

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE AGRONOMÍA



T E S I S

**FUNGOSIS DE *Oncidium macranthum* Lindl (ORQUÍDEA AMARRILLA) EN
SU HABITAD NATURAL- DISTRITO DE CHOTA CAJAMARCA – PERÚ**

Para Optar el Título Profesional de:

INGENIERO AGRÓNOMO

Presentado por el Bachiller:

CELSO STALI ESPINOZA CAMPOS

Asesor:

Dr. MANUEL SALOMÓN RONCAL ORDÓÑEZ

CAJAMARCA – PERÚ

2025

CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD

- Investigador:
Celso Stali Espinoza Campos
DNI: N° 44685433
Escuela Profesional/Unidad UNC:
DE AGRONOMÍA
- Asesor:
Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
Facultad/Unidad UNC:
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
- Grado académico o título profesional
 Bachiller Título profesional Segunda especialidad
 Maestro Doctor
- Tipo de Investigación:
 Tesis Trabajo de investigación Trabajo de suficiencia profesional
 Trabajo académico
- Título de Trabajo de Investigación:
FUNGOSIS DE *Oncidium macranthum* Lindl (ORQUÍDEA AMARRILLA) EN SU HABITAD NATURAL- DISTRITO DE CHOTA CAJAMARCA – PERÚ
- Fecha de evaluación: 27/08/2025
- Software antiplagio: TURNITIN URKUND (OURIGINAL) (*)
- Porcentaje de Informe de Similitud: 10%
- Código Documento : oid:::3117:487510752
- Resultado de la Evaluación de Similitud:
 APROBADO PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES O DESAPROBADO

Fecha Emisión: 27/08/2025

Firma y/o Sello
Emisor Constancia



Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
DNI: 26714181

* En caso se realizó la evaluación hasta setiembre de 2023



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veintiún días del mes de agosto del año dos mil veinticinco, se reunieron en el ambiente 2C - 202 de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 335-2025-FCA-UNC, de fecha 16 de junio del 2025**, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**FUNGOSIS DE *Oncidium macranthum* Lindl. (Orquídea amarilla) EN SU HÁBITAT NATURAL - DISTRITO DE CHOTA - CAJAMARCA - PERÚ**", realizada por el Bachiller **CELSO STALI ESPINOZA CAMPOS** para optar el Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las diecisiete horas y diez minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO AGRÓNOMO**.

A las dieciocho horas y veinte minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Ing. Alonso Vela Ahumada
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Alfredo Quispe Urteaga
SECRETARIO

M. Cs. John Víctor López Orbegoso
VOCAL

Dr. Manuel Salomón Roncal Ordóñez
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres queridos; Celso Espinoza Sánchez y María América Campos Días; por su esfuerzo, comprensión, ayuda moral y económica hicieron posible el cumplimiento de mis objetivos.

A mi esposa; Segura Bustamante Damaris; por su comprensión, cariño y amor constante durante mucho tiempo hace mis días cargados de energías y fuerzas.

A mis hijas; Camila Endsue y Sofhya Celeste Espinoza Segura, quienes moralmente me dan aliento para seguir adelante; mis princesas que desde el momento que llegaron a mi vida, han hecho en mí ser una persona diferente con mucha adoración y estima.

El autor

AGRADECIMIENTO

Al creador por permitirnos la existencia en la faz de la tierra y por brindarnos una vida rodeada de diferentes especies.

A mi asesor Dr. Manuel Salomón, Roncal Ordóñez, por ser labor de maestro y apoyo para la realización y culminación del presente trabajo de investigación.

A las personas que apoyaron con la recolección del material biológico, a todos los propietarios de los pequeños bosques montanos húmedos que convencidos del deterioro del medio ambiente se genera la pérdida de cientos de especies vegetales y lo crítico de la agricultura, es que se mantienen sus bosques naturales.

A mí padre Celso Espinoza Sánchez, a mí madre María América Campos Díaz, a mí esposa Damaris Segura Bustamante, a mis hijas y a mis hermanos, por su apoyo y carisma que siempre me brindan.

A mis amigos y compañeros de Agronomía, que de una u otra manera contribuyeron en el desarrollo de esta tesis.

A la Universidad Nacional de Cajamarca, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Académico Profesional de Agronomía; por abrirme las puertas para desarrollar mi carrera profesional.

EL AUTOR.

INDICE

CONTENIDO	PAGINA
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN	1
Objetivo de la investigación	1
CAPITULO II: REVISIÓN DE LA LITERATURA	2
2.1. Generalidades de la familia orchidaceae	2
2.1.1. origen y distribución geográfica	2
2.1.2. importancia de las orquídeas.	2
2.1.3. habitad	3
a) orquídeas terrestres	3
b) orquídeas epifitas	3
c) orquídeas litofitas	3
2.1.4. Morfología de las orquídeas	3
a) tipo de crecimiento	3
b) ciclo vegetativo	4
c) semilla y germinación	4
d) reproducción.	4
e) polinización	4
f) fecundación	5
2.1.5 Generalidades de (<i>Oncidium macrantom</i> lindl) o Taxonomía:	5 6
2.1.6. micorrizas de las orquídeas	6
2.1.7. fungosis de orquídeas en vivero	7
a) necrosis negra de hojas, raíces y pseudobulbos.	7
b) pudrición foliar y floral	8
c) antracnosis	8
d) bacteriosis	8
e) virosis	8
f) plagas	8
h) hongos benéficos para orquídeas	8
2.1.8. Generalidades de patógenos fungosos que afectan a las orquídeas	9
a) <i>Fusarium spp</i>	9
Patogénesis	9
b) <i>Botrytis spp</i>	10
Patogénesis	10
c) <i>Alternaria spp</i>	10
patogénesis	11
d) <i>Pestalotia spp</i>	11
patogénesis	12
e) <i>Cladosporium spp</i>	12
patogénesis	13
f) <i>Rhizoctonia solani spp</i>	13
patogénesis	14
g) <i>Rhizopus stolonifer</i>	14
patogénesis	15

CAPITULO III MATERIALES Y METODOS.	16
3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación	16
Tabla 1. Altitud y coordenadas geográficas de los puntos de colección de muestras.	16
Fig.1: mapa de intervención del proyecto	16
3.2. material biológico	17
3.2. material biológico.	17
3.3. material de laboratorio	17
a) material de vidrio	17
b) equipo óptico	18
c) equipo y material de esterilización y asepsia	18
d) medio de cultivo, instrumental de siembra, purificación, multiplicación y conservación de microorganismos fungosos.	18
e) desinfectantes	18
f) otros materiales	19
3.4. metodología	19
3.4.1. trabajo en campo	19
a) selección de muestras para diagnosis	19
b) transporte de muestras	19
3.4.2. trabajo de Laboratorio	19
c) obtención del signo del hongo en cámara húmeda.	20
d) obtención de sepas fungosas patogénas de la orquídea amarilla en medio PDA.	20
c) Purificación, multiplicación y conservación de las sepas fungosas	21
d) microcultivo en PDA	22
e) identificación del género	22
CAPITULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES	23
4.1. Identificación de microorganismos fungosos, que afectan raíces y pseudobulbo de la orquídea amarilla (<i>Oncidium macranthum</i> Lindl)	23
Aislamiento 1	23
A) características morfológicas	23
B) identificación del género	23
C) identificación de la especie	23
Aislamiento II	24
A) características morfológicas	24
B) identificación del género	25
C) identificación de especie	25
4.1.1. patogénesis de <i>Fusarium roseum</i> y <i>F. oxysporum</i>	26
4.2. identificación del microorganismo fungoso, que macera flores y frutos en la orquídea amarilla (<i>Oncidium macranthum</i> Lindl)	27
Aislamiento 1	27
a) Características morfológicas	27
b) Identificación del género	28
c) Identificación de la especie	28
d) Patogénesis de <i>Botrytis cinerea</i>	28-29
4.3. Identificación de microorganismo fungoso, que causa manchas negras en hojas de la orquídea amarilla (<i>Oncidium macranthum</i> Lindl)	30
Aislamiento 1	30
a) morfología	30
b) identificación del género	31

c) identificación de la especie	32
d) patogénesis de las diferentes especies del género alternaria	32
4.4. Identificación del microorganismo fungoso, que causa manchas negras en las hojas y frutos de la orquídea amarilla (<i>Oncidium macranthum</i> Lindl)	33
Aislamiento 1	33
a) Morfología del patógeno	33
b) Identificación del género	33
c) Identificación de la especie	34
d) Patogénesis	34
4.5. Identificación del microorganismo fungoso, que causa manchas pajizas en hojas, frutos y escapo florales la orquídea amarilla (<i>Oncidium mcranthum</i> Lindl)	35
Aislamiento 1	35
a) Morfología del patógeno	36
b) Identificación del género	36
c) Identificación de la especie	36
d) Patogénesis	36
4.6. Identificación de microorganismos fungosos, que causa necrosis del tejido cortical del sistema radicular de la orquídea amarilla (<i>Oncidium macranthum</i> Lindl)	37
Aislamiento	37
a) Morfología	37
b) Identificación del género	37
c) Identificación de la especie	37
d) Patogénesis	38
CAPITULO V: CONCLUISIONES Y RECOMENDACIONES	39
CAPITULO VI. LITERATURA CITADA	40, 41,42,43
APENDICE	44,45,46,47,48
ANEXOS	49, 50
GLOSARIO	51,52,53,54,55,56

RESUMEN

El buen estado sanitario de la orquídea amarilla (*Oncidium macranthum* Lindl) es afectado por agentes bióticos y abióticos desde su germinación y desarrollo presentes en los ecosistemas naturales; la presente investigación tuvo como objetivo identificar y describir la patogénesis de los fitopatógenos fungosos en la orquídea amarilla (*Oncidium macranthum* Lindl) en su habitat natural, bosques montano húmedos (BMH), distrito Y Provincia Chota – Región Cajamarca – Perú. Concluido el estudio se determinó; **1) Que la necrosis de raíces, pseudobulbo y cuello**, es causado por *Fusarium roseum* (L.K.) Snyder & Hansen y *F. oxysporum* (Sheld.) Snyder & Hansen; **2) Que la maceración de flores y frutos**, es causada por *Botrytis cinérea* Pers. Fr.; **3) Que las necrosis foliares de color negro**, con anillos concéntricos inconspicuos y notorios, seguido de una amplia área clorótica, es causado por *Alternaria alternata* (Fries.) Keissler = *A. tenuis* Nees.; **4) Que las manchas necróticas hundidas de color oscuro en hojas y frutos**, son causados por *Petalotia* sp.; hongo incluido en los causantes de antracnosis, distinguiéndose el acérvulo como puntos negros en el área muerta; **5) Que las manchas pajizas de hojas, frutos y escapo floral**, son causados por *Cladosporium* sp. y **6) Que las necrosis parcial y generalizada de tejido cortical de raíces**, de color marrón claro y de consistencia blanda, son causados por *Rhizoctonia solani* y *Rhizopus stolonifer*.

Palabras claves: orquídea, fungosis, *Fusarium roseum* (L.K.) Snyder & Hansen, *F. oxysporum* (Sheld.) Snyder & Hansen, *Botrytis cinérea* Pers, *Alternaria alternata* (Fries.), *Petalotia* sp, *Cladosporium* sp, *Rhizoctonia solani* y *Rhizopus stolonifer*.

ABSTRACT

This study aimed to identify and describe the pathogenesis of fungal phytopathogens affecting yellow orchid (*Oncidium macranthum* Lindl.) in its natural habitat, humid montane forests (HMF), Chota district, Cajamarca, Peru. The study concluded that: 1) necrosis of roots, pseudobulb, and neck is caused by *Fusarium roseum* and *F. oxysporum*; 2) maceration of flowers and fruits by *Botrytis cinerea*; 3) black foliar necrosis with concentric rings and wide chlorotic areas by *Alternaria alternata*; 4) sunken necrotic dark spots on leaves and fruits by *Petalotia* sp.; 5) straw-colored spots on leaves, fruits, and floral scape by *Cladosporium* sp.; and 6) cortical tissue necrosis of roots, light brown and soft in texture, by *Rhizoctonia solani* and *Rhizopus stolonifer*.

Keywords: yellow orchid, fungal phytopathogens, *Fusarium roseum*, *Fusarium oxysporum*, *Botrytis cinerea*, *Alternaria alternata*, *Petalotia* sp., *Cladosporium* sp., *Rhizoctonia solani*, *Rhizopus stolonifer*.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

En los bosques montano húmedos del distrito de Chota, la disminución de flora y fauna es uno de los principales problemas ambientales, dado por todas las actividades antropogénicas que se realizan, como la alteración del entorno por contaminación ambiental, incendios, deforestación, comercio de especies vegetales y la extensión del área agrícola y ganadera. Las especies la familia Orquidaceae, son vulnerables a estos cambios, lo cual el crecimiento, desarrollo y propagación cuyo hábitat natural se encuentran paulatinamente alterados y amenazantes a las especies que lo conforman.

Las orquídeas, consideradas especies de ornato de mayor cotización en el mundo, crecen y desarrollan en habitas naturales expuestas a sus enemigos naturales destacando entre estos arácnidos, insectos y hongos.

Las orquídeas del bosque montano húmedo del distrito de Chota están expuestas al ataque fungoso, del cual no se tiene conocimiento alguno, ésta es la razón por la que organizamos realizar la presente investigación, con el propósito de dar a conocer qué tipo de enfermedades fungosas están afectando a la orquídea amarilla.

Objetivo.

Identificar y describir la patogénesis de los principales fitopatógenos fungosos en ***Oncidium macranthum* Lindl** (orquídea amarilla) en su habitad natural, en los bosques montano húmedos del distrito de Chota - Cajamarca Perú.

CAPITULO II

REVISIÓN LITERATURA

2.1. Generalidades de la familia Orchidaceae.

2.1.1 Origen y distribución geográfica. El término “orquídea” procede del vocablo griego orchis, que significa “testículo” (Banks 2006). La familia Orchidaceae se encuentra distribuida a nivel mundial, constituyendo uno de los grupos más diversos de este tipo de plantas, en el mundo, con algo de 25000 especies (Dressler 2005). De preferencia en los trópicos, bosques húmedos de comportamiento epífitas, que viven adheridas en troncos y ramas de árboles, obteniendo nutrientes del aire, lluvia y desechos de los hospederos (Mosquera 2010).

En esta familia se encuentran las especies más llamativas, por su diversidad de formas y colores de flores, que las han hecho ser apetecidas en los mercados desde tiempos antiguos, razón por lo que el comercio ilegal va en aumento (Rasmussen 2002).

Alrededor de 25,000 especies, conforman la familia orchidaceae por lo que se considera el grupo más grande de plantas vasculares, distribuyéndose en todos los continentes, excepto en la Antártica, el Ártico y los desiertos más secos de la tierra. La mayor población se halla en los trópicos de Centro y Sudamérica destacando Colombia, Ecuador y Perú, con más de 3,000 especies (Dressler 2005).

2.1.2. Importancia de las Orquídeas. Son consideradas plantas de desarrollo especializado; unas son terrestres, otras epífitas y los hay litófitas (Smith y Read 2008). Las flores son el hábitat de diferentes especies de organismos polinizadores (Ávila 2012); contribuyendo con la estabilidad de ecosistemas; su presencia constituye un indicador de equilibrio ecológico (Rivera 2001).

Tienen importancia ornamental de lujo (Griesbach 2002); por lo que es utilizada en decoraciones de ambientes privados y públicos de excelencia (Tiza 2010). Existen especies, con propiedades culinarias, utilizadas para dar sabor a alimentos y bebidas, es el caso de la *Vainilla planifolia* (Griesbach 2002).

2.1.3. Hábitat. Estas herbáceas son de vida perenne, tienen propiedades simbióticas, formando micorrizas; cuando esto ocurre el hongo contribuye en la germinación de las semillas (Espinoza 2010).

a) Orquídeas terrestres. Crecen en suelos con alto porcentaje de materia orgánica vegetal en proceso de degradación. En algunas especies, después de la floración, las hojas se marchitan y mueren, permaneciendo como órganos de reserva, conocido como rizomas (Paredes 2012), que vienen hacer las estructuras de diseminación. Una planta pasa por diferentes fases, conocidas como diferenciación, crecimiento, floración y reposo; de esta manera se mantiene en diferentes lugares de climas severos (Banks 2006).

b) Orquídeas epífitas. Prosperan sobre ramas de arbustos y árboles, convirtiéndose estas estructuras en un auténtico soporte y sustrato, debido a que son espacios adecuados que permiten el crecimiento y desarrollo de estas especies; de esta manera disponen de adecuadas horas de luz y corrientes de aire que llevan consigo nutrientes y humedad (Fischer 2007; Paredes 2012).

c) Orquídeas litófitas. Estas orquídeas crecen y desarrollan sobre rocas. Por esta forma de vida se considera que corresponden a un estado intermedio entre una planta terrestre y epífita. Se nutren de materia orgánica descompuesta, producto de la necrosis de musgos, que crece en la superficie de las rocas; estos nutrientes se encuentran disueltos en el agua de lluvia, así como de los desechos de las rocas e incluso de sus propios tejidos muertos. (Fischer 2007; Paredes 2012).

2.1.4. Morfología de las orquídeas.

a) Tipo de crecimiento. Considerando el eje de crecimiento se dividen en dos grupos: las **orquídeas simpodiales**, Son las que poseen un tallo principal o pseudobulbo, órgano en donde se acumula el agua y nutrientes, se produce anualmente y madura al final de cada periodo de crecimiento culminando con la floración (Rivas *et al.*, 1998; Banks 2006). El otro grupo corresponden a las **orquídeas monopodiales**, éstas no poseen pseudobulbo, presentan un tallo central que crece continuamente produciendo hojas e inflorescencia a partir de las yemas axilares (Banks 2006).

b) Ciclo vegetativo. Cuando las condiciones ambientales son favorables las orquídeas viven varios años; la floración es anual, la presencia de tubérculos favorece a su adaptabilidad a condiciones desfavorables (Rasmussen 2002).

c) Semillas y Germinación. Las semillas son extremadamente pequeñas y carentes de nutrimentos, solo poseen embrión y testa, desprovisto de endospermo, para germinar y convertirse en plántulas es necesaria la asociación simbiótica con hongos micorríticos especializados (Rasmussen 2002); destacando especies del género *Rhizoctonia* que durante la germinación se convierten en proveedores de nutrientes a los embriones; posteriormente aportan azúcares, favoreciendo el crecimiento de las plántulas (Otero *et al.* 2002; Paredes 2012).

Es característico, que las especies de orquídeas varían en preferencia, por hongos micorríticos (Serrano 2007); principio que es frecuente en orquídeas terrestres, debido a que en los primeros ciclos de vida el protocormo no puede fotosintetizar, y de esta manera proveerse de nutrientes, para beneficio de la propia plántula (Mckendrick 2000).

d) Reproducción. Se estima que el tiempo de floración se da a partir de los dos años (Moreira 1877). Como especies consideradas monocotiledóneas, su desarrollo se da en dos ciclos florales, el cáliz presenta sépalos y la corola pétalos (McKendrick 2000).

Sépalos y pétalos están constituidos por tres unidades cada uno, el central llamado labelo, posee una modificación en su tamaño, forma y color; a este espacio acuden los insectos visitantes y polinizadores (Banks 2006; Freuler 2007). También posee una pieza central que recibe el nombre de columna, aquí se produce el polen y contiene los órganos sexuales masculino y femenino (Jijón 2007), que al ser fecundado, en su etapa de maduración dan origen al fruto (Paredes 2012).

e) Polinización. Este proceso se realiza por insectos, especialmente himenópteros (abejas y avispas), dípteros (mosquitos y moscas taquínidas) y lepidópteros (mariposas y polillas), aunque también pueden ser polinizadas por aves o incluso presentar autogamia (Dressler 1981).

El mecanismo de polinización en orquídeas es uno de los más complejos entre las plantas con flores, debido a que han desarrollado estructuras y otros accesorios para atraer a los polinizadores y limitar al mínimo el desperdicio de granos de polen, así por ejemplo numerosas orquídeas imitan a las flores de otras plantas melíferas; en otros casos los mimetismos están extremo que llegan a imitar a la hembra del insecto polinizador produciendo feromonas de atracción (Dressler 1981).

f) Fecundación. Para que ocurra la fecundación es necesario la polinización previa (Moreira *et al.* 2009). Los granos de polen germinan sobre la superficie del estigma, extendiéndose los tubos polínicos hacia el ovario (Tiza 2010). Se ha determinado que la fertilización puede tardar días, hasta meses (Moreira *et al.* 2009). Si la fecundación no ocurre, la cápsula o fruto detiene su desarrollo y muere, en caso contrario ocurre el desarrollo embrionario (Tiza 2010). Las semillas debido a su bajo peso tienen la facilidad de desplazarse cientos de kilómetros los cuales pueden ser arrastrados por corrientes de aire y por corrientes de agua dulce (Moreira *et al.* 2009).

2.1.5. Generalidades de *Oncidium macranthum* Lindl (orquídea amarilla).

Etimológicamente el nombre del género *Oncidium*, proviene del vocablo griego **onkos** = verruga = tumor = hinchazón; seguido del sufijo **idium** = diminuto; nombre que dio el científico Olof Swartz (1800), por el callo carnoso, que se encuentra en la base del labio = labelo (<https://es.wikipedia.org/wiki/Oncidium>).

Se conoce más de 700 especies de este género (Cavero *et al.*, 1990), distribuidas en América tropical, desde 0 a 3000 msnm (Lecoufle 2006); la mayoría se encuentran en América del Sur, algunas en Centro América y otra parte en el Caribe. Los bosques montano húmedo (BMH), de Colombia, Ecuador y Perú se los considera como hábitat ideal, siendo la época de floración en los meses de mayo a noviembre (Cavero *et al.*, 1990).

A estas orquídeas se los conoce como “**damas bailarinas**” debido a que las flores son sensibles a una mínima corriente de viento, por lo que, el movimiento de flores de la inflorescencia, semejan a las bailarinas de ballet (Cavero *et al.*, 1990).

En su habitat, principalmente viven como epifitas, aunque también los hay terrestres. La mayoría poseen pseudobulbos. Las flores comúnmente son amarillas, pero también destacan las de color rosado, blanco y marrón. El tamaño de flores de cada especie varía desde 01 a 10 cm de longitud. En Perú se han reportado 82 especies, distribuidas en Amazonas, Cajamarca, Cusco, Huánuco, Junín, La Libertad, Loreto, Madre de Dios, San Martín, Pasco, Piura, Puno y Tumbes (Cavero *et al*, 1990).

Taxonomía:

Familia: Orquidáceas

Subfamilia: Vandoideae

Tribu: Cymbidieae

Subtribu: Oncidiinae, *Oncidium macranthum* Lindl = *Cyrtrochilum macranthum* (Lecoufle 2006).

2.1.6. Micorrizas en orquídeas.

Los hongos formadores de micorrizas, superan el ciento de especies y se encuentran incluidos en el phylum Basidiomycota, clase Basidomycetes (Otero, *et al* 2002); algunas de éstas, tienen comportamiento patogénico, afectando forestales, cultivos de pan llevar y plantas acuáticas; otros son saprófitos, viven degradando materia orgánica muerta de vegetales, oportunidad que aprovechan para desarrollar relaciones simbióticas, principalmente con orquídeas y musgos (Castillo 2005).

Las hifas de los hongos micorrízicos, son un constituyente básico para las plantas, debido a que facilitan la absorción de ciertos elementos indispensables para su establecimiento y crecimiento; los nutrientes disponibles son producto de la solubilización de material inerte y biológico a través de los hongos micorrízicos, y dispuestos a nivel del sistema radicular; permitiendo la prolongación de vida de las raíces alimentadoras y regulando la vida del microambiente, creando resistencia a las infecciones por fitopatógenos (Agrios 2002). Por eso se dice que, a través de esta asociación, las plantas aseguran el

abastecimiento eficaz de los recursos minerales y la resistencia permanente, al ataque de diferentes patógenos (Castro 2003; Barrer 2009).

Las investigaciones de interacción entre planta, hongo y suelo, ha permitido recopilar información, de hábitats de diferentes especies de hongos micorrícicos (Brundrett 2009).

Los hongos simbiotes, tienen la capacidad de producir fitohormonas, del orden de las auxinas y citoquininas, compuestos que intervienen en el crecimiento y multiplicación de células del ápice radicular de las orquídeas (Coyne 2000), contribuyendo con los embriones de las semillas, además de proporcionar minerales, producto de la descomposición de las moléculas orgánicas complejas (Castro 2003).

Los hongos simbiotes en raíces de orquídeas, crean una estructura denominada enrollamiento hifal, conocidos comúnmente como pelotones; convirtiéndose en estructuras de acumulación de nutrientes (Rasmussen 2002).

2.1.7. Fungosis de orquídeas en vivero.

a) Necrosis negra de hojas, raíces y pseudobulbos. Generalmente las infecciones en hojas son causado por *Fusarium* spp., cuyos inicios de las necrosis se muestran como pequeñas manchas oscuras, que al aumentar de tamaño confluyen formando manchas irregulares de color negro (<https://www.google.com/search?q=Fitoenfermedades+fungosas+de+orqu%C3%ADdeas&oq=Fitoenfermedades+fungosas+de+orqu%C3%ADdeas&aqs=chrome.69i57.16263j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>). El sistema radicular generalmente es atacado por *Phytophthora* spp., *Pythium* spp., *Fusarium* spp. *F. oxysporum*, *Sclerotium rolfsii*, cuando esto ocurre las hojas se hacen cloróticas, seguido de secamiento y pudrición de pseudobulbo y tallo (Rivera y Corrales 2007). Estos mismos síntomas, también son comunes, cuando las infecciones son causadas por los hongos *Lasiodiplodia theobromae* y *Geotrichum candidum* (Martín et. al. 2017).

b) Pudrición foliar y floral. La causa de estas infecciones es *Botrytis* spp; las infecciones en hojas se presentan como puntos circulares y ovoides de consistencia acuosa de color gris claro, rodeado de halo oscuro. En flores ocurre

lo mismo; el ambiente ideal para que se presente esta fitoenfermedad es baja temperatura y humedad relativa alta.

c) Antracnosis. Causado por *Glomerella* spp., el síntoma característico en hojas, corresponde a lesiones circulares deprimidas de color negro. (<https://www.google.com/search?q=Fitoenfermedades+fungosas+de+orqu%C3%ADdeas&og=Fitoenfermedades+fungosas+de+orqu%C3%ADdeas&aqs=chrome.69i57.16263j0j7&sourceid=chrome&ie=UTF-8>). Otros reportes indican que la causa de esta fitoenfermedad es *Colletotrichum gloeosporioides* (Martín *et. al.* 2017), además se han reportado a *Sphenopora* spp. y *Uredo* spp. (Rivera y Corrales 2007).

d) Bacteriosis. Las bacterias comunes que afectan el cultivo de orquídeas en vivero son *Pseudomonas* spp., *Erwinia* spp.

e) Virosis. También reportaron la presencia del Virus del Mosaico de Cymbidium (CymMV) y al Virus de la Mancha Anular de Odontoglossum (ORSV) (Rivera y Corrales 2007).

f) Plagas. En viveros privados y zonas ecológicas de Costa Rica, se realizó un estudio, referente a plagas y enfermedades a que están expuestas estas plantas de ornamento; llegando a determinar 16 insectos plaga, siendo los más frecuentes *Tenthecoris orchidearum*, *Stethobaris* sp., *Xylosandrus compactus*, *Pseudococcus longispinus*, *Diaspis boisduvalii* y *Tenuipalpus pacificus* (Rivera y Corrales 2007).

h) Hongos benéficos para orquídeas. En la orquídea, conocida como chotaduro o pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K.), cultivada en las localidades de Citronela y Sabaletas del Valle del Cauca – Colombia, son utilizadas para determinar géneros de hongos con propiedades benéficas para esta especie. Concluida la investigación, en la rizosfera de esta orquídea se determinó a *Trichoderma* sp., considerado antagónico a diferentes fitopatógenos fungosos; de raíces de orquídeas procedentes de Citronela se aislaron *Fusarium* spp. y *Rhizopus* sp., y de las plantas de Sabaletas, se aisló *Penicillium* sp. y *Thielaviopsis* sp.; microorganismos a tomar en cuenta en programas de manejo integrado de esta ornamental (Riascos *et. al.* 2011).

2.1.8. Generalidades de patógenos fungosos que afectan orquídeas.

a) *Fusarium* spp. Estos microorganismos habitan el suelo, formando micelio en restos de plantas infectadas y muertas (Agrios 1996). Forman clamidosporas esféricas, ovals intercalares, terminales, solitarias o en grupos; algunas especies carecen de microconidios y clamidosporas (Fernández 1979). Los pequeños conidióforos, contienen de uno a tres fiálides, en cuyo extremo superior se diferencia, crece y desarrollan los conidios, que inicialmente son unicelulares, a medida que crecen, aparecen secuencialmente septos, mostrándose de esta manera conidios multicelulares, en forma de canoa (Roncal 1993).

Las diferentes especies de este género, tienen micro y macro conidios, los primeros son unicelulares y los segundos multicelulares, falcados, en forma de media luna, elípticos, con dos a nueve septos, la célula apical puede ser puntiagudo o romo y la basal tiene forma de pie; además, estos hongos tienden a formar clamidosporas, globosas, ovals, piriformes, individuales o en grupos, intercalares o terminales, uní o bicelulares, lisas o rugosas y generalmente de color marrón oscuro (Romero 1988). En algunas especies los macro conidios se agrupan el ápice de la fiálide (Roncal 2004).

La especie *Fusarium moniliforme* = *F. verticillioides*, presentan microconidios en cadenas (De la Torre *et. al.* 2014). En la mayoría de especies, los macro conidios, son llevados en conidióforos de los esporodoquios y los micro conidios en hifas simples (Alexopoulos 1966).

Todas las especies de este género, son fácilmente cultivados en medio de cultivo, papa, dextrosa, agar (PDA), desarrollando micelio algodonoso, que de acuerdo a la especie y sus variantes muestran colores de diferentes tonalidades: crema, rojo, violeta (Roncal 2004).

En condiciones adversas es común la formación de clamidosporas en células de hifas y conidios (Roncal 1993), también forman microesclerocios (Alexopoulos 1966).

Patogénesis. Las células de los tejidos afectados mueren por intoxicación, y para que ocurra infección, requieren de humedad y temperatura adecuada (Roncal 1993). Ocurrida la infección en el sistema radicular, las hifas se localizan y desarrollan en los haces conductores; cuando todavía no colapsa la xilema, las

toxinas del hongo conforman la solución suelo y terminan concentrándose en los capilares de hojas, produciendo clorosis marginal, seguido de necrosis pajiza; este tipo de síntoma se generaliza en todo el follaje y termina con la muerte regresiva de la planta (Roncal 2004).

Las infecciones en raicillas de plantas jóvenes, se aprecian como manchitas rojizas, terminado de rojo oscuro a pardo; con el tiempo se extienden a la raíz principal y base del tallo, que protegido por el sustrato suelo, a partir del cuello hacia arriba se aprecia rayas necróticas y en la raíz principal aparecen fisuras longitudinales; las pequeñas raíces laterales son destruidas; seguido del retardo y detención del crecimiento de la planta principalmente, cuando el clima es seco, las hojas se tornan amarillas e incluso desprenden (Agrios 1999).

Taxonómicamente pertenecen a la clase forma Deuteromycetes, orden forma Moniliales y familia forma Tuberculariaceae (Roncal 1993).

b) *Botrytis* sp. Este Deuteromyceto tiene razas fisiológicas específicas, según el hospedero (Ruperez y Muñoz 1980); sobre el tejido que afecta desarrolla micelio gris abundante; distinguiéndose los conidióforos, con ramificación en el tercio superior, las células apicales de cada rama, aumentan de tamaño, tomando la forma esférica, distinguiéndose en su superficie esterigmas y sobre éstas la diferenciación, desarrollo y crecimiento de conidios ovoides, unicelulares, incoloros o grises (Roncal 2004), que son fácilmente diseminados por el viento. En condiciones adversas, las hifas se transforman en esclerocios irregulares, planos, duros y de color negro (Agrios 1999).

Patogénesis. *Botrytis cinérea*, es un hongo que generalmente se establece en las flores, cuando comienzan a envejecer, produciendo micelio abundante de color gris blanquizco o café claro, a temperatura de 10 a 16 °C y humedad relativa mayor de 65%; de esta manera ocasiona la infección al resto de inflorescencia y el pedicelo, el cual se pudre y permite que las yemas y flores cuelguen (Agrios 1999).

Taxonómicamente pertenece a clase forma: Deuteromycetes; orden forma: Moniliales; familia forma: Moniliaceae; Genero: *Botrytis* (Roncal 2004).

c) ***Alternaria* spp.** Prospera en medio de cultivo PDA, formando micelio algodonoso de color gris oscuro a negro (Roncal 2004); hifas y conidióforos son idénticos (Alexopoulos 1966); en la célula terminal de cada conidióforo se diferencia crece y desarrolla el primer conidio; cuando ésta alcanza el crecimiento y desarrollo normal, de la célula apical o de alguna lateral, se forma otro conidio (Roncal 1993).

En la naturaleza el segundo conidio se diferencia en la célula apical del primer conidio y en otros casos de una célula lateral; el tercer conidio sigue la misma diferenciación que el segundo; proceso que ocurre en la mayoría de especies de *Alternaria*, dando origen a conidios catenulados (Roncal 2004).

El micelio conserva su vitalidad por más de un año en las hojas necrosadas, producto de su infección, los conidios son viables durante 17 meses a temperatura ambiente (Aguirre 1965).

Algunas especies de este género, tienen comportamiento saprófito, otras parasito; razón por lo que se les considera, saprófitos facultativos (Alexopoulos 1966); para desarrollar fitoenfermedad, requieren un óptimo de temperatura de 25 °C; siendo el rango de 2 y 32 °C. Los conidios contienen 86% de agua, por lo que son viables durante varios años, bajo condiciones secas (Agrios 2005).

Patogénesis. Para que el inóculo, cause enfermedad requiere de precipitaciones constantes y temperatura entre 25 - 30 °C, con humedad relativa de 65 a 80%; bajo estas condiciones las células de los conidios germinan sus tubos de germinación, causando infección entre 5 a 6 horas; apareciendo las lesiones en las siguientes 48 horas (Yoder & Biggs 1998).

Las diferentes especies del género *Alternaria*, metabolizan diferentes micotoxinas, destacando la que inhibe la síntesis del retículo endoplasmático, como también la enzima “ceramida sintetasa”, que interviene alterando la actividad de transducción de la proteína quinasa (Agrios 2005).

Alternaria alternata, especie causante de manchas foliares, pudriciones secas de frutos y necrosis de otros órganos del hospedero; causan la infección a través de aperturas naturales y heridas artificiales; quedando el inóculo viable en los tejidos muertos del hospedero, en abonos, restos de plantas muertas, pulpa de

madera, madera podrida, alimentos, en el suelo y en sustratos de cultivos de invernadero (EcuRed 2012).

Las necrosis en hojas en los diferentes hospederos, causadas por este patógeno, aparecen como puntos necróticos de color marrón oscuro a negro, a menudo forman anillos concéntricos (Agrios 2005). Infecciones de *Alternaria* sp., en la orquídea *Dendrobium* sp., se observa en forma de pecas pequeñas de color marrón claro, terminando de color oscuro; en las flores se aprecian puntos negros, y en otras especies las lesiones son de color ligeramente café a café oscuro, oval o circular, algunas veces hundidas (Salazar 2009).

Las diferentes especies pertenecen a clase forma Deuteromicetes, orden forma Moniliales, familia forma Dematiaceae (Roncal 1993).

d) *Pestalotia* sp. Se cultiva en medio de cultivo PDA, hasta las 72 horas de crecimiento el micelio blanco, transcurrido 96 horas, se aprecia ligeramente oscurecido; a medida que pasa el tiempo, aparecen las fructificaciones del hongo, en forma de esferitas negras acuosas, de hasta 1 mm de diámetro; una mínima porción de éstas esferitas, vistas al microscopio contienen conidios, pentacelulares, con tres células centrales oscuras y las de los extremos triangulares hialinas, del extremo de la célula apical se desprenden dos y tres apéndices hialinos (Sempertegui y Roncal 2019).

Los acérvulos, de este patógeno no se forman en el medio PDA, pero si son frecuentes, en tallos y ramas en la parte central de la antracnosis de arándanos (*Vaccinium corymbosum* var. *biloxi*) (Edquen y Roncal 2019).

El acérvulo, corresponde al signo del hongo, se forma en el tejido necrosado del hospedero, por confluencia de hifas, observándose a simple vista como puntos negros; que, vistos al microscopio, se muestran como platitos (Roncal 2004), estos cuerpos fructíferos, se encuentran mediana o totalmente inmerso en el tejido muerto de la planta; en el interior de cada acérvulo se diferencia conidióforos ramificados hialinos y conidios fusiformes (Sutton 1980).

Patogénesis. *Pestalotia* sp., como todos los hongos que se incluyen en el orden Melanconiales, se caracterizan por causar antracnosis, síntomas que se aprecian en la corteza de tallos de árboles, arbustos, hierbas y frutos, como

lesiones necrosadas hundidas. El patógeno ingresa al hospedero aprovechando las aperturas naturales de la planta o en forma directa, perforando las paredes celulares a través de enzimas y alimentándose del contenido citoplasmático de células del hospedero por una estructura succionadora llamado haustorio (Roncal 2004).

Teniendo en cuenta la estructura del cuerpo fructífero se caracteriza, en la clase forma Deuteromycete, orden forma Melancoliales, familia forma Melanconiaceae, género *Pestalotia* (Roncal 1993); en la actualidad, en algunos textos y reportes científicos aparece como *Pestalotiopsis* sp.

e) *Cladosporium* spp. Crece en medio de cultivo PDA, el micelio es de color verde olivo a verde olivo oscuro, adherido a la superficie del medio; los conidióforos se caracterizan por ramificarse en el tercio superior, las ramas primarias son cilíndricas unicelulares, de esta se desprenden una, dos a tres ramas cilíndricas uni y bicelulares; estas ramificaciones, caracterizan a las diferentes especies; en la porción superior de cada una de estas ramas se forman los conidios unicelulares ovoides alargados, ovoides, semi esféricos, de diferentes tamaños y unidos entre si (Roncal 1993).

En un trabajo de investigación “in vitro”, realizado en la Universidad Nacional de Cajamarca, sobre propiedades antagónicas de algunos aislamientos de *Cladosporium* spp., se determinó que los aislamientos C11 y C24, tuvieron efecto antagónico contra *Cercospora coffeicola* Berk. & Cke, inhibiendo el crecimiento de este patógeno en el orden de 60.76% y 57.41% respectivamente. Los mejores porcentajes de inhibición de *Drechslera túrcica* Pass., fueron ocasionados por los aislamientos C11 (con 46.66 %), C34 (c 46.03 %), C2 (c 45.48 %) y C26 (c 42.89 %). Los aislamientos, que mostraron excelente parasitismo a uredosporas de *Phragmidium mucronatum* (Per.) Schlecht, fueron los aislamientos C24 (con 98 %), C26 (c 95 %) y C31 (c 94.5 %) (Fernández y Roncal 2019).

Patogénesis. Este tipo de hongo se presenta en espigas de cereales, inmediatamente después de una ligera precipitación, como su crecimiento y desarrollo es rápido, terminan por enmohecer a los granos de color negro (Roncal 1993).

Cladosporium spp., invernan en forma de micelio, sobre tejidos necrosados de plantas (Agrios 1999).

Taxonómicamente pertenece a la Clase forma *Deuteromycetes*; Orden forma: *Moniliales*; Familia forma *Dematiaceae* y género *Cladosporium* (Roncal 1993).

f) *Rhizoctonia solani*. Patógeno cosmopolita, crece en medio de cultivo PDA, formando micelio blanco cremoso en estado joven y marrón claro, cuando adulto. Las hifas están conformadas por células filamentosas; cuyas ramificaciones son en ángulo recto (Roncal 1993). La célula que da origen a una rama, tiende a experimentar en uno de sus extremos la modificación de membrana y pared celular, en forma de chupón, cuyo crecimiento, da origen a la formación del septo, que separa a la célula de la hifa principal, de la primera célula de la rama hija (Agrios 1999).

Rhizoctonia spp., incluye grupos con especies patógenas, saprófitas, endófitas y simbióticas, principalmente con orquídeas, destacando entre estas *Ceratobasidium* sp., *Tulasnella* sp., *Thanatephorus* sp. y *Sebacina* sp. (Otero *et al*, 2011). Las simbiotes se caracterizan por desarrollar micelio pardo, en el medio de cultivo (Castro 2003).

R. solani, en condiciones adversas, tiende a formar estructuras de conservación, denominados esclerocios, constituidos por la aglutinación de hifas, formando estructuras coriáceas de diferentes formas y cubiertos por un tejido de color negro (Roncal 2004).

Patogénesis. *Rhizoctonia* sp., causa pudriciones que pueden ser superficiales o bien extenderse hacia la parte central de la raíz y parte del tallo. Es frecuente que los tejidos podridos se descompongan y se sequen, formando un área profunda llena de las partes secas de la planta mezcladas con los esclerocios y el micelio del hongo (Agrios 1999).

Por ser habitante común del suelo. Las especies patógenas inducen chupadera en plántulas, marchites en plantas jóvenes y adultas y pudriciones de raíces, en diferentes hospederos (Roncal 1993).

Taxonómicamente pertenece a la clase forma Deuteromycetes, orden forma Agonomycetales, familia forma Agomonycetaceae, Genero: *Rhizoctonia* (Roncal 1993).

g) *Rhizopus stolonifer*. Es frecuente encontrarlo en sustrato natural, además prospera en medio de cultivo PDA; estructuralmente se caracteriza por tener hifas hialinas sin septos; los esporangióforos se originan en una base común, formando grupos de hasta cinco unidades; en la base de éstos, se distingue la estructura de anclaje denominado rizoide; el grupo de esporangióforos están separados por una porción de hifa somática, denominada estolón. Los esporangios son esféricos, dispuestos en la parte terminal de cada esporangióforo; contienen esporas unicelulares, de color negro (Roncal 1993).

En 1999, se reportó la presencia de dos razas fisiológicas de *R. stolonifer*, nominadas "RU" (raza universal), debido a que afecta a diferentes hospederos como raíces tuberosas de camote (*Ipomoea batatas*), frutos de tomate (*Solanum lycopersise*), frutos de palto (*Persea americana*) frutos de papaya (*Carica papaya*); y una raza específica que macera tuberculos de papa (*Solanum tuberosum*), nminada "R St" (Atoche, Villanueva y Roncal 1999).

Los esporangióforos en medio PDA, se diferencian a partir de las 24 horas. Entre 24 y 48 horas ocurre la madurez de esporas, observándose a los esporangios, teñidos de negro, color que transcurrido las horas cubren a la totalidad del micelio (Roncal 1993).

Los miembros de la clase Zygomycetos, presentan una espora de resistencia denominada zigospora (Roncal 1993), cubierta por una pared gruesa, de color negro (Otero, *et al* 2002), que después de un tiempo de letargo (Agris 1999), da origen a un esporangióforo con su respectivo esporangio, que encierra a esporas unicelulares de color negro (Otero, *et al* 2002).

Patogénesis. Una vez que la espora germina en la porción vulnerable del tejido del hospedero, el tubo germinativo transformado en hifa, se abre paso en forma intra e intercelular de los tejidos, degradando las paredes celulares a través de enzimas del orden de las poligalacturonasas (Jauch 1985); estas enzimas se desnaturalizan entre 58 – 59 °C (Villanueva y Roncal 1992).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación

La presente investigación se desarrolló en campo y laboratorio. En campo se tuvo en cuenta, seleccionar plantas enfermas de la orquídea amarilla (*Oncidium macranthum* Lidl), de nueve sectores de las localidades, “Los Lanches”, “La Quinoa”, “La Palma”, “Yaquil”, “Baden” y “Mirador”, de clima “bosque montano húmedo (BMH)” del distrito de Chota.

Tabla 1. Altitud y coordenadas geográficas de los sectores de colección de muestras, de la orquídea amarilla (*Oncidium macranthum* Lidl).

ZONAS DE RECOLECCIÓN DE MUESTRAS	ALTITUD (m.s.n.m)	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
		SUR (S)	OESTE (W)
Los lanches	2851	17M 762733.36	9280527.00
La quinua 1	3050	17M 764174.43	9279986.27
La quinua 2	3059	17M 764439.47	9280004.3
La palma 1	2892	17M 763116.82	9281513.56
La palma 2	2894	17M 763176.57	9281357.36
Yaquil 1	2886	17M 761187.75	9282822.27
Yaquil 2	2808	17M 760889.41	9282343.85
Badén	2823	17M 762331.97	9280092.15
Mirador	2938	17M 762973.76	9279385.72

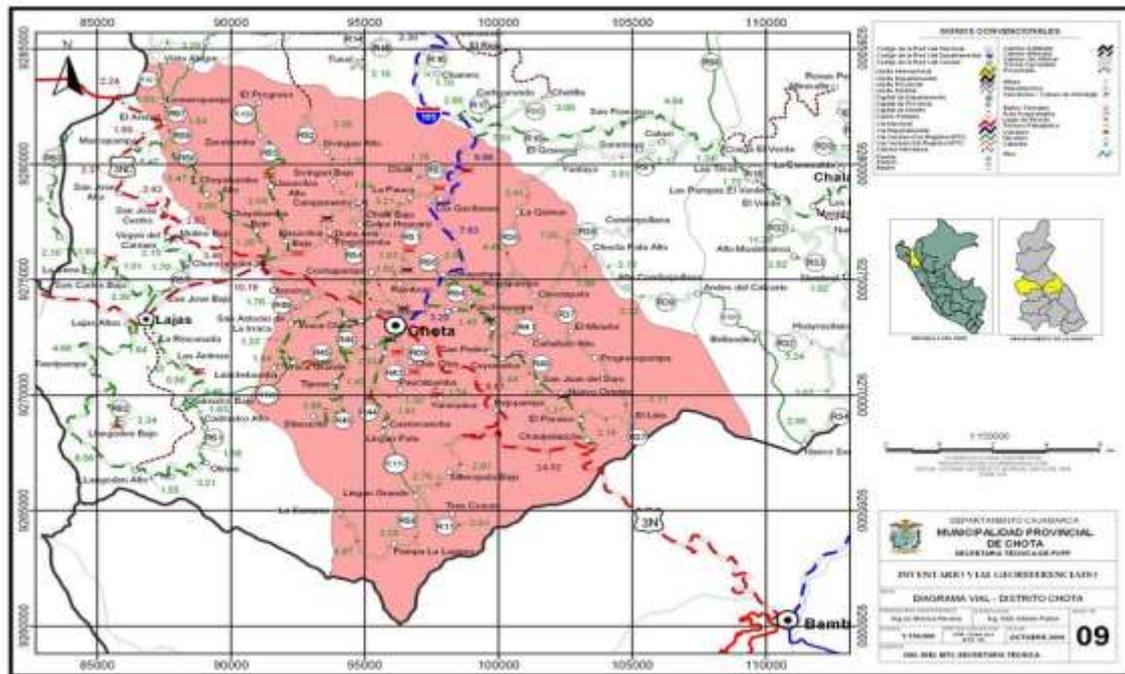


Fig. 1: mapa de intervención del proyecto.

La identificación de los patógenos fúngicos, se realizó en el Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, ubicado a 2700 msnm; a 3.5 km de la ciudad de Cajamarca - carretera Baños del Inca; cuyas coordenadas son: 7°10'48" latitud sur y 78°06'48" longitud oeste.

3.2. Material biológico

- a) Órganos de "orquídea amarilla" con síntomas necróticos, causados por infecciones fúngicas.
- b) Cepas de hongos, aislados de: raíces, hojas, escapo floral y flores de la "orquídea amarilla".

3.3. Material de laboratorio

a) Material de vidrio:

- Laminas porta y cubre objetos
- Cajas de Petri
- Vasos de precipitado de diferente capacidad.

b) Equipo óptico:

- Lupa
- Estereoscopio
- Microscopio
- Cámara fotográfica.

c) Equipo y material de esterilización y asepsia:

- Auto clave
- Cámara de flujo laminar
- Estufa
- Mechero
- Pulverizadores manuales para alcohol.

d) Medio de cultivo, instrumental de siembra, purificación, multiplicación y conservación de microorganismos fungosos.

- Medio de cultivo papa, dextrosa, agar (PDA)
- Pinzas
- Bisturís
- Agujas hipodérmicas N°25
- Agujas MRO.

e) Desinfectantes:

- Alcohol de 60°
- Hipoclorito de sodio al 2 – 5 %.

f) Otros materiales:

Bolsas de polietileno

Cámaras húmedas de plástico de 250cc, 500cc, y 1000cc

Sorbetes de plástico

Fosforo

Cinta masking

Navajas

Agujas hipodérmicas

Detergente

Algodón

Papel aluminio.

3.4. Metodología.

3.4.1. Trabajo en campo.

a) Selección de muestras para diagnosis. En campo; se tuvo cuidado en seleccionar plantas de la “orquídea amarilla”, cuyos órganos mostraron lesiones de color marrón, marrón oscuro y negro. Inmediatamente, con ayuda de tijeras de podar, se seleccionaron las muestras para la diagnosis, constituidas por porciones de raíces, tallos, hojas, flores y frutos, cuyas lesiones no debieron superar el 10 % de infección.

b) Transporte de muestras. Las muestras anteriormente seleccionadas se dispusieron en bolsas de papel, con su respectiva identificación: anotando fecha y lugar de colección; éstas a la vez se colocaron en una bolsa de polietileno; de esta manera se empacaban en una caja de Tecnopor; de esta manera llegaban al Laboratorio de Fitopatología.

3.4.2. Trabajo en laboratorio.

a) Obtención del signo del hongo en cámara húmeda. Con la finalidad de obtener el signo de algunos hongos, se seleccionaron porciones con síntomas de infección fungosa de raíces, tallos, hojas, flores y frutos de la “orquídea amarilla”; estas porciones fueron cuidadosamente lavadas con agua corriente hervida fría y enjuagadas con agua destilada estéril; dejándose secar al ambiente dentro de una cámara de cristal; posteriormente cada muestra se dispusieron en taper's, acondicionados como cámaras húmedas; los que se colocaron dentro de una cámara de cristal aséptica, iluminada a temperatura oscilante entre 18 – 22 °C; para ser observados cada 24 horas, durante tres días, tiempo en que se logró determinar el signo “Moho” característico del fitopatógeno fungoso.

Con ayuda del estereoscopio, de cada signo obtenido se extrajo muestras, para ser observadas al microscopio, cuyas estructuras somáticas fueron determinantes para seguir con el proceso de purificación, propagación y conservación de la muestra, comprobando con la cepa obtenida de la siembra del tejido necrosado.

b) Obtención de cepas fungosas patógenas de la “orquídea amarilla” en medio PDA. Para obtener las cepas fungosas causantes de las infecciones en diferentes órganos de la “orquídea amarilla”, se realizaron siembras de porciones de tejido necrosado en cajas de Petri con medio de cultivo PDA, siguiendo el protocolo adjunto:

1. Antes de realizar la siembra se tuvo cuidado en obtener porciones de los órganos necrosados (raíces, tallos, hojas, flores y frutos) de 3 a 5 mm²; con 50 % de área muerta y 50 % de área aparentemente sana.
2. Cada una de las muestras se colocaron en una solución de hipoclorito de sodio al 2%, por un tiempo de 2 minutos.
3. Inmediatamente después y haciendo uso de una piseta, fueron lavados con agua destilada estéril.

4. Para realizar la siembra de las porciones de los tejidos afectados, en la placa Petri con PDA, se utilizó la cámara de flujo laminar activada y frente a la llama de un mechero de alcohol.

5. En cada caja de Petri, se sembraron equidistantemente, cinco porciones por cada órgano afectado y se incubaron a 22 °C; haciendo observaciones cada 24 horas durante tres días.

6. Obtenida la cepa, se procedió a realizar observaciones, al microscopio y de acuerdo a las estructuras observadas, se siguió con el proceso de purificación.

c) Purificación, multiplicación y conservación de las cepas fungosas. Para cumplir con el principio de purificación, multiplicación y conservación de los diferentes fitopatógenos que afectan a la “orquídea amarilla”, se hizo uso del signo “moho” obtenidos en “cámara húmeda” y de la siembra en medio de cultivo PDA.

Para realizar el proceso de purificación, se siguió los siguientes pasos:

1. Primero a través del estereoscopio se visualiza, la porción más levantada del micelio de cada muestra; tanto de la siembra en PDA, como del signo obtenido en cámara húmeda.

2. Visualizada la porción de micelio de interés, se procedió a tocar con la punta roma de la aguja MRO, previamente humedecida en agua destilada estéril, donde se adhieren conidios del hongo por purificar.

3. Inmediatamente la punta roma de esta aguja se pone en contacto con la superficie del PDA, dejando de esta manera siembras de conidios en cinco lugares equidistantes en cada placa Petri.

4. Las placas Petri sembradas, se incuban a 22 °C, y son observadas cada 24 horas, durante tres días.

5. La purificación de la cepa se verifica, a través de observaciones al microscopio, considerando cepa pura, cuando se observan estructuras somáticas idénticas de cada siembra.

6. Las cepas puras de cada patógeno, se multiplicaron en otras placas de Petri con medio PDA. Aprovechando esta práctica se realizó la conservación, haciendo siembras en medio PDA, distribuidos en tubos en plano inclinado.

d) Micro cultivo en PDA. Con la finalidad de identificar el género de los hongos aislados de órganos afectados de la “orquídea amarilla”, se procedió a realizar la siembra monospórica de éstos, en una gota de medio PDA, dispuesto en la parte central de un porta objetos.

1. Para realizar esta siembra se utilizó la aguja MRO, siguiendo el mismo proceso de la purificación de hongos anteriormente descrito.

2. Dejado el conidio en la superficie de la gota de PDA, se cubre con el porta objetos, haciendo una ligera presión.

3. El porta objetos que contiene el micro cultivo, se dispone en una placa de Petri, sobre un ángulo de caña sorbete de plástico aséptico; la placa Petri contiene 3 ml de agua destilada estéril.

4. Con cuidado se manipula y se deja en incubación a 22° C, observándose al microscopio entre 24, 48 y 72 horas; visualizando y fotografiando el proceso de diferenciación de hifas, septos, conidióforos simples, ramificados y sus alteraciones, fiálides, conidios, clamidosporas y otras estructuras que servirán para realizar la identificación del género, haciendo uso de diferentes claves de identificación de hongos de la clase forma Deuteromycetes.

e) Identificación del género. Las estructuras somáticas de cada hongo, sirvieron para identificar los géneros de los fitopatógenos fungosos de la “orquídea amarilla”, utilizando las claves de identificación “Illustrated genera of imperfect fungus” de Barnett y Hunter (1998).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Identificación de microorganismos fungosos, que afectan raíces y pseudobulbo de la orquídea amarilla (*Oncidium macranthum* Lindl).

De porciones necrosadas de raíces y pseudobulbo, que conducen a la necrosis regresiva de hojas, se aislaron, purificaron y multiplicaron dos aislamientos, cuya descripción morfológica se describe a continuación.

Aislamiento 1.

a) Características morfológicas. Prospera en medio de cultivo PDA; entre 48 y 72 horas, el micelio se muestra de color blanco algodón, a partir de las 96 horas se colorea de rojo. A través del microscopio se visualiza hifas hialinas, conidióforos pequeños, de cuya parte apical se diferencian de uno a tres fiálides y sobre éstos, se agrupan macroconidios fusiformes, multicelulares; no presentan microconidios.

Transcurrido el tiempo, por falta de alimento en el medio, las células de las hifas se transforman en clamidosporas esféricas, distribuidas en cadenas y en grupos; con los conidios también es frecuente estas estructuras.

b) Identificación del género. Para identificar el género se consideró las estructuras somáticas del micelio: septación de hifas, conidióforos, fiálides y conidios y clamidosporas. Las características observadas en los dos aislamientos, fueron semejantes, que comparadas con las claves de Barnett y Hunter (1999), nos condujo a determinar el género *Fusarium*.

c) Identificación de la especie. Para determinar la especie se consideró, las características morfológicas arriba descritas. El cambio de pigmentación del micelio; cuando joven de color blanco algodón y en plena fructificación la adquisición del color rojo, más la presencia de macroconidios fusiformes, multicelulares, otros curvados y falcados; con la célula pie que se une a la fiálide, mostrando un ligero escotado, son características coincidentes con los reportes de Fernández (1979) para *Fusarium roseum*.

Otra característica tomada en cuenta fue el tamaño de conidios, que varía de 38 a 45 μm de largo por 4 a 6 μm de ancho, medidas que también coinciden con los reportes de Booth (1971), para esta misma especie.

Además, precisamos que este aislamiento no presenta micro conidios, pero si es frecuente la presencia de clamidiosporas, formadas por carencia de alimento, consideradas como estructuras de conservación del hongo, como lo comenta Roncal (2004); estas estructuras se encuentran formando pequeñas cadenas y en grupos, en la hifa somática; también es frecuente la formación de clamidiosporas en una o dos células de los macro conidios.



Fig. 1. *Fusarium roseum*, Hifas (a) macroconidios (b) y clamidiosporas (c)

Las características somáticas, arriba precisadas, y haciendo uso del libro “The Genus *Fusarium*”, escrito por Booth, C. (1971), se identificó la especie *Fusarium roseum*.

Aislamiento 2.

a) Características morfológicas. En medio de cultivo PDA, el micelio entre 24 a 72 horas es de color blanco; a partir de este tiempo se pigmenta paulatinamente de color gris claro, terminando de gris bien diferenciado; color que coincide con el reporte de Booth (1971), para la especie *Fusarium oxysporum* Schl.

Las hifas brillantemente coloreadas, presentan septos; los conidióforos son simples y relativamente pequeños, de la parte terminal de éstos, en

oportunidades se diferencia una rama unicelular y de esta se forman de uno a dos fiálides; en cuyos extremos se muestran los conidios, primero unicelulares, posteriormente aparecen secuencialmente septos, dando origen a conidios multicelulares, que presentan de 5 a 7 septos, mostrándose de esta manera macroconidios en forma de canoa.

Cuando la cepa agota los nutrientes del medio de cultivo PDA; Roncal (2004) reporta que algunas células de las hifas se forman las estructuras de conservación, denominadas clamidosporas; son esféricas apicales e intercalares, no forman grupos; esta característica es reportada por Booth (1971) y corresponde a la especie *Fusarium oxysporum* Schl.

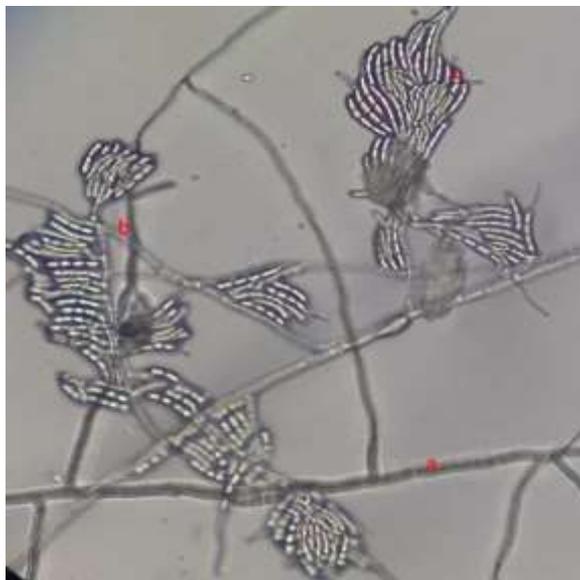


Fig. 3. *Fusarium oxysporum* Schl; Hifas(a), conidióforos simples(b) y Macroconidios (c).

b) Identificación del género. Para identificar el género se consideró las características morfológicas, de las estructuras somáticas del micelio; las mismas que fueron comparadas con las claves de Barnett y Hunter (1999); conduciéndonos a determinar el género *Fusarium*.

c) Identificación de la especie. Para determinar la especie se consideró, color del micelio en medio PDA; conidióforos, fiálides, forma y color de micro y macroconidios, forma y distribución de clamidosporas; características que coinciden con las claves de identificación de especies del género *Fusarium* escrito por Booth (1971); identificando de esta manera a *Fusarium oxysporum* Schl.

4.1.1. Patogénesis de *Fusarium roseum* y *F. oxysporum*.

Las diferentes especies del género *Fusarium*, viven en el suelo como saprófitos, alimentándose de restos de vegetales muertos, como lo comenta Agrios (1986); pero que transcurrido el tiempo y ante la escasez de la materia orgánica, en los campos de cultivo, éstos han cambiado su forma de vida, convirtiéndose en parásitos y últimamente en patógenos, como lo reporta Roncal (2004).

Por la forma de vida que se afirma en el acápite anterior, *Fusarium roseum* y *F. oxysporum*, encontradas en raíces y pseudobulbos de la “orquídea amarilla”; se debe a que este hospedero prospera en porciones de ramas de árboles y arbustos propios de “bosque montano”, en proceso de descomposición; que, a la vez contiene partículas de suelo, transportadas por el viento, más la materia orgánica producto de hongos y musgos, forman un sustrato, que permite el crecimiento y desarrollo de orquídeas; cuyas raíces y pseudobulbos, son órganos vulnerables a fitopatógenos.

El efecto patogénico de *Fusarium roseum* y *F. oxysporum*, se inicia cuando las células de los macroconidios dispuestos en la superficie de raíces y el pseudobulbo dan origen a tubos de germinación; los mismos logran penetrar por presión o por acción enzimática la epidermis de estos órganos, abriéndose paso en los tejidos en forma inter e intracelulares hasta encontrar los haces conductores, principalmente xilema. Las hifas de estos patógenos se alimentan de las células del hospedero a través de haustorios, metabolizando compuestos tóxicos, que son movilizados a través de la solución suelo, distribuyéndose en diferentes órganos de la parte aérea de la planta, trayendo como consecuencia intoxicación celular de ápices y borde de hojas, efecto que se manifiesta como clorosis, seguido necrosis regresiva de color pajizo claro y oscuro, como lo reportan Romero (1988), Roncal (2004) y Agrios (2005).

Teniendo en cuenta el proceso de patogénesis mencionado anteriormente, las necrosis en los pseudobulbos y raíces, se muestran como áreas necróticas de diferentes tamaños, de color marrón oscuro.

Ocurrida la infección superficial de pseudobulbos y sistema radicular por *Fusarium roseum* y *F. oxysporum*; las hifas de ambos patógenos en los lugares

de infección producen toxinas, que terminan formando la solución suelo y de fácil distribución en órganos de la parte aérea y subterránea de la planta, como lo reporta Roncal (2004).

Las infecciones en el sistema radicular repercuten en todos los órganos de la planta, debido a que las toxinas del hongo se translocan mezclados con la solución suelo, conduciéndose hasta la última célula de los diferentes órganos aéreos, como lo comenta Roncal (2004). Los síntomas en hojas se aprecian como manchas foliares localizadas indistintamente en la lámina foliar produciéndose luego muerte regresiva de color marrón oscuro.



Fig. 4. Raíces (a) y pseudobulbos (b) mostrando síntomas localizados causado por *Fusarium roseum* y *F. oxysporum*.

4.2. Identificación del microorganismo fungoso, que macera flores y frutos en orquídea amarilla (*Oncidium macranthum* Lindl).

Aislamiento 1.

a) Características morfológicas. Este fitopatógeno desarrolla en flores y frutos de la “orquídea amarilla” cuando se lo somete en cámara húmeda; dejando ver el signo como “moho gris” pulverulento.

El micelio en PDA, en las primeras 24 horas de incubación a 22° C, es de color blanco; a las 48 horas cambia a gris claro; a partir de las 72 horas se torna de color gris oscuro, debido a la maduración de las esporas, esta característica coincide con el reporte de Roncal (1993).

Muestras del micelio observadas al microscópico, se visualizan hifas hialinas septadas; conidióforos ramificados en el tercio superior; de cada rama primaria se desprenden ramas secundarias, cuya porción terminal esférica, presenta en su superficie, estructuras puntiagudas llamadas esterigmas, donde se diferencian crecen y desarrollan conidios unicelulares esféricos, ovoides y raramente amorfos.

b) Identificación del género. Las características morfológicas descritas anteriormente, más las figuras somáticas y el recorrido de las claves de identificación de hongos imperfectos propuestos por Barnett (1962), Barnett y Hunter (1999), nos condujo a identificar el género *Botrytis*.

c) Identificación de la especie. En la literatura fitopatológica mundial, el patógeno *Botrytis cinérea* Pers. Fr; es considerado como la principal causa, las infecciones fungosas de flores, hortalizas y otros productos frescos en post cosecha, como lo comenta Agrios (1986).

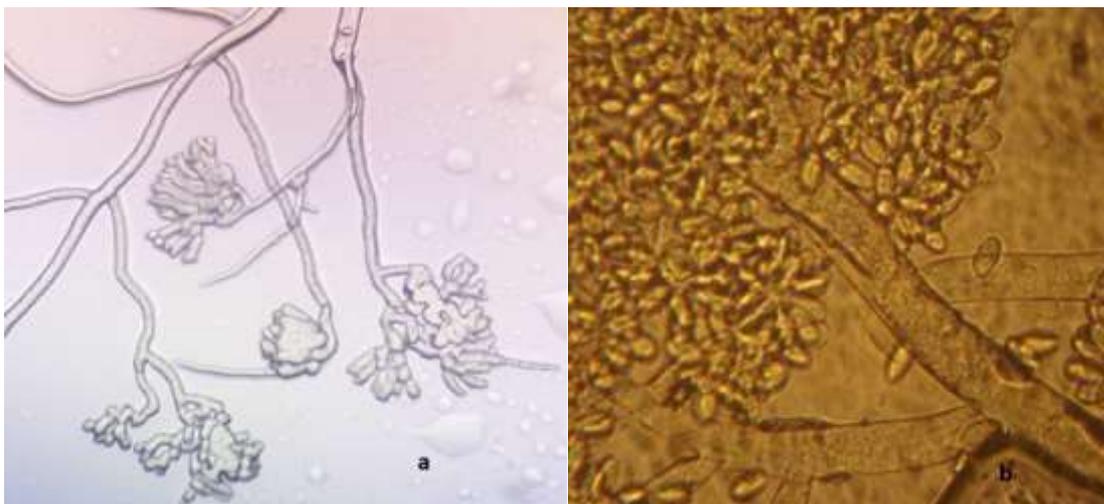


Fig. 5. *Botrytis cinérea* Pers. Fr Hifas y conidióforos, en proceso de diferenciación donde se desarrolla los conidios(a), porción de conidióforos y conidias unicelulares (b)

d) Patogénesis de *Botrytis cinerea*. El inóculo diseminado principalmente por el viento, cuando se disponen en cualquier parte que conforman la flor de la “orquídea amarilla”, bajo temperatura de 12 – 23 °C y humedad relativa de 72.1% a 96.3 HR%, favorecieron la germinación del conidios, ocurriendo la infección, seguido del desarrollo secuencial de la patogénesis; referente a temperatura y humedad relativa registrada durante el tiempo que duró la investigación, se

encuentra en el rango que requiere *B. cinérea* ($T^{\circ} 10 - 16^{\circ} C$ y H.R. mayor de 65 %), para que cause infección y desarrollo de la fitoenfermedad, como lo reporta Agrios (1986).

Los primeros síntomas en los pétalos, se aprecian como puntitos blanquecinos húmedos, visible a través de lentes de aumento; esta inconspicua lesión con las horas se incrementa, apreciándose la pérdida total del color amarillo, por el contrario se tiñe de color marrón claro; color que coincide con el reporte de Salazar (2009); los tejidos afectados al ser manipulados se muestran completamente macerados; debido a la acción enzimática del hongo, que actúa sobre el ácido galacturónico, monosacárido de seis carbonos componente de las paredes celulares del hospedero; que al ser afectado por las poligalacturonasas dan origen a moléculas de agua, como lo comenta Roncal (2004). Finalmente, la infección se generaliza en todos los órganos florales, avanzando hasta pedúnculo; cuando esto ocurre, yemas y flores muertas cuelgan.

Las infecciones también son frecuentes en frutos verdes y maduros, macerando completamente los tejidos. Pero aún no se ha observado infección en hojas.

En los periodos de lluvia en los lugares donde se realizó la presente investigación la humedad relativa supera el 75 % y la temperatura promedio oscila entre 12 a 15 °C, condiciones favorables para que ocurran con frecuencia las infecciones; apreciándose con nitidez el micelio del hongo; que en sus inicios es de color blanco, luego se colorea de gris y de consistencia pulverulenta, producto de la formación de conidios unicelulares, fuente de inóculo para nuevas infecciones, debido a que son fácilmente diseminados por ligeras corrientes de viento y lluvia, como lo reporta Agrios (1986).



Fig.6 *Botrytis cinérea*, pétalos con síntomas (a), pétalo con manchas acuosas (b) y decoloración de pétalos, presencia de moho gris (c).

4.3. Identificación del microorganismo fungoso, que causa manchas negras en hojas de la orquídea amarilla (*Oncidium macranthum* Lindl).

Aislamiento 1.

a) Morfología. El micelio en medio PDA después en las primeras 24 horas de la siembra, es de color gris pardo, transcurrido 48 horas se oscurece; la colonia se aprecia como tela gamuza, con una periferia blanca; al reverso de la caja Petri el medio se aprecia de color marrón oscuro a negro.

A medida que las hifas crecen, se ramifican y ocurre la diferenciación de los conidióforos simples, de crecimiento vertical, de 5 a 9 μm de longitud por 2.5 a 3.2 μm de diámetro; esta característica, nos permite apreciar que el micelio tiene crecimiento levantado, en relación a la superficie del medio PDA.

En la célula apical del conidióforo se diferencia, crece y desarrolla el primer conidio, que inicialmente se muestra como esferita brillante, a medida que incrementa su tamaño se diferencian secuencialmente septos transversales, en número de cuatro a cinco unidades, dando origen a conidios multicelulares de color marrón brillante, en forma de bate, ovoides alargadas y fusiformes de extremos romos, de 47 a 52 μm de largo por 8 a 11.5 μm de ancho en la porción más amplia. A partir de la célula apical de este primer conidio, se diferencia, crece y desarrolla el segundo conidio, siguiendo el proceso de formación del primer conidio; este proceso ocurrirá siempre, dando origen a conidios unidos

unos a otros formando especies de cadenas, por lo que micológicamente se nominan conidios catenulados como lo reporta Roncal (1993).

Esporádicamente ocurre formación de conidios de una célula intermedia de un conidio. Cuando las condiciones de humedad y temperatura son adecuadas, germinan la totalidad de células de un conidio; de esta manera ocurren diferentes puntos de infección en la lámina foliar de los hospederos susceptibles.

b) Identificación del género. Las características somáticas descritas anteriormente, nos condujeron a determinar al género *Alternaria*, utilizando las claves de Barnett (1960), Bartett y Hunter (1987); descripción que se precisa en el apéndice.

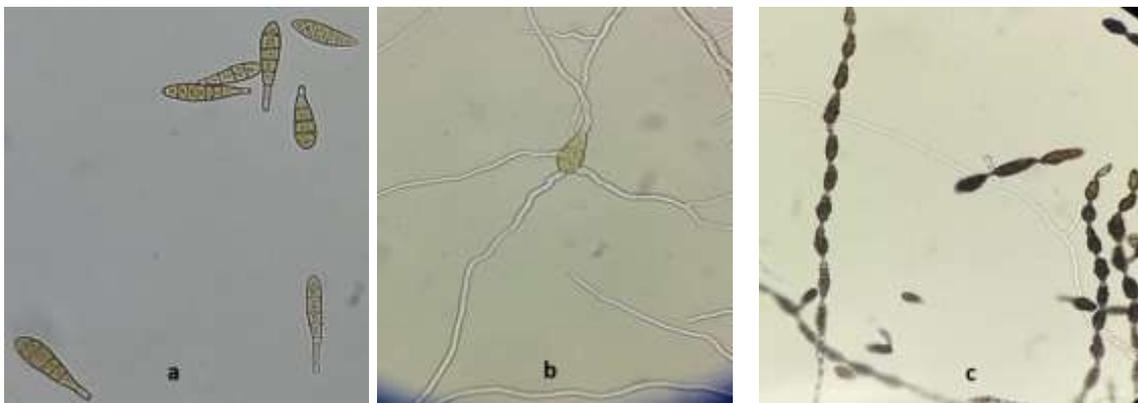


Fig. 7 : *Alternaria alternata* (Fr.) Keissler, conidios multicelulares (a), tubos germinativos, consecuencia de la germinación de las células del conidio (b) y conidios catenulados (c).

c) Identificación de la especie. Para la identificación de la especie se consideró el libro “Introduction to Fungy”, escrito por Webster (1986); quien considera a este tipo de hongo como *Alternaria alternata*; en cambio en el libro “Taxonomía de Hongos Fitopatógenos Comunes”, publicado por Roncal (1993), reporta que *A. alternata* es sinónimo *A. tenuis*; especificando que esta especie se caracteriza por formar indefinido número de conidios en cadena.

d) Patogénesis de las diferentes especies del género *Alternaria*. Cuando los conidios de las diferentes especies del género *Alternaria*; como *A. alternata* (Fr.) Keissler, se encuentran en los órganos aéreos de la orquídea amarilla, y la humedad relativa supera el 75%, temperatura ambiente oscilante entre 13 – 20 °C; ocurre la germinación de cada una de las células de los conidios, formando

tubos de germinación, que por quimiotaxismo, como lo comenta Roncal (2004); en hojas, se dirigen a los estomas, en tallos a las lenticelas, causando de esta manera las futuras infecciones.

Las infecciones se hacen visibles, luego que los tubos de germinación, se transforman en hifas ramificadas, distribuyéndose en forma intercelular en el parénquima foliar o células del tejido cortical, alimentándose el hongo a través haustorios; estas estructuras succionadoras se caracterizan por roturar a las paredes de las células del hospedero por presión física o a través de enzimas, mas no roturan a las membranas celulares, nutriéndose por osmosis.

Las primeras infecciones aparecen en el has y envés de hojas seniles cercanas al pseudobulbo, apreciándose primero como puntos cloróticos, producto de intoxicación por las micotoxinas del hongo, no permitiendo la formación del retículo endoplasmático en las células del hospedero, además intervienen enzimas como la ceramida sintetasa, que altera la transducción de la proteína quinasa, como lo reporta Agrios (2005), luego ocurre la necrosis de estas células, observándose las lesiones como puntos de color marrón oscuro a negro de 2 mm a 1.2 cm de diámetro; a medida que se incrementa el tamaño de estas necrosis, mantienen forma oval a circular, con anillos concéntricos de pigmento más oscuro; las áreas muertas varía de tamaño desde 3.5 cm a 5.6 cm, rodeadas de una amplia área clorótica, indicando el proceso de intoxicación del parénquima foliar. Las hojas severamente afectadas se muestran de color marrón oscuro a negro y fácilmente desprendibles.

Las infecciones en los tallos y ramas son idénticos a los síntomas en hojas, a medida que se incrementa la infección afectan a los haces conductores impidiendo la traslocación de nutrientes y de los fotosintatos a los órganos respectivos de la orquídea.



Fig.8 : *Alternaria alternata* Fr. Hoja con síntomas de manchas foliares (a), área necrosadas en la lámina foliar (área holonecrotica) y clorosis generalizada (b)

4.4. Identificación del microorganismo fungoso, que causa manchas negras en hojas y frutos de la orquídea amarilla (*Oncidium macranthum* Lindl).

Aislamiento 1.

a) Morfología del patógeno. En medio de cultivo PDA, en las primeras 48 horas el micelio se muestra de color blanco, posteriormente empalidece y tiene crecimiento levantado, cuando el micelio llena la placa Petri, en la parte central se inicia la diferenciación de los conidios, inmersos en estructuras esféricas acuosas de color negro.

Los conidios presentan tres septos diferenciados, dando origen a la formación de cinco células, las tres centrales pigmentadas de oscuro y las extremas hialinas triangulares; del extremo superior de la célula apical se diferencian de dos a tres filamentos hialinos; en cambio en algunos conidios la célula inferior muestra parte del conidióforo filamentoso.

b) Identificación del género. Usando las claves de determinación de hongos imperfectos de Barnett (1960), Bartett y Hunter (1987), se determinó el género *Pestalotia*. Las características somáticas de este género se precisan en el apéndice.



Fig. 9. Conidias pentacelulares de *Pestalotia* sp.

c) Identificación de la especie. Aún no se ha determinado la especie, debido a que requiere realizar estudios, morfológicos, de patogénesis y molecular o genéticos de las diferentes especies de este patógeno, que se encuentran en diferentes hospederos en la región Cajamarca.

d) Patogénesis. Los conidios inóculo, que por naturaleza se encuentra en todos los órganos de la orquídea amarilla, siendo los tejidos vulnerables el parénquima foliar, el tejido cortical verde del pseudobulbo, pedicelo, brácteas, axilas foliares, brotes y ovario.

Cuando la humedad relativa del ambiente supera el 75% y la temperatura oscila entre 13 a 20°C, ocurre la germinación de una sola célula del conidio pentacelular, el tubo de germinación ingresa en los diferentes tejidos, a través de aperturas naturales como estomas y lenticelas o por acción enzimática. El tubo de germinación se transforma en hifa en los espacios entre célula y célula, alimentándose del contenido protoplasmático de la célula del hospedero a través de haustorios (Roncal 2004).

Los primeros síntomas en los diferentes órganos verdes se muestran como puntitos amarillos indistintamente distribuidos, en los órganos verdes; posteriormente estos puntitos cambian a color negro, indicando que ha ocurrido la necrosis de células del hospedero, estas manchas a medida que aumentan de tamaño se juntan unas con otras formando áreas muertas de color negro.

Cada punto de infección incrementa su tamaño, formando áreas muertas circulares, ovoides hundidos de diferentes tamaños y de color negro; esta característica corresponde al auténtico síntoma “antracnosis”. En el centro de cada una de estas lesiones se diferencian los cuerpos fructíferos denominados acérvulos.

El tejido aparentemente sano, paulatinamente y en forma uniforme pierden el color verde normal, mostrándose ligeramente cloróticos. Por tanto, entre el tejido muerto y el aparentemente sano se encuentra separado directamente por la necrosis hundida.



Fig 10 *pestalotia sp.* Capsula o fruto de orquídea amarilla mostrando antracnosis (a) y presencia de acervulo en el crecimiento (b)

4.5. Identificación del microorganismo fungoso, que causa manchas pajizas en hojas, frutos y escapo floral en la orquídea amarilla (*Oncidium macranthum* Lindl).

Aislamiento 1. Verificándose presencia de conidióforos solitarios y multicelulares, con ramificación en el tercio superior, conidios catenulados bicelulares amorfos y unicelulares ovoides a circulares; estructuras que caracterizan a *Cladosporium spp.*

a) Morfología del patógeno. El signo moho obtenido en cámara húmeda y en medio de cultivo PDA, se caracterizó por presentar micelio de color gris; que visto al microscopio se distinguieron conidióforos en manojos compactos y ramificados; que en unidades producto del micro cultivo, se distinguieron conidióforos multicelulares, con ramificaciones horizontales y en “Y” en el tercio

superior, cada rama mayormente es unicelular, de cuyo ápice se diferencian los conidios uni y bicelulares, característica que coincide con el reporte de Fernández y Roncal (2019), para este género; el tamaño de conidios es de 20 a 25 μm de largo por 5 a 6 μm de ancho, es otra característica que semejante al reporte de Fernández (1979).



Fig. 11. Hifa, conidióforo simples y conidias de *Cladosporim sp.*

b) Identificación del género. Las características somáticas descritas corresponden al género *Cladosporium* (Pers.) Link., como se especifica en la clave de identificación de hongos imperfectos de, Barnett (1960), Bartett y Hunter (1987). Las características somáticas de este género se precisan en el apéndice.

c) Identificación de la especie. No se ha determinado la especie, debido a que requiere realizar estudios varios, relacionados con morfología, comportamiento patogénico y molecular o genéticos.

d) Patogénesis. En la presente investigación *Cladosporium sp.*, se reporta como patógeno de hojas, frutos y escapo floral de la “orquídea amarilla”; las lesiones se caracterizan por mostrarse primero como pequeñas manchas de color marrón claro, más tarde se ensanchan, mostrando en el centro manchas cremosas con margen purpura, seguido de clorosis.



Figura 12: Muerte regresiva en el área foliar causada por *Cladosporium* (Pers.) Link

4.6. Identificación de microorganismos fungosos, que causa necrosis del tejido cortical del sistema radicular de la orquídea amarilla (*Oncidium macranthum* Lindl).

Aislamiento 1.

a) Morfología. En medio de cultivo PDA y en cámara húmeda, desarrolla el hongo, formando micelio levantado de color marrón claro. Al microscopio se aprecian hifas septadas con ramificaciones en ángulo recto; estas ramificaciones se originan cerca del septo de la hifa somática; y el septo de la rama se muestra muy cerca de la célula que le da origen; tanto septo de la hifa somática como septo de la rama fácilmente distinguibles, originan la formación de un ángulo recto, característica inconfundible de este género. Además, no forma conidios, por lo que los micólogos lo han categorizado como hongos de micelio estéril.

Cuando consume la totalidad del medio de cultivo PDA, forma esclerocios.

b) Identificación del género. Haciendo uso de las claves de identificación de hongos imperfectos de Barnett (1960) y Bartett y Hunter (1987), se determinó que corresponden al género *Rhizoctonia*.

c) Identificación de la especie. En la literatura fitopatológica universal reconoce *Rhizoctonia solani* Kuhn., aunque ya existen otras especies que, para determinarlos es necesario hacerlo desarrollar en medios específicos y someterlo a estudios moleculares.

d) Patogénesis. *Rhizoctonia solani*, como patógeno del sistema radicular de la “orquídea amarilla”, se caracteriza por afectar el tejido cortical, necrosando primero los haces conductores floema, a medida que sigue la infección afecta al xilema, cuando esto ocurre todos los órganos dependientes de la nutrición mineral y abastecimiento de agua se marchitan, seguido de clorosis y la muerte respectiva.

En la presente investigación reportamos a esta especie como patógeno del sistema radicular de la “orquídea amarilla”; aunque existen reportes que en la familia Orchidaceae, *Rhizoctonia* sp., tiene comportamiento micorrítico, además permite la germinación de la semilla botánica de las orquídeas, como lo reporta (Roberts 1999).



Fig 13: *Rhizoctonia* sp; Necrosis cortical de raíces, filamento de raíces cuyo tejido cortical se ha necrosado y desprendido(a) y hifas (b)

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- Las necrosis de raíces, pseudobulbo y cuello de la orquídea amarilla, sin distinción, es causado por *Fusarium roseum* y *F. oxysporum*.
- La maceración de flores y frutos, el deterioro acuoso de los órganos afectados es causada por *Botrytis cinerea* Pers. Fr.
- Las manchas necróticas regulares de color negro, con anillos concéntricos inconspicuos y notorios distribuidos indistintamente en el haz y envés de hojas, seguido de una amplia área clorótica, es causado por *Alternaria alternata* (Fries.) Keissler = *A. tenuis* Nees.
- Las manchas necróticas hundidas de color oscuro en hojas y frutos, con presencia de puntitos negros en el área central, se determinó que es causado por *Pestalotia* sp.
- Las manchas pardas de hojas, frutos y escapo floral, se determinó es causado por *Cladosporium* sp.
- Las necrosis parcial y generalizada de tejido cortical de raíces, de color marrón claro y de consistencia blanda, es causado por *Rhizoctonia solani*

5.2.- RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios de identificación del nombre específico de *Pestalotia* sp., a través de ensayos de patogenicidad y a nivel molecular.
- Se recomienda realizar estudios sobre la población de plantas infestadas dentro de las zonas de estudio.
- se recomienda realizar estudios de identificación de especies y sus principales hospederos

CAPITULO VI

LITERATURA CITADA

- Agrios, GN. 1996.** Fitopatología. 2 ed. México, Editorial Limusa. 838 p.
- Aguirre Azpeitia, A. 1965.** Patología vegetal. 2. ed. Barcelona, España, Editorial Omega. 818 p.
- Ames de Icochea, T.** Enfermedades fungosas y bacterianas de raíces tubérculos andinos. (1 997). Lima 177p.
- Ames de Icochea, T. 1974.** Fitopatología General. Primera edición. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, Perú. 83 p.
- Alexopoulos, C. J. 1966.** Introducción a la Micología. Primera edición. Buenos Aires, Argentina, Editorial Universitaria de Buenos Aires. 615 p.
- Atoche, S.; Villavueva, O. y M. Roncal 1999.** Razas fisiológicas de *Rhizopus stolonifer* (Ehr. Ex. Fr.) Linder. Tesis Ingeniero Agrónomo. Fitopatología. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.
- Ávila, I. 2012.** Programa de la materia optativa: Biología de la conservación de *Orchidacea I*. Recuperado el 15 de diciembre de 2016, de bios biología. unich.mx. México.
- Banks, D. P. 2006.** Cultivo de orquídeas, propagacion y variedades "Orchids at home". Biología Vegetal. Universidad de Barcelona. Australia. 8-18. P
- Barnett, HL. 1960.** Illustrated Genera of Imperfect Fungi. 2 ed. West Virginia University, EE. UU, Department of Plant Pathology, Bacteriology and Entomology. 225 p.
- Booth, C. 1971.** The Genus *Fusarium*. Commonwealth Agricultural Bureaux. Great Britain, Inglaterra. 237 p.
- Brundrett, M. C. 2009.** Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. Plant and Soil 320, 37–77.
- Castro, S. N. 2003.** Ocurrencia de *Pestalotia* sp. Causando lesiones necróticas en Jazmín de cabo (*Gardenia augustas*) en corrientes argentina, Universidad Nacional del Nordeste. (En línea). Consultado 10 de feb 2017. Disponible en <http://www.unne.edu.ar/Web/cyt/cyt/2003/comunicaciones/05-Agrarias/A-019.pdf>.
- Chavarry, J.W. 2013.** Identificación de las enfermedades fungosas de la taya (*Caesalpinia spinosa* (Molina) Kuntze) en las zonas productoras de San Pablo y San Marcos, Cajamarca. Tesis Ingeniero Agrónomo. Cajamarca-Perú. Universidad Nacional de Cajamarca. 52 p.

Coyne, M. (2000). Microbiología del suelo un enfoque exploratorio. Editorial Paraninfo ITP An Internacional Thomson Publishing Company. Madrid-España. 416 p.

De la Torre, M.E; Sánchez, R.D; Galeana, E y J. Plasencia. 2014. Fumonisinias Síntesis y Función en la Interacción *Fusarium verticilloides* - Maíz (en línea). Coyoacan, México, Universidad Nacional Autónoma de México.

Diseases of field crops in Canada 2009. 1° editions Canadian Phytopathological Society 160 p

Dressler, R. L. (2005). How many orchid species. *Selbyana* 26: 155-158.

Edquen, M. y M. Roncal 2019. Fungosis del arándano (*vaccinium corymbosum* L.) var. Biloxi en el distrito de Jesús – Cajamarca. Tesis Ingeniero Agrónomo. Fitopatología. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Espinoza, J. A. (2010). Recolección de orquídeas en el cantón Zamora Chinchipe y adaptación en el jardín botánico “Reinaldo Espinosa”. Universidad Nacional de Loja. Loja, Ecuador.

Fernandes, F. y M. Roncal 2019. *Cladosporium* spp., antagonico a *Cercospora coffeicola* Berk. & Cke., *Drechslera turcica* Pass., y *Phragmidium mucronatum* (Per.) Schlecht. Tesis Ingeniero Agrónomo. Fitopatología. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Fernández Valiela, MV. 1 979. Introducción a la fitopatología. 3ra ed. Buenos Aires, Argentina. 613 p.

Fernández, M. 1978. Introducción a la fitopatología. 3 ed. Buenos Aires, Argentina, Edit. Talleres gráficos I.S.A.G. (Instituto Salesiano de artes gráficas). 779 p.

Fischer, A. (2007). Cultivo de Orquídeas. 1 ed, Buenos Aires: Albatros.

Freuler, J. M. (2007). Orquideas. 1 ed. Buenos Aires, Argentina.

Gil, A. K. (2012). Evaluación del estado de conocimiento y conservación de la familia orchidaceae, a través de colecciones ex situ en el departamento de Cundinamarca. Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá.

Griesbach, R. J. (2002). Decelopmente of Phalaenopsis orchids for the mass maeket. Trends in new crops and new uses. ASHS, Alexandria, USA.

Jauch, C. 1985. Patología vegetal. 3 ed. Buenos Aires, Argentina, Editorial el Ateneo. 320p.

Lecoufle Marcel. 2006. Orquídeas descripción cuidado y cultivo. 1° edición. Edit. Omega. S.A. Barcelona – España, 157.

Latorre Guzman, B. 1999. Enfermedades de las plantas cultivadas. 5 ed. D. F, México, Alfaomega. 646p.

Llacér, G; López, MM; Trapero, A; Bello, A. 1996. Patología vegetal. 2 ed. Madrid, España, Editorial Aedos. 1165 p.

Martín, R., Cauich, J. A., Montejo, E. E. y A. Quijano 2017. Hongos fitopatógenos asociados a enfermedades en orquídeas cultivadas en la península de Yucatan. Centro de Investigación Científica de Yucatan, A. C. CONACYT 203 – 208

Mosquera, A. (2010) Universidad Nacional de Colombia. Colombia. Disponible en:

http://www.revistas.unal.edu.co/index.php/acta_agronomica/article/view/17661.

McKendrick, S. (2000). Manual para la germinación *In vitro* de semillas de orquídeas. Ceiba. Foundation for Tropical Conservation. Scotland, United Kingdom.

Moreira, A. S., Lemos-Filho J. P., Zotz, G. y Isaias R.M. (2009). Anatomy and photosynthetic parameters of roots and leaves of two shade-adapted orchids, *Dichaea cogniauxiana* Schltr. and *Epidendrum secundum* Jacq. *Flora* 204: 604-611

Mosquera 2011. Reconocimiento de hongos con potencial benéfico asociados a la rizosfera de chotaduro (*Bactris gasipaes* H.B.K.) en la región Pacífico del Valle del Cauca Colombia. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Cundinamarca, Colombia.

Otero, J. T., Ackerman, J. D. y Bayman, P. (2002). Diversity and host specificity of endophytic Rhizoctonia – like fungi from tropical orchids. *American Journal of Botany*. 89: 1852-1858.

Paredes, E. (2012). Determinación de los protocolos para cultivo in-vitro de las especies *Epidendrum schistochilum* y *Oncidium cultratum*. Tesis de Ingeniería en Biotecnología. Quito, Ecuador. Universidad Politécnica Salesiana.

Rasmussen, H. N. (2002). Recent developments in the study of orchid mycorrhiza. *Plant and Soil* 244, 149-163.

Riascos, D., Sarria, G., Francia Varón de Agudelo, Gómez, A. y A.

Rivera, R. A. (2001). Guía ilustrada de 55 especies de orquídeas encontradas en la Reserva Biológica de Yuscarán, Honduras. Zamorano. Honduras. Rescatado de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/2282/1/IAD-2002-T038.pdf>

Rivas, M., Warner, J. y Bermúdez, M. (1998). Presencia de micorrizas en orquídeas de un jardín botánico neotropical. *Revista de biología tropical*, 46(2), 211-216.

Rivera, G. y G. Corrales 2007. Problemas fitosanitarios que amenazan la conservación de las orquídeas en Costa Rica. *Lankesteriana International Journal on Orchidology*. Universidad de Costa Rica Cartago, Costa Rica. vol 7 (1-2): 247 – 352pp

Roncal Ordoñez, M. S. 1993. Taxonomía de Hongos Fitopatógenos Comunes. 1ª edición. Edit. Martínez Compañón. Cajamarca - Perú. 372pp.

Roy A. Larson introducción a la floricultura (1988). México 551pp.

Romero Cova, S. 1988. Hongos fitopatógenos. Primera edición. Texcoco, México, Universidad Autónoma Chapingo. 347 pp.

Roncal Ordoñez, MS. 1993. Taxonomía de Hongos Fitopatógenos Comunes. Primera edición. Cajamarca, Perú, Edit. Obispo "Martínez Compañón". 372 p.

Sempertegui, G. y M. Roncal 2019. Fungosis del pushgay (*Vaccinium floribundum* H.B.K.) en cuatro provincias de la Región Cajamarca. Tesis Ingeniero Agrónomo. Fitopatología. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

Smith, S. y Read, D. (2008). Mycorrhizal symbiosis. Third Edition. Elsevier.

Tiza, A. G. (2010). Propagación in vitro de las orquídeas *Dendrobium*, *Laelia anceps*, *Phalaenopsis* y *Sobralia xantholeuca*. Universidad Veracruzana. México.

Villanueva, O. y M. Roncal 1992. Cuadro clínico de la pudrición blanda en camote (*Ipomoea batatas* (L) Lamarck). Tesis Ingeniero Agrónomo. Fitopatología. Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca.

APÉNDICE.

Clave taxonómica del Género *Fusarium* sp según Barnett, 1 966.

A2 **Micelio** no cenocítico, con frecuentes septas, normalmente presenta conidias, erecto en algunos géneros ----- (hongos imperfectos).

B1 Conidias y conidióforos no producidos dentro de picnidios o acérvulos ----
Moniliales

C2 Conidias no desarrolladas.

D3 Conidióforos unidos en esporodoquios o sinema.

E1 Conidias hialinas o brillantes coloreadas -----Tuberculariaceae.

F3 Algunas conidias con más de dos células hialinas u oscuras.

G1 Conidias hialinas o brillantemente coloreadas.

H2 Conidias largo, delgado coloreado.

I2 Esporodóquio sin setas

J2 Célula apical de conidios.

J1 Microconidios en forma de canoa ----- *Fusarium* sp.

Clave de identificación para *Botrytis sp* según Barnett – 1 960.

A₂.....(Hongo imperfecto).

B₁.....(Moniliales).

C₂ Conidia enrollada.

D₁ Conidia y conidióforos presentes (Momiliaceae).

E₁ Conidia con una célula globosa o cilíndrica.

F₁ Conidióforos ausentes o reducidos a fialides o soportado en estructuras semejantes o esterigmas.

G₃ Conidióforos no distinguibles, comúnmente hongos de suelo.

H₂ Conidióforos comúnmente ramificados a veces o simple presenta fialides en grupos o racimos.

I₂ Conidio no catenulada.

J₂ Conidióforos largos de pared gruesa, clamidosporas ausentes.

K₁ Conidios producidos en el ápice sobre fialides o sobre conidióforos con ramificaciones.

L₂ Conidióforos ramificados en forma de verticilios.

M₂ No acuático.

N₂ Conidio que no se forma en un líquido viscoso conidias sin humedad.

P₁ Conidios abundantes, formando grupos en esterigmas cortos, sobre ramificaciones gruesas.

P₂ Conidióforos grandes o cortos, irregularmente ramificados en relación a un eje central.....*Botrytis sp*.

Clave de identificación de *Alternaria* sp. Según (Barnett, 1960).

A2: Micelio no cenocítico o con septas frecuente; conidias normalmente ausentes, excepto en algunos géneros(HONGOS IMPERFECTOS)

B1: Conidias y conidióforos no producidos dentro de un picnidio o acérvulos (MONILIALES)

C2: Conidios no enrollados.

D2: Conidióforos y/o conidias conteniendo pigmentos oscuros, conidióforos no unidos en esporodoquio o cinema (Dematiaceae)

E4: Conidia multicelulada, dictiosporos, o cuatro células entrecruzadas.

F2: Conidia no catenulada.

G2: Célula apical de conidio no distintamente más grandes que otras.

H1: Conidióforo bien desarrollado, generalmente más largo que los conidios.

I1: Conidia simple, apical.

J1: Conidios atenuados en el ápice.....***Alternaria***

Clave de identificación para *Cladosporium* sp. Según Barnett – 1 960.

A₂. Micelio no cenocítico con frecuente septa conidia normalmente presente excepto en algunos géneros..... (Hongos imperfectos).

B₁. Conidia y conidióforos no producidas dentro de un pignidio o acervulo..... (Moniliales).

C₂. Conidia no enrollada.

D₂. Conidióforos con conidias conteniendo pigmentación oscura, conidióforos no unidos dentro de un esporodóquio o sinema.

E₂. Conidia generalmente con dos células

F₁. Conidia catenulada

G₂. Conidias en cadenas, frecuentemente ramificada

H₂. Conidia de forma variable, sin células esporígenas..... ***Cladosporium* sp.**

Clave de identificación para *Rhizoctonia* sp. Según Barnett – 1 960

A₂. Micelio no cenocítico, con frecuentes septas, normalmente presenta conidias, esepito en algunos géneros..... (Hongos imperfectos).

B₄. No se distingue la producción de conidias.... (Micelio estéril).

C₁. Esclerocio de forma variable, irregular, usualmente.....

Rhizoctonia sp.

ANEXOS.



A



B



C



D



E



F

Fig. A y B. Bosques montano húmedo características; C presencia de destrucción de los bosques; D y E Hospedero de plantas epifitas; F planta de la orquídea amarilla.



A



B



C



D



E



F

Fig. A planta de orquídea en medio natural, B raíces de orquídeas sanas, C planta de orquídea y hospedero, D pseudobulbo con síntomas necróticos, E planta de orquídea sana, F hoja con síntomas necrosis de hojas.

GLOSARIO.

Terminología fitopatológica básica, usada en la investigación.

Acérvulo. Estructura fungal semejante a un plato, tapizado de pequeños conidióforos y sus respectivos conidios. Resalta a la vista como puntos negros dentro de las lesiones hundidas o antracnosis.

Anamorfo. Designación micológica que se utiliza para explicar el origen de los conidios de la clase forma deuteromicetes, también denominados hongos imperfectos. Los miembros que lo integran esta clase producen conidios sin el proceso de intercambio genético (talos de diferente polaridad (webster, 1986).

Asepsia. Es higiene primordial en el laboratorio contar con ambientes lo más estéril posible, cuarto de aislamiento y cámara de flujo laminar para trabajar con patógenos sin riesgo de contaminación. Los utensilios de trabajo deben de ser esterilizados cada vez que se usan pasándolo por alcohol e hipoclorito de sodio y subsecuentemente flameándolos.

Asca. Célula en forma de saco, que usualmente contiene ocho ascosporas, es una característica de los ascomicetes (agrios, 2004).

Ascocarpos. Cuerpo fructífero de los ascomicetos que contiene ascas (Agrios 2004).

Autoclave. Consiste primordialmente en una cámara de esterilización por medio de calor húmedo. El vapor en su interior alcanza una temperatura de 120 °C y una presión de 18 lb/pulg² (Kg/cm²), el calor puede provenir de una fuente eléctrico, se utiliza para esterilizar medio de cultivo.

Basidio. Cada una de las células que, en los hongos basidiomicetos, forma las esporas por gemación: cada seta tiene millones de basidios.

Basidiosporas. Esporas de los basidios.

Cámara de flujo laminar. Permite que el aire fluya hacia afuera a través de filtros, a fin de crear condiciones de esterilidad y prevenir la contaminación.

Clorosis. Pérdida del color verde normal en las hojas de las plantas.

Conidio. Estructura de reproducción de origen sexual o asexual producida por los hongos.

Conidióforo. Hifa especializada sobre la cual se forman uno o más conidios (Agrios, 2004).

Desinfectante. Agente físico o químico que impide la infección de una planta, órgano o tejido.

Diagnosis. Reconocimiento de los signos y síntomas de las fitoenfermedades.

Esclerocio. Estructura pseudoparenquimática; producto del agrupamiento desordenado y apretado de hifas. Son multiformes, consistentes de colores oscuros. En esta forma, muchos hongos soportan condiciones adversas, por periodos prolongados de tiempo.

Eco-fisiológico. Parte de la ecología que estudia los procesos fisiológicos de los seres vivos bajo la influencia de factores ambientales.

Esporodoquio. Fructificación de origen asexual producida por algunos hongos y constituida por masas de conidióforos desarrollados sobre un estroma fungoso (Agrios, 2004).

Enfermedad. Es toda alteración que se produce en el normal funcionamiento del organismo, lo que da como resultado un desequilibrio en las actividades metabólicas y en la utilización de energía, trastornos que determinan una fisiología anormal en la planta.

Enzimas. Proteína compleja sintetizada por las células vivas del organismo, que cataliza una o varias reacciones químicas del metabolismo.

Espora. Unidad reproductiva de los hongos que consta de una o varias células.

Esporangio. Estructura en forma de saco que contiene esporas, puede estar sostenido por un pedúnculo o esporangióforo.

Esporangióforos. Estructura que sostiene esporangios.

Esterilización. Para esterilizar materiales, aparatos y zonas de trabajo se deben de eliminar o inactivar todas las células vivientes, se logra exponiendo todo el

material a agentes físicos letales que destruyan irreversiblemente la estructura protoplasmática de los microorganismos y los eliminen. La esterilización por calor es utilizada cuando el material a esterilizar no sea dañado por la temperatura elevada.

Estufa. Con ella se puede obtener por medio de calor seco diferentes temperaturas, que se utiliza para distintos propósitos, como la esterilización de materiales de vidrio a altas temperaturas.

Fenología. Ciencia que estudia cómo afecta las variables meteorológicas a las manifestaciones periódicas o estacionales de las plantas.

Filamento. Estructura delgada, flexible, similar a un hilo.

Fitohormonas. También llamadas hormonas vegetales, son sustancias producidas por células vegetales en sitios estratégicos de la planta y estas hormonas vegetales son capaces de regular de manera predominante los fenómenos fisiológicos de las plantas

Fitopatógenos. Se denomina fitopatógeno a un organismo, en general microorganismos que causa enfermedades en las plantas por medio de disturbios en el metabolismo celular causado por la secreción de enzimas, toxinas, fitorreguladores y otras sustancias y, además, por la absorción de nutrientes de la célula para su propio crecimiento.

Fitopatología. ciencia biológica que estudia a diferentes organismos que causan infecciones localizadas y generalizadas en los hospederos vegetales; esta ciencia también se ocupa del estudio de causas inanimadas, como deficiencia de elementos minerales y daño que causan los fenómenos meteorológicos.

Fungosis. Enfermedades causadas por hongos.

Haustorio. Estructura globosa, filamentosa enrollada o ramificada, de desarrollo intracelular, a través del cual los hongos fitopatógenos se proveen de alimento de la célula infectada, por ósmosis.

Hifa. Se modifican para formar los conidióforos, en cuyas partes terminales o intercalares se originan las esporas o estructuras de reproducción asexual. Los conjuntos de hifas forman el soma vegetativo conocido como micelio.

Hongo. Organismos uní o pluricelulares cuyo talo está constituido por filamentos cilíndricos denominados hifas; el conjunto de hifas constituye el micelio.

Hospedero. Corresponde a todos los vegetales susceptibles a los fitopatógenos.

Incubadora. Puede ser calibrada a diferentes rangos y combinaciones de luz y temperatura, a fin de lograr las condiciones óptimas para el crecimiento de los diferentes organismos con que se está trabajando.

Infeción. Invasión y multiplicación de agentes patógenos en los tejidos de un organismo.

Inóculo. Es el patógeno o aquella parte de él responsable de producir una infección.

Medio de cultivo. Sustrato que permite el crecimiento y desarrollo de microorganismos, dañinos y benéficos. Puede estar constituido por órganos de plantas, sustancias orgánicas y sales, provenientes de la industria.

Micelio. Conjunto de finos tubos o hifas que caracterizan a la gran mayoría de hongo.

Micelio cenocítico. Cuando las hifas no presentan septas, el micelio es denominado no cenocítico o no tabicado.

Micelio no cenocítico. Cuando presenta septas el micelio se dice que es tabicado.

Micología. Es el estudio de los hongos en todas sus denominaciones, formas y procedencias.

Microorganismo. Organismo microscópico

Microscopio. Es un instrumento que permite observar objetos que son demasiado pequeños para ser observados a simple vista. El tipo más común y el primero que se inventó es el microscopio óptico. Se trata de un instrumento

óptico que contiene dos o más lentes que permiten obtener una imagen aumentada del objeto y que funciona por refracción.

Micotoxinas. Son sustancias venenosas producidas por algunos hongos que se encuentran mayormente en las siembras de cereales y oleaginosas, frutas secas mal almacenadas.

Necrosis. Muerte de células y tejidos.

Parásito Obligado. Son organismos que viven a expensas de los tejidos de un solo hospedero.

Parénquima. Tejido blanco de las células vegetales vivas que consta de paredes finas de celulosa no diferenciadas.

Patogenicidad. Capacidad intrínseca que tiene un fitopatógeno para producir enfermedad.

Patógeno. Seres vivos, conformados por fanerógamas, líquenes, algas, hongos, bacterias, micoplasmas, nematodos paracitos y partículas virus que viven a expensas de un hospedero ocasionándole daño.

Picnidio. Cuerpo fructífero asexual, globoso en forma de fracaso, que produce conidias.

Proceso de infección de hongos fitopatógenos. El inoculo de los hongos fitopatógenos constituidos por esporas, conidios, porciones de hifas, macro y micro esclerocios y rizomorfos; tienen la propiedad de generar filamentos bajo condiciones adecuadas de humedad y temperatura; estos se movilizan por quimiotaxismo logrando penetrar a través de las aberturas naturales; las hifas se desplazan por los espacios intercelulares y para que el hongo se alimente, de células especiales de la hifa se desprende la estructura succionadora de alimento denominado haustorio.

Promicelio. Tubo germinativo de una teliosporas o ustilagospora.

Pústula. Pequeñas elevaciones formadas por fructificaciones de hongos parásitos o por lesiones que ellos originan en los tejidos epidérmicos de los hospedantes.

Senescencia. El envejecimiento como “El cambio gradual e intrínseco en un organismo que conduce a un riesgo creciente de vulnerabilidad, pérdida de vigor, enfermedad y muerte.

Septado. Que tiene septos o paredes transversales.

Septo. Pared transversal que delimita dos células en una hifa.

Severidad. Es una estimación visual en la cual se establecen grados de infección en una determinada planta, sobre la base de la cantidad de tejido vegetal enfermo.

Signo. Se denomina así a la presencia visible del patógeno en la planta afectada. En otras palabras, la planta enferma presenta en forma conspicua el organismo causante de la enfermedad; manifestación del patógeno.

Síntomas. Manifestación de la enfermedad que puede ser percibida por uno o más de nuestros sentidos.

Toxinas. Son productos microbianos no enzimáticos, de bajo peso molecular que perjudican las células vegetales y contribuyen al desarrollo de los síntomas en la planta enferma. Las toxinas pueden mostrar la misma especificidad que el patógeno que la produce y reproducir fielmente los síntomas característicos de la enfermedad.