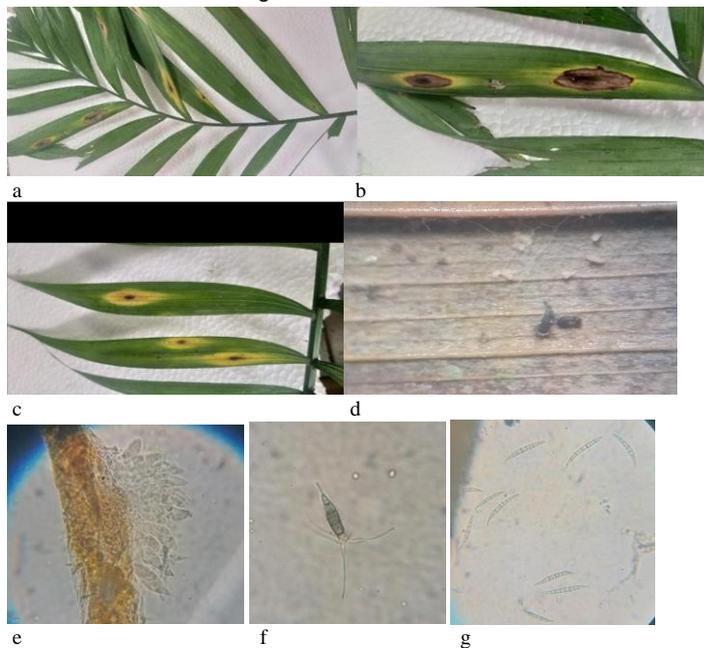


Nota. *Gladiolus* sp. a. Síntomas de *Fusarium* sp. b. macroconidias y microconidias de *Fusarium* sp. y c. macro y microconidias de *Fusarium* sp.; d.:*Alternaria* sp.en Gladiolo; e. Conidia germinando. f. conidias y micelio.

En *Chamaedorea* sp. conocida comúnmente como xate, la planta enferma presentaba manchas necróticas ovaladas con halos cloróticos (figura 12.a- c), al realizar el diagnóstico se observaron conidias, conidiomata y células conidiógenas de *Pestalotiopsis* sp. (fig. 12 b, d). También se observaron macroconidias de *Fusarium* sp. (figura 12 e), así como conidias del hongo fitopatógeno *Cylindrocladium*. Es probable que este complejo de hongos acelere los síntomas, siendo más complicado el manejo de la enfermedad.

Figura 12

Síntomas en hoja de *Chamaedorea* provocados por *Fusarium* sp., *Pestalotiopsis* y *Cylindrocladium* y estructuras de los hongos

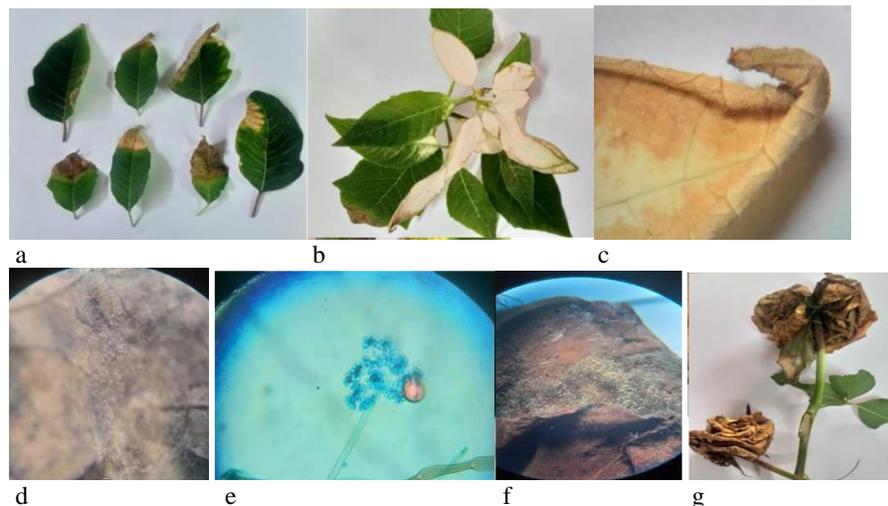


Nota. *Pestalotiopsis* sp. en *Chamaedorea* sp.: a, b,c: síntomas causados por *Pestalotiopsis* sp. y *Cylindrocladium* sp. d. conidiomata de *Pestalotiopsis* sp.; e. células conidiógenas de *Pestalotiopsis* sp.; f. conidia de *Pestalotiopsis* sp.; g. macroconidias de *Fusarium* en *Chamaedorea*.

Botrytis sp. se diagnosticó en pascua (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch). Los síntomas fueron manchas necróticas iniciando del margen hacia adentro de las hojas, la enfermedad se presentó en pascua rojas y amarillas por igual (figura 13 a- c), se observaron los conidióforos y conidias (figura 13 d, e). También se encontró en el cultivo de la rosa (*Rosa chinensis* Jacq.) (figura 13 f y g), los síntomas y signos para este cultivo fueron encontrados en pétalos y hojas de la planta, con manchas necróticas y posteriormente es desarrollo de los conidióforos y conidias, el pedúnculo de la rosa también presentó necrosis (figura 13 g). Este hongo tanto el área foliar como la flor, siendo la principal parte para la comercialización.

Figura 13

Síntomas en flor y hoja en pascua y rosa provocados por Botrytis

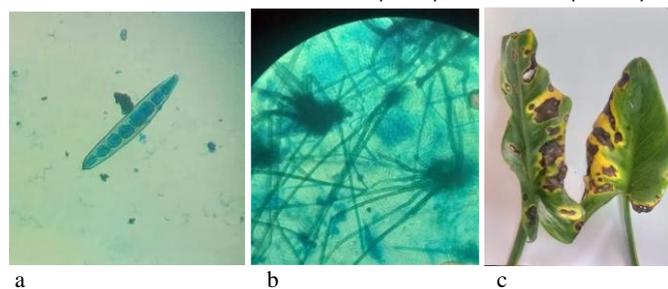


Nota. *Botrytis* en pascua (*Euphorbia pulcherrima* Willd. ex Klotzsch) a. Hojas de pascua con síntomas causados por *Botrytis*; b. signos de *Botrytis* en hoja de pascua (conidióforos); c. conidias y conidióforo de *Botrytis*. f. *Botrytis* sp. en rosa. f y g. Pétalo de rosa y tallo con signos de *Botrytis*.

Los síntomas observados en Cartucho (*Zantedeschia aethiopica*) fueron ocasionados por el hongo *Bipolaris* sp., los cuales fueron manchas necróticas de tamaño y forma irregular con halo clorótico, en donde se desarrollan los conidióforos y conidias (figura 14). Este daño provoca en las hojas pérdida de turgencia y acelera el proceso de pudrición.

Figura 14

Síntomas en Zantedeschia aethiopica provocados por Bipolaris sp. y estructuras del hongo

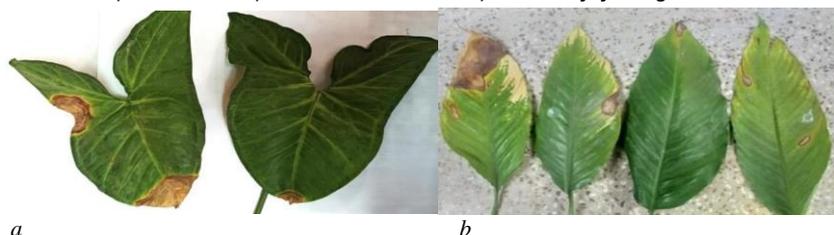


Nota. *Bipolaris* sp. en *Zantedeschia aethiopica* (Cartucho). a. conidia; b. conidióforos y conidia; síntomas ocasionados por *Bipolaris* sp.

Gusnay (*Spathiphyllum kochii*) presentó síntomas de manchas necróticas en el área foliar de la planta iniciando principalmente del margen de la hoja hacia el centro, provocados por el hongo *Colletotrichum* sp. (figura 15a), mientras que singonio (*Syngonium podophyllum*) también presentó síntomas de manchas necróticas provocadas por *Colletotrichum* sp. (figura 15 b). Es una enfermedad donde las áreas necróticas en las hojas crecen rápidamente, afectando el desarrollo normal de la planta, en el caso de singonio que es una planta de follaje sus hojas son las que tienen todo el valor comercial.

Figura 15

Síntomas provocados por *Colletotrichum* sp. Gusnay y singonio



Nota. Síntomas en singonio (a) y gusnay (b) por el hongo *Colletotrichum* sp.

En el cyclamen (*Cyclamen persicum*), se diagnosticó un complejo de organismos fitopatógenos, se presentó *Fusarium* sp. y la bacteria *Erwinia* sp. Inicialmente se observó haces vasculares del bulbo necróticos, posteriormente apareció micelio blanco y las hojas presentaron clorosis, típicos de signos y síntomas por *Fusarium* sp. y posteriormente, luego de permanecer varios días en cámara húmeda, además del desarrollo de micelio y conidias del hongo, se observó exudado bacteriano en el bulbo, tallos y hojas, se presentaron manchas negras en las hojas, conocidas como manchas oleosas, síntoma ocasionado por *Erwinia* sp. (Figura 16). También se identificaron al ácaro del bulbo *Rhizoglyphus echnopus* y la larva de la moscafungus gnats *Bradysia* sp., es importante mencionarlos debido que la presencia de estos podría facilitar la diseminación de las enfermedades provocadas por *Fusarium* y *Erwinia*. Tanto *Fusarium* como *Erwinia* son enfermedades que pueden provocar la muerte de la planta en un período muy corto de tiempo, ocasionando grandes pérdidas económicas.

Figura 16

Síntomas provocados por *Fusarium* sp. y *Erwinia* en *Cyclamen*



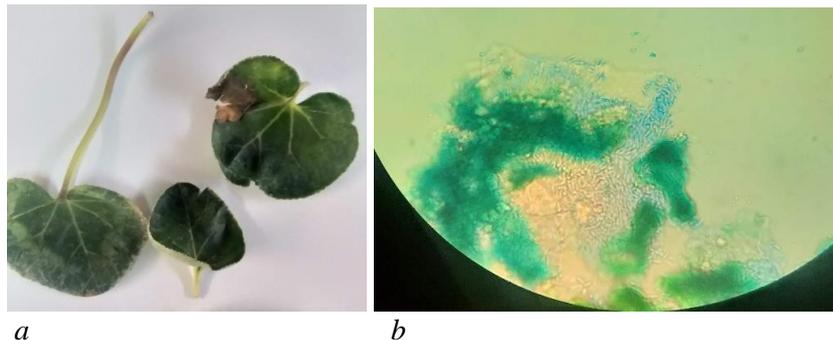
Nota. Síntomas en *Cyclamen* por complejo de organismos fitopatógenos: *Fusarium* sp. y *Erwinia* sp. a. tallos con micelio blanco de *Fusarium* sp. y haces vasculares del bulbo necróticos, primeros síntomas (b - d), bulbo

con exudado bacteriano y hojas con manchas oleosas por *Erwinia* sp. síntomas que aparecieron posteriormente.

Otra enfermedad que también fue diagnosticada en *Cyclamen* fue *Phoma* sp., la sintomatología presentada por esta enfermedad fue manchas necróticas, posteriormente presento agrietamiento en el tejido vegetal muerto (Figura 17 a). Durante el diagnóstico se observó el picnidio y conidias de *Phoma* sp. (fig. 17 b). Esta enfermedad es menos agresiva que *Erwinia* y *Fusarium*, sin embargo, al afectar el área foliar de la planta incide en el normal desarrollo de la misma, así como la estética del producto.

Figura 17

Síntomas provocados por Phoma sp. en Cylamen

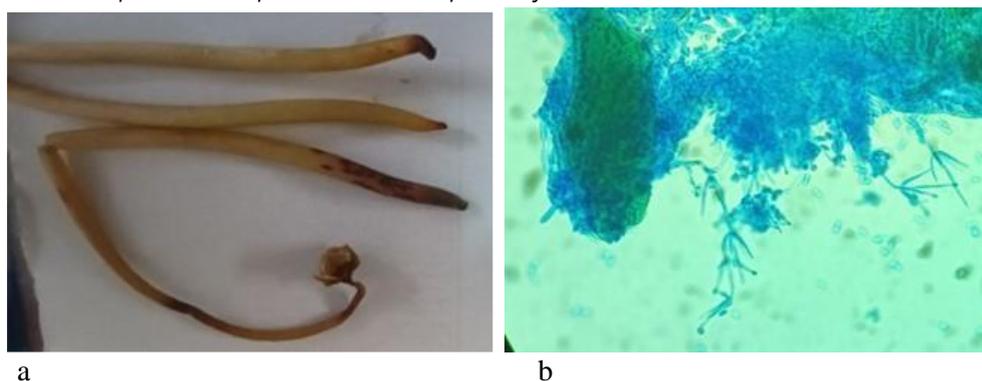


Nota. Phoma en Cyclamen. a. necrosis foliar. b. picnidio y conidias de Phoma sp.

En los tallos de *Cyclamen* (*Cyclamen persicum*) se desarrollaron manchas marrones en el área basal, estos empezaron a perder turgencia con forme avanzaba la enfermedad, ocasionado por el hongo *Verticillium* sp., del cual se observaron conidias y conidioforos (fig. 18 a y b). Además de la sintomatología en los tallos, las hojas van presentando una clorosis progresiva hasta llegar a ser generalizada en toda la hoja y finalmente causa la muerte de la hoja.

Figura 18

Síntomas provocados por Verticillium sp. en Cylamen

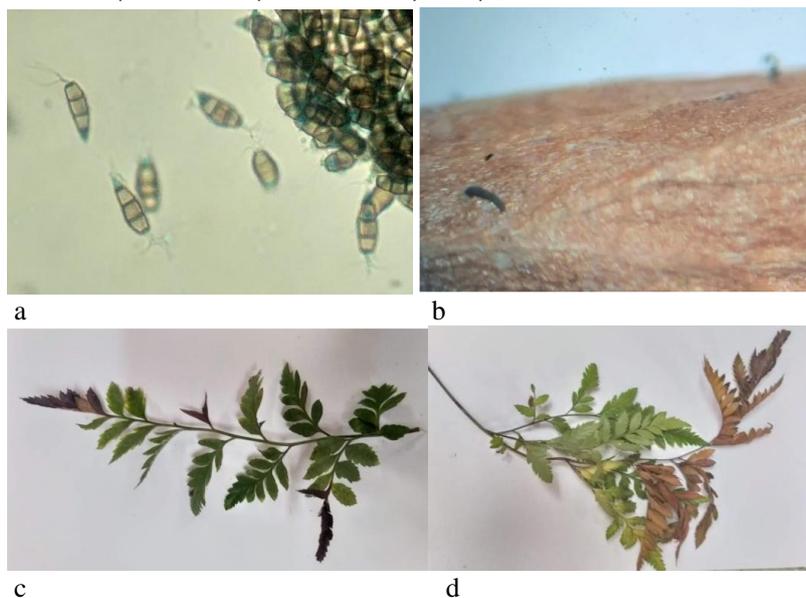


Nota. Verticillium sp. en Cyclamen (Cyclamen persicum). a. Sintomatología en tallosa.; b. conidióforo y conidias.

En el helecho de cuero o leather leaf fern (*Rumohra adiantiformis*), se diagnosticó la enfermedad conocida comúnmente como chicharón, que consiste en presentar hojas necróticas, se identificó al hongo fitopatógeno *Pestalotiopsis* sp. (figura 19). También se identificaron conidias de *Alternaria* sp. en la misma sintomatología de la planta. El aspecto generalizado en el follaje es un marchitamiento en este.

Figura 19

Síntomas provocados por *Pestalotiopsis* sp. en helecho de cuero

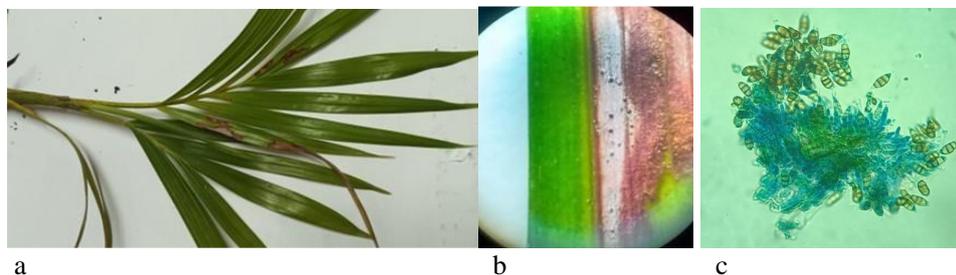


Nota. *Pestalotiopsis* sp. (a y b) conidias y conidiomata. (c y d) sintomatología: necrosis foliar.

También se diagnosticó *Pestalotiopsis* en palma areca (*Dypsis lutescens*), sus síntomas fueron manchas necróticas, donde luego de colocar la planta en cámara húmeda sedesarrolló la conidiomata (fig. 20 a, b, c). Esta enfermedad va afectando los foliolos con manchas marrones, debilitando a la planta.

Figura 20

Síntomas provocados por *Pestalotiopsis* sp. en helecho de cuero



Nota. *Pestalotiopsis* sp. en palma areca (*Dypsis lutescens*). sintomatología: necrosisfoliar (a); conidiomanta (b); conidias (c).

4. DISCUSIÓN

Del total de diagnósticos realizados la mayoría correspondieron a hongos fitopatógenos, siendo este, un resultado esperado. Estas enfermedades se diseminan fácilmente por el viento, agua, herramientas de campo, etc., dificultando su manejo y control, tanto en campo abierto como en invernaderos. Otros agentes de diseminación de los hongos y bacteria diagnosticadas son algunos artrópodos como los insectos y ácaros. En laboratorio se observaron ácaros, las moscas fungus gnat y trips entre las estructuras de los hongos fitopatógenos y bacteria estudiadas. También la humedad en que se encontraban las plantas, principalmente en los invernaderos pudo haber favorecido el desarrollo de estas enfermedades. La mayoría de los fitopatógenos diagnosticados provocaron manchas necróticas donde además de dañar la planta afecta su valor estético.

Según Punja (2006) y Mekapogu, et al. (2021), quienes indican que, entre las enfermedades ocasionadas a las plantas por agentes fitopatógenos como: hongos, bacterias, virus y viroides, el 70% son ocasionadas por hongos, afectando significativamente al cultivo, llegando a representar hasta un 30 a 40% de pérdidas. Dentro de los síntomas que presentan las enfermedades por hongos en plantas ornamentales según Mekapogu, et al. (2021), están: manchas foliares, tizones, royas, mildiú polvoriento y mildiú veloso, de los cuales, la mayoría de los síntomas obtenidos en la presente investigación fueron las manchas foliares necróticas y tizones.

El hongo que presentó mayor número de plantas afectadas durante el período de la evaluación fue *Pestalotiopsis* sp. diagnosticado en seis plantas distintas. Este se encuentra ampliamente distribuido en ecosistemas tropicales y templados (Maharachchikumbura et al. 2011). *Pestalotiopsis* es hongo que cuenta con un amplio rango de especies huésped, causando una diversidad de síntomas, tales como: manchas foliares, canchros, muerte regresiva de brotes, tizones, clorosis, pudriciones, cancro de las vainas, pudrición de la fruta antes y después de la cosecha y gomosis (Keith et al 2006; Espinoza et al. 2008).

Han sido reportadas muchas especies de *Pestalotiopsis* asociadas con enfermedades en plantas ornamentales, presentando síntomas de manchas foliares (Tshering & Sadruddin, 2023; Zhang, et al, 2013). Las especies de *Pestalotiopsis* se reportan principalmente en hojas y tallos y enfermedad post cosecha, pudiendo ocasionar enfermedades a las plantas desde leves hasta severas ocasionando grandes pérdidas económicas (Keith, et al., 2006).

El patógeno se ha reportado en plantas herbáceas, leñosas y ornamentales. Además, también hay registros como un hongo endófito en una amplia gama de huéspedes asintomáticos (EFSA PLH Panel, et al., 2023), estas características favorecen al *Pestalotiopsis*, y podrían explicar porque en este estudio fue el hongo que se encontró en mayor número de hospederos. El género *Pestalotiopsis* presenta diversidad de especies que pueden ocasionar poco daño hasta severos reportados en algunas plantas ornamentales (Hopkins & McQuilken, 2000).

Seguido de *Pestalotiopsis*, el hongo *Fusarium*, fue el que afectó a cuatro plantas en la investigación. Las enfermedades de las plantas transmitidas por hongos del suelo como *Fusarium* y *Verticillium* están provocando cada vez más pérdidas devastadoras en la producción agrícola (Yuan et al., 2020). En gladiolo, *Fusarium* se ha reportado como una de las enfermedades más graves que se presentan en este cultivo (Tehrani Tehrani, et al., 2020). Los daños pueden ser aún mayores cuando se presenta un complejo de microorganismos fitopatógenos, como un hongo y una bacteria, los cuales se presentaron en el Cyclamen: *Fusarium* y *Erwinia*, para estos casos no solo el diagnóstico es más complejo, también el manejo de la enfermedad.

Mientras que los hongos *Botrytis*, *Alternaria* y *Colletotrichum* fueron diagnosticados en tres plantas distintas. *Botrytis* sp. es un hongo fitopatógeno que afecta a un amplio grupo de plantas ornamentales, tanto en invernadero como en campo abierto, afectando hojas, tallos, flores, etc., y provoca manchas en los pétalos, tizón de las flores, amarillamiento de los sépalos y curvatura de los pedúnculos, entre otros síntomas. Es un patógeno importante debido a su impacto económico en la industria de las flores de corte (Bika, et al. 2021).

Distintas especies del hongo fitopatógeno *Colletotrichum* también son consideradas entre los agentes patógenos en plantas ornamentales, frutas y hortalizas. Se han reportado varias especies de *Colletotrichum* en viveros. Guarnaccia, et al (2021), reportaron la presencia y diversidad de *Colletotrichum* en jardines de Italia, durante un estudio de siete años, obteniendo un total de 22 especies de *Colletotrichum* asociadas a plantas ornamentales, provocando síntomas de antracnosis en tallos y hojas. En el presente estudio, se diagnosticó

Colletotrichum en *Agapanthus*, *Anthurium* y *Spathiphyllum*, de los cuales, cultivados encasa malla fueron: *Anthurium* y *Spathiphyllum*, mientras que el *Agapanthus* en campo abierto, las tres especies presentaron síntomas característicos de antracnosis.

El género *Alternaria* es un hongo con especies saprófitas, endófitas, donde muchas de estas afectan a plantas y animales, con un amplio rango de hospederos (DeMers, 2022), como los vegetales, frutales, cereales, etc. Freire et al. (2017), estudiaron 117 plantas enfermas, de las cuales, en 71 plantas se diagnosticó a *Alternaria*. Matić et al. (2020), obtuvieron 22 especies de *Alternaria*, procedentes de 13 plantas ornamentales, en este estudio ellos identificaron en la mayoría de las plantas al complejo de las especies *A. alternata* y *A. arborescens*, presentando el síntoma de manchas foliares.

En la planta pata de elefante (*Beaucarnea* sp.) se diagnosticó a *Coniothyrium*. La especie *Coniothyrium concentricum* fue reportado por primera vez en *Agave* sp., *Beaucarnea recurvata*, *Dracaena* sp., *Dracaena draco*, *Rhopalostylis* sp., *Sansevieria* sp., *Trachycarpus fortunei*, *Yucca* sp. por Braithwaite, et al., (2006), en un estudio que realizaron en Nueva Zelanda en plantas ornamentales tropicales, cultivadas en viveros. Los síntomas fueron lesiones necróticas en las hojas.

En la planta Ave del paraíso (*Strelitzia reginae*) los síntomas que se presentaron fueron mancha necrótica creciendo en el cetro de la hoja o cerca de los bordes, síntomas similares los presentó el *Agapanthus* en ambas plantas el hongo identificado fue *Mychosphaerella* sp., este hongo ha sido reportada en plantas de la familia Alliaceae, las especies *Mychosphaerella* ocasionando manchas necróticas en las hojas y se identificaron como la especies *Mycosphaerella agapanthi* y *Mycosphaerella agapanthi-umbellati* (Aptroot, 2006).

En cuanto a ave del paraíso (*Strelitzia regia*), la Sociedad Americana de Fitopatología en 1997 señala *Mycosphaerella* junto a otros hongos fitopatógenos causantes de lesiones foliares en plantas del orden zingiberales a nivel mundial (Robinson, & Galán, 2010). Rivas y Tobar Mesa (2015), realizaron un estudio fitosanitario en 12 especies y 3 variedades de plantas del orden Zingiberales, se identificaron 13 hongos fitopatógenos dentro de los cuales se encuentra *Mycosphaerella musicula*, *Pestalotia* y *Fusarium*.

Los síntomas provocados por *Batcheloromyces* sp. en protea en las hojas han sido reportados como manchas circulares o irregulares, iniciando pequeñas, incrementándose con el tiempo, a veces cubre grandes áreas de la hoja con manchas no necróticas de color marrón pálido a oscuro y finalmente decoloración en esta (Taylor, et al., 1999), estos síntomas se observaron en la presente investigación en las hojas que se diagnosticaron con el hongo *Batcheloromyces* sp.

Así también, Huertas et al., (2022), reportan a *Batcheloromyces* como uno de los hongos fitopatógenos que ocasionó daños entre los años 2015 y 2016 en protea, considerando que la severidad de la enfermedad pudo deberse a la sensibilidad de cada cultivar, un factor más importante que las propias condiciones climáticas.

Otra enfermedad que también fue diagnosticada en *Cyclamen* fue *Phoma* sp., este género se encuentra comúnmente en cultivos de importancia económica, donde causan daños devastadores a las plantas. Muchos cultivos se ven afectados por *Phoma* spp. Como las hortalizas, plantas ornamentales y cítricos (Atik, 2022). Los síntomas que van desde el tizón en las hojas hasta la pudrición de las raíces e incluso el marchitamiento de la planta. Después de una infección exitosa, el patógeno produce fitotoxinas que alteran la eficiencia fotosintética de la planta (Deb et al., 2020).

Con estos resultados se espera facilitar los diagnósticos posteriores, poder establecer planta de manejo de estas enfermedades en invernaderos y campo abierto. Tomando en cuenta los resultados basados en diagnósticos de cortes de tejido vegetal y raspados, se recomienda realizar estudios moleculares y pruebas de patogenicidad para la identificación de las especies diagnosticadas.

5. CONCLUSIONES

Se identificaron hongos y bacterias fitopatógenas que afectan a las 18 plantas ornamentales del estudio. La mayoría provocaron manchas cloróticas y necróticas en el área foliar afectando la estética de la planta lo que posteriormente significará un impacto económico en la comercialización. Otros síntomas fueron daños radiculares y en tallos. Los hongos y bacterias diagnosticados fueron: *Mychosphaerella*, *Alternaria*, *Colletotrichum*, *Coniothyrium*, *Oidium*, *Capnodium*, *Pestalotiopsis*, *Batcherolomyces*, *Botrytis*, *Bipolaris*, *Phoma*, *Fusarium*, *Verticillium* y *Cylindrocladium* y la bacteria *Erwinia*. Estos hongos se diseminan fácilmente con el viento, artrópodos y agua, por lo que importante tomar en cuenta estos factores para el manejo de las enfermedades. Estos resultados permitirán establecer estrategias de manejo integrado, así como facilitar el diagnóstico como una fuente de referencia.

Conflicto de intereses / Competing interests:

La autora declara que no incurre en conflictos de intereses.

Rol de los autores / Authors Roles:

No aplica.

Fuentes de financiamiento / Funding:

La autora declara que no recibió financiamiento para la realización de la investigación.

Aspectos éticos / legales; Ethics / legals:

La autora declara no haber incurrido en aspectos antiéticos, ni haber omitido aspectos legales en la realización de la investigación.

REFERENCIAS

- Asociación de Exportadores de Guatemala (2022a). *Comisión de plantas ornamentales y de follaje*. <https://cutt.ly/qw7GNoOU>
- Asociación de Exportadores de Guatemala. (21 de junio de 2022b). *La Comisión de Plantas Ornamentales mostró su oferta exportable durante AGRITRADE 2022*. <https://cutt.ly/4w7GNyT2>
- Asociación de Exportadores de Guatemala. (21 de agosto de 2019). *Esta es la nueva recategorización de actividades para el sector de plantas ornamentales*. <https://cutt.ly/uw7GMvNt>
- Albuquerque, U.P., Alves, R.R.N. (2016). *Introduction to ethnobiology*. Springer Link. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-28155-1>
- Aptroot, A., & Crous, P. W. (2006). *Mycosphaerella and its anamorphs* (2ª ed.). Centraalbureau voor Schimmelcultures.
- Atik, O. (2022). Phoma Diseases: Identification, Epidemiology, and Strategies for Management en Rai, M., Zimowska, B., Kövics, G.J. (Eds.) *Phoma: Diversity, Taxonomy, Bioactivities, and Nanotechnology* (pp. 121–134). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-81218-8_7
- Barnett, H.L. and Hunter, B.B. (1986) *Illustrated Genera of Imperfect Fungi* (4ª ed.). Macmillan Publishing.

- Bika, R., Baysal-Gurel, F., & Jennings, C. (2021). Botrytis cinerea management in ornamental production: a continuous battle. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 43(3), 345-365. <https://doi.org/10.1080/07060661.2020.1807409>
- Braithwaite, M., Hill, C. F., Ganev, S., Pay, J. M., Pearson, H. G., & Alexander, B. J. R. (2006). A survey of subtropical nursery plants for fungal diseases in Northland. *New Zealand Plant Protection*, 59, 132-136. <https://doi.org/10.30843/nzpp.2006.59.4449>
- Deb, D., Khan, A., & Dey, N. (2020). Phoma diseases: Epidemiology and control. *Plant Pathology*, 69, 1203-1217. <https://doi.org/10.1111/ppa.13221>
- DeMers, M. (2022). *Alternaria alternata* as endophyte and pathogen. *Microbiology*, 168(3), 1153-111168. <https://doi.org/10.1099/mic.0.001153>
- EFSA PLH Panel (EFSA Panel on Plant Health), Bragard, C., Baptista, P., Chatzivassiliou, E., Di Serio, F., Gonthier, P., Jaques Miret, J. A., Justesen, A. F., MacLeod, A., Magnusson, C. S., Milonas, P., Navas-Cortes, J. A., Parnell, S., Potting, R., Stefani, E., Thulke, H.-H., Van der Werf, W., Civera, A. V., Yuen, J., ... Reignault, P. L. (2023). Pest categorisation of *Pestalotiopsis disseminata*. *EFSA Journal*, 21(12), e8494. <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2023.8494>
- Elliott, M.L. & Uchida, J.Y. (2024). *Diseases and Disorders of Ornamental Palms*. Advancing the Science of Plant Pathology <https://cutt.ly/Fw7G2CV2>
- Espinoza, J. G., Briceño, E. X., Keith, L. M., & Latorre, B. A. (2008). Canker and Twig Dieback of Blueberry Caused by *Pestalotiopsis* spp. and a *Truncatella* sp. in Chile. *Plant disease*, 92(10), 1407-1414. <https://doi.org/10.1094/PDIS-92-10-1407>
- Freire, M.G., Mussi-Dias, V., Mattoso, T.C., Henk, D.A., Mendes, A.C., Macedo, M.L., Turatti, C., Machado, S.W., & Samuels, R.I. (2017). Survey of endophytic *Alternaria* species isolated from plants in the Brazilian restinga biome. *IOSR Journal of Pharmacy and Biological Sciences*, 12, 84-94. <https://doi.org/10.9790/3008-1202038494>
- Guarnaccia, V., Martino, I., Gilardi, G., Garibaldi, A., & Lodovica Gullino, M. (2021). *Colletotrichum* spp. causing anthracnose on ornamental plants in northern Italy. *Journal of Plant Pathology*, 103, 127-137. <https://doi.org/10.1007/s42161-020-00684-2>
- Hernández, M., Pujol, D.S., & Morales, A. (2015). Auge y Caída de nuevas Naturalezas urbanas plantas ornamentales y expansión turístico-residencial en Alicane. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 68, 129-15.
- Huertas, E., Guzmán, M., Chávez, N., & Molina, F. (14-19 de mayo de 2022). *Risks map of pests and diseases of the proteas in La Palma (Canary Islands)* [Conferencia]. XIV Simposio Internacional de Investigación de Protea (pp. 143-148), Brena Baja, La Palma & La Laguna, Tenerife-Spain. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1347.21>
- Hopkins, K.E., & McQuilken, M.P. (2000). Characteristics of *Pestalotiopsis* associated with hardy ornamental plants in the UK. *European Journal of Plant Pathology*, 106, 77- 85.

- Keith, L.M., Velasquez, M.E. & Zee, F.T. (2006). Identification and Characterization of *Pestalotiopsis* spp. Causing Scab Disease of Guava, *Psidium guajava*, in Hawaii. *Plant Disease*, 90(1), 16-23. <https://doi.org/10.1094/PD-90-0016>.
- Kendrick, B. (2003). Analysis of morphogenesis in hyphomycetes: new characters derived from considering some conidiophores and conidia as condensed hyphal systems. *Canadian Journal of Botany*, 81(2), 75-100. <http://dx.doi.org/10.1139/b03-008>
- Maharachchikumbura S. S. N., Guo L. D., Chukeatirote E., Bahkali A. H., Hyde K. D. (2011). *Pestalotiopsis*-morphology, phylogeny, biochemistry and diversity. *Fungal Diversity*, 50, 167-187. <https://doi.org/10.1007/s13225-011-0125>
- Manamgoda, D.S., Rossman, A.Y. Castlebury, L.A., Crous, P.W., Madrid, H., Chukeatirote, E., & Hyde, K.D. (2014). The genus *Bipolaris*. *Studies in mycology*, 79, 221-288. <https://doi.org/10.1016/j.simyco.2014.10.002>.
- Mekapogu M, Jung J-A, Kwon O-K, Ahn M-S, Song H-Y, Jang S. Recent Progress in Enhancing Fungal Disease Resistance in Ornamental Plants. *International Journal of Molecular Sciences*. 2021, 22(15), 7956. <https://doi.org/10.3390/ijms22157956>
- Malloch, D. (s.f.). *Moulds, Their Isolation, Cultivation, and Identification*. The mycology web pages. Recuperado el 27 de enero de 2024 de <https://cutt.ly/Nw7G35xX>
- Matić, S., Tabone, G., Garibaldi, A., & Gullino, M. L. (2020). *Alternaria* leaf spot caused by *Alternaria* species: an emerging problem on ornamental plants in Italy. *Plant Disease*, 104(8), 2275-2287.
- Martínez, A. (2020). *Enfermedades más comunes de plantas ornamentales en Georgia*. Boletín 1230-SP. <https://cutt.ly/Qw7G19mu>
- O'Donnell, K., Whitaker, B.K., Laraba, I., Proctor, R.H., Brown, D.W., Broders, K., Kim, H., McCormick, S.P., Busman, M., Aoki, T., Torres-Cruz, T.J., & Geiser, D.M. (2022). DNA sequence-based identification of *Fusarium*: A work in progress. *Plant Diseases*, 106(6), 1597-1609. <https://doi.org/10.1094/PDIS-09-21-2035-SR>
- Punja, Z.K. (2006). Recent developments toward achieving fungal disease resistance in transgenic plants. *Canadian Journal of Plant Pathology*, 28(1), 298-308. <https://doi.org/10.1080/07060660609507387>
- Rivas, S. C., & Tobar Mesa, J. M. (2015). Estado fitosanitario de una población de zingiberales. Vereda San Pedro municipio de Timbio – Cauca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 11(2), 130-136.
- Robinson, J., & Galán, V. (2010) *Banana and plantains*. CAB International.
- Silverio, M., Calvacanti, M.A., Silva, G.A., Oliveira, R.J., & Bezerra, J.L. (2016). A new epifoliar species of *Neopestalotiopsis* from Brazil. *Agrotropica*, 28(2), 151-158. <https://doi.org/10.21757/0103-3816.2016v28n2p151-158>
- Sutton, B. C. (1980). *The Coelomycetes: Fungi Imperfect with Picnidia, Acervula and Stromata*. Commonwealth Mycological Institute.

- Taylor, J.E. Crous, P.W. Wingfield, M.J. (1999). Batcheloromyces species occurring on Proteaceae in South Africa. *Mycological Research*, 103(11), 1478-1484. <https://doi.org/10.1017/S0953756299008746>.
- Tehrani Tehrani, M.M., Nasr Esfahani, M., Mousavi, A., Mortezaeinezhad, F., Azimi, M.H.(2020). Regulation of related genes promoting resistant in Iris against root rot disease, *Fusarium oxysporum* f. sp. gladioli. *Genomics*, 112(5), 3013-3020. <https://doi.org/10.1016/j.ygeno.2020.05.013>.
- Tshering, N., & Sadruddin. (2023). Study of Fungal Diseases of Ornamental Plants of Sherubtse College Campus, Kanglung. *The Research Journal of Sherubtse College*, (16), 65-81. <https://doi.org/10.17102/sherubdoenme.16.2023.05>
- Yuan, J., Wen, T., Zhang, H., Zhao, M., Penton, C.R., Thomashow, L.S., & Shen, Q. (2020). Predicting disease occurrence with high accuracy based on soil macroecological patterns of Fusarium wilt. *The ISME Journal*, 14(12), 2936-2950. <https://doi.org/10.1038/s41396-020-07205>
- Zhang, Y., Maharachchikumbura, S. S. N., McKenzie, E. H.C., & Hyde, K. D. (2012). A Novel Species of Pestalotiopsis Causing Leaf Spots of Trachycarpus Fortunei, Cryptogamie, *Mycologie*, 33(3), 311-318 <https://doi.org/10.7872/crym.v33.iss3.2012.311>
- Zhang, Y., Maharachchikumbura, S. S. N., Tian, Q., & Hyde, K. D. (2013). Pestalotiopsis species on ornamental plants in Yunnan Province, China. *Sydowia*, 65(1), 113- 128.

