

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**



**UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
RECURSOS NATURALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**TESIS DE GRADO**

**CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN  
EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*), SECTOR  
PATAIN – COTOPAXI. 2014**

**Tesis de grado presentada como requisito previo a la obtención del Título de  
Ingeniero Agrónomo**

**Autor: Roberto Alexander Garzón Chalán**

**Directora: Ing. Karina Marín Mg.**

**Asesor Técnico: Ing. Agr. Santiago Jiménez**

**Latacunga – Cotopaxi**

**2015**

## **AUTORÍA**

Yo, **ROBERTO ALEXANDER GARZÓN CHALÁN**, portador de la cedula N° 050308540-9, libre y voluntariamente declaro que la tesis titulada: **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*), SECTOR PATAIN – COTOPAXI. 2014”**, es original, autentica y personal. En virtud, declaro que el contenido será de mi sola responsabilidad legal y académica.

.....  
Roberto Alexander Garzón Chalán

C.I. 050308540-9

## **AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS**

Cumpliendo con lo estipulado en el capítulo V Art. 12. Literal f del Reglamento del Curso Profesional de la Universidad Técnica de Cotopaxi, en calidad de Directora del Tema de Tesis: **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*), SECTOR PATAIN – COTOPAXI. 2014”**, debo confirmar que el presente trabajo de investigación fue desarrollado de acuerdo con los planteamientos requeridos.

En virtud de lo antes expuesto, considero que se encuentra habilitado para presentarse al acto de Defensa de Tesis, la cual se encuentra abierta para posteriores investigaciones.

.....  
Ing. Karina Marín Mg.

## **AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

En calidad de miembros del Tribunal de la Tesis Titulada **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*), SECTOR PATAIN – COTOPAXI. 2014”** De autoría del egresado **Roberto Alexander Garzón Chalan** CERTIFICAMOS que se ha realizado las respectiva revisiones, correcciones y aprobaciones al presente documento.

**Aprobado por:**

**Ing. Karina Marín** .....

**DIRECTORA DE TESIS**

**Ing. Francisco Chancusig** .....

**PRESIDENTE DEL TRIBUNAL**

**Ing. Paolo Chasi** .....

**SECRETARIO DEL TRIBUNAL**

**Ing. Santiago Jiménez** .....

**OPOSITOR**

## DEDICATORIA

La presente Tesis está dedicada a Dios ya que gracias a él he logrado concluir mi carrera, a mis padres **Rafael Garzón** y **Yenny Chalán**, que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder ser un profesional de la Patria.

A mis hermanas y demás familia en general por el apoyo que siempre me brindaron día a día en el transcurso de cada semestre de mi carrera Universitaria.

Dedicado a mi familia, con todo mí cariño.

Roberto Garzón

## **AGRADECIMIENTO**

Al tener 24 años de edad y estar al borde de culminar mis estudios universitarios he tenido que ir quemando varias etapas en la vida, etapas que han ido cambiando la forma de ver el mundo y que han ayudado a valorar todas las cosas que tenemos al alcance de nuestras manos.

Por qué no agradecer a todas las personas que formaron parte de mi etapa escolar, amigos con los que se compartía juegos de infancia llenos de inocencia y los profesores que nos dieron nuestras primeras enseñanzas académicas.

En la etapa del colegio donde se agranda el número de personas con las que compartimos seis años de nuestras vidas, en donde los profesores se vuelven los mejores amigos y en muchos casos como nuestras segundas madres llenándonos de sabios consejos buscando que se haga quedar muy en alto el nombre de la institución en la cual estamos, por eso y muchas cosas más porque no decir gracias a todas las personas que formaron el Instituto Tecnológico Vicente León cuando yo estaba en sus aulas.

Al llegar a las aulas universitarias ya como hombres hechos y derechos y tener que enfrentar una gama de vicios y falsas amistades porque no agradecer a todas las personas que realmente se ganaron el nombre amigo, a todos los docentes a los cuales yo siempre considere como unos amigos más con los cuales se compartieron bellos e inolvidables momentos en las aulas llenos de risas y respeto lo cual fue parte importante para poder asimilar toda la información que trabajan de brindarnos.

Pero mis más sinceros agradecimientos a las cuatro personas quienes han estado en todas mis etapas de vida ayudándome, guiándome, respaldándome, cuidándome, aguantando todos mis defectos y virtudes y a pesar de todo nunca me han dado la espalda y siempre me han amado gracias mami Yenny, gracias papi Rafa, gracias ñañas Joha y Vero, todo lo que soy se los debo a ustedes.

“Con todo esto puedo decir que mi vida recién esta por empezar”

Roberto Garzón

## RESUMEN

La presente investigación **“CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE HONGOS FITOPATÓGENOS EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*), SECTOR PATAIN – COTOPAXI. 2014”**, tuvo por objetivo caracterizar morfológicamente el hongo que causa mayor impacto en la producción en el cultivo de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum*) en el sector de Pataín, cantón Salcedo de la provincia de Cotopaxi.

La presente investigación se realizó mediante técnicas de aislamiento en laboratorio y la observación posterior del hongo en el Microscopio Trinocular CX31, para poder diferenciar sus partes para luego ratificarlo con la bibliografía existente.

Entre los aspectos fundamentales de esta investigación están; La determinación del hongo fitopatógeno de mayor impacto en la producción de tomate de árbol que resulto ser *Colletotrichum gloeosporioides*, la cual se determinó gracias a la revisión y discusión bibliográfica, logrando identificar así los signos y síntomas del hongo en campo, la técnica empleada fue la observación directa comparándola con la fuente citada, permitiéndonos con esto realizar la caracterización de macro y micro estructuras como: talo, micelio, conidiógeno y acervulosporas, llegando a obtener fotografías digitales, las mismas que con ayuda de claves taxonómicas existentes se logró ratificar la presencia del agente causal que es *Colletotrichum gloeosporioides*, se pudo describir su ciclo de vida en condiciones controladas realizando la siembra y el aislamiento del patógeno en cajas Petri en un medio de cultivo papa – dextrosa – agar, con la duración de cinco días a una temperatura de 22°C en una cámara de incubación.

El producto de esta investigación ha sido consolidado en una guía didáctica de las características morfológicas del hongo en estudio para difundir los resultados obtenidos.

## ABSTRACT

This research "Morphological Characterisation of fungus pathogens in growing tree tomato (*Solanum betaceum*) Pataín sector - Cotopaxi. 2014" has on objective to characterise morphological the fungus that causes the greatest impact on production in tree tomato (*Solanum betaceum*) growing in the field of Pataín Region in the Cotopaxi province.

This research was performed by laboratory isolation techniques and subsequent the observation of the fungus in the Trinocular Microscope CX31, to differentiate parts and then ratify the existing literature.

Among the fundamental aspects of this researching are; The determination of the phytopathogenic fungus greater impact on the production of tree tomato that turned out to be *Colletotrichum gloeosporioides*, which was determined whit a literature review and discussional way, thus managing to identify the signs and symptoms of the fungus in the field, the technique used was direct observation compared with mention source, allowing us to make this characterization of macro and micro structures as cut down, mycelium, conidiógeno and acervulosporas, obtaining digital pictures, these ones was used like special keys where the presence of causal agent is *Colletotrichum gloeosporioides*, it might be described its life cycle under controlled conditions making the sowing and isolation of the pathogen in Petri dishes in a growth medium potato - dextrose - agar, with the last five days at a temperature of 22 ° C in an incubation chamber.

The product of this research has been consolidated into a tutorial of the morphological characteristics of the fungus studied in disseminating the results obtained.

# ÍNDICE

AUTORÍA.....	i
AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS.....	ii
AVAL DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL .....	iii
DEDICATORIA .....	iv
AGRADECIMIENTO .....	v
RESUMEN.....	vii
ABSTRACT .....	viii
ÍNDICE .....	ix
INTRODUCCIÓN .....	14
JUSTIFICACIÓN .....	15
OBJETIVOS .....	16
General .....	16
PREGUNTAS DIRECTRICES .....	17
CAPITULO I.....	18
1. FUNDAMENTO TEÓRICO .....	18
1.1. TOMATE DE ÁRBOL ( <i>Solanum betaceum</i> ) .....	18
1.1.1. Origen y Distribución Geográfica.....	18
1.1.2. Características Botánicas .....	18
1.1.3. Descripción de la Planta .....	19
1.1.4. Taxonomía .....	19
1.2. ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL.....	20
1.2.1. Antracnosis del fruto u ojo de pollo ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ) ....	20

1.2.2. Lancha o tizón tardío ( <i>Phytophthora infestans</i> ) .....	20
1.2.3. Mancha negra del tronco ( <i>Fusarium solani</i> ).....	21
1.2.4. Cenicilla o Mildeu ( <i>Oidium sp.</i> ) .....	21
1.3. LA ANTRACNOSIS.....	22
1.3.1. Generalidades .....	22
1.3.2. Hongos del género <i>Colletotrichum</i> .....	22
1.3.3. Características morfológicas de <i>Colletotrichum</i> .....	26
1.4. ANTRACNOSIS CAUSADA POR EL HONGO ( <i>Colletotrichum</i> .....	26
1.4.1. Taxonomía del hongo <i>Colletotrichum</i> .....	27
1.4.2. Características .....	28
1.4.3. Síntomas.....	28
1.4.4. Epidemiología .....	29
1.4.5. Nutrición del patógeno.....	30
1.4.6. Fuentes de inóculo del patógeno.....	30
1.4.7. Fase latente en frutos de tomate de árbol.....	30
1.4.8. Hibernación del hongo patógeno .....	31
1.4.9. Asociación del patógeno con otros microorganismos .....	31
1.5. CLASIFICACION DE LOS HONGOS FITOPATOGENOS .....	32
1.5.1. Hongos Inferiores .....	32
1.5.2. Hongos Superiores.....	34
1.6. Características morfológicas de hongos .....	41
1.6.1. Tipos de talos .....	41
1.6.2. Micelio.....	42
1.6.3. Hifas.....	42

1.6.4. Conidio.....	43
1.6.5. Conidióforo .....	44
CAPÍTULO II .....	45
2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....	45
2.1. Materiales .....	45
2.1.1. Institucionales .....	45
2.1.2. Recursos Humanos .....	45
2.1.3. Materiales de oficina.....	46
2.1.4. Materiales de campo .....	46
2.1.5. Materiales de aseo.....	46
2.1.6. Reactivos de aseo.....	47
2.1.7. Materiales de laboratorio .....	47
2.1.8. Reactivos de laboratorio .....	48
2.1.9. Equipos .....	48
2.2. Diseño Metodológico .....	49
2.3. Métodos y Técnicas .....	49
2.3.1. Método.....	49
2.3.2. Técnicas .....	50
2.4. Metodología.....	51
2.4.1. Recolección de la muestra en campo.....	51
2.4.2. Tratamiento de las muestras en laboratorio .....	51
2.4.3. Preparación del medio de cultivo.....	51
2.4.4. Siembra .....	52
2.4.5. Cultivo del hongo.....	52

2.4.6. Identificación .....	53
2.4.7. Aislamiento .....	53
2.4.8. Caracterización Morfológica .....	54
2.4.9. Elaboración de una guía didáctica de la caracterización morfológica del .....	54
CAPITULO III .....	55
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	55
3.1. Determinación del hongo fitopatógeno de mayor importancia en la .....	55
3.2. Identificación de signos y síntomas del hongo Antracnosis ( <i>Colletotrichum</i> ..	57
3.3. Caracterización de macro y microestructuras del patógeno .....	58
3.4. Descripción del ciclo de vida del patógeno en condiciones de laboratorio.....	63
3.5. Elaboración de una guía didáctica de la caracterización morfológica del.....	65
CONCLUSIONES .....	66
RECOMENDACIONES .....	67
GLOSARIO .....	68
BIBLIOGRAFÍA .....	73
ANEXOS .....	75
ANEXO 1. FOTOGRAFÍAS DE LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS .....	75
ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS DE MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS .....	78
ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS DE LA PRÁCTICA.....	82
ANEXO 4. FOTOGRAFÍAS DE LA VISITA DEL TRIBUNAL .....	85
ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE OBTENCION DE.....	86
ANEXO 6. COSTOS .....	95
ANEXO 7. GUÍA DIDÁCTICA DE LA CARACTERIZACIÓN .....	97

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Identificación de signos y síntomas del hongo Antracnosis ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ) en el cultivo de Tomate de Árbol ( <i>Solanum betaceum</i> ). .....	57
<b>Tabla 2.</b> Caracterización de Macro y Microestructuras del Patógeno.....	58
<b>Tabla 3.</b> Descripción del ciclo de vida del patógeno en condiciones de laboratorio .	63

## ÍNDICE DE IMÁGENES

<b>IMAGEN 1.</b> Talo de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> . .....	59
<b>IMAGEN 2.</b> Micelio de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .....	60
<b>IMAGEN 3.</b> Acervulosporas de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> . .....	61
<b>IMAGEN 4.</b> Reproducción de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .....	62

## INTRODUCCIÓN

El cultivo de Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea*). Es originario del valle interandino, de las zonas de clima templado y fresco, para una óptima producción. La serranía ecuatoriana posee zonas donde se cultiva este fruto de delicioso sabor y aroma.

En el Ecuador las provincias donde se cultiva este fruto son: Carchi, Imbabura, Pichincha, Cotopaxi, Tungurahua, Chimborazo, Azuay y Loja. En el 2012 el cultivo de tomate de árbol se extendió por 5964 hectáreas de cultivo, con un total de producción de 14.695 toneladas, con un rendimiento de 7,05 toneladas por hectáreas.

Se han realizado un sin número de estudios en tomate de árbol, al hablar del género de esta especie, diversas son las investigaciones realizadas, enfocándose a la taxonomía, la filogenia y la etnobotánica del género *Cyphomandra*, lo que ha permitido considerarlo actualmente como parte del género *Solanum*, nominándolo como *Solanum betaceum*.

Con este estudio se ha determinado que el primer problema fitosanitario del cultivo de Tomate de Árbol es *Colletotrichum gloeosporioides*, mediante aislamiento purificación y reproducción del patógeno en condiciones de laboratorio.

Para conocer morfológicamente el agente causal que ocasiona la mayor cantidad de pérdidas económicas, la investigación acudió a claves taxonómicas para poder describir sus estructuras.

## JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se realizó con el fin de caracterizar morfológicamente al hongo Fitopatógeno que causa mayor impacto en la producción de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum*). Pues se registra un 50% pérdida en cultivo.

Siendo este un cultivo de importancia económica para el país por el consumo interno y la cantidad que se designa a la exportación, PRO ECUADOR considerar que el producto a exportar tiene que estar libre de cualquier organismo vivo perjudicial para las plantas, llámese insecto, ácaro, malezas, hongos, bacterias, virus u otro.

Con este estudio se logrado determinar las estructuras morfológicas de *Colletotrichum gloeosporioides* conocido empíricamente como Ojo de Pollo, gracias a la aplicación de protocolos de laboratorio que permitieron, aislar, purificar y reproducir el hongo para su estudio.

Los resultados obtenidos en esta investigación serán socializados a los sectores de interés mediante la elaboración de una guía didáctica.

## OBJETIVOS

### General

- Caracterizar morfológicamente el hongo fitopatógeno que causa mayor impacto en la producción en el cultivo de Tomate de árbol (*Solanum betaceum.*), sector Pataín. Cotopaxi. 2014.

### Específicos

- Determinar el hongo fitopatógeno de mayor impacto en la producción del cultivo de Tomate de árbol (*Solanum betaceum*)
- Identificar signos y síntomas del hongo de mayor impacto del Tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en campo.
- Caracterizar macro y microestructuras del patógeno
- Describir el ciclo de vida del patógeno en condiciones de laboratorio
- Elaborar una guía didáctica de la caracterización morfológica del hongo en estudio.

## **PREGUNTAS DIRECTRICES**

- ¿Se reconocerá signos y síntomas del hongo fitopatógeno del cultivo de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) en base a la observación realizada?
- ¿Cuál es el hongo fitopatógeno que afecta al Tomate de Árbol (*Solanum betaceum*) en el sector de Pataín?
- ¿Determinar cuáles son las características del hongo fitopatógeno encontrado?

# CAPITULO I

## 1. FUNDAMENTO TEÓRICO

### 1.1. TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)

#### 1.1.1. Origen y Distribución Geográfica

El tomate de árbol (*Solanum betaceum*), es una planta nativa de América del Sur, su centro de origen más probable son las selvas y los bosques de la zona ubicada en la reserva Tucumano – Boliviana al noroeste de Argentina y el sur de Bolivia.

Actualmente se cultivan en todas las regiones del mundo, especialmente en Colombia, Ecuador, Perú y en Nueva Zelanda, con fines comerciales. (ALDANA, 2005)

#### 1.1.2. Características Botánicas

El tamaño del sistema radicular del tomate de árbol está en relación con la corpulencia de la planta que debe sostener, y puede alcanzar profundidades hasta de 1 m. Es una planta arbustiva con tallo recto, de forma cilíndrica de 5 a 12 cm de diámetro, y se ramifica en dos o tres ramas a una altura que varía entre 1,5 y 2,0 m de acuerdo al genotipo, la copa alcanza alturas hasta de 3 m. La consistencia del tallo y ramas es semileñosa, la corteza es de color verde grisáceo. (ALDANA, 2005)

### **1.1.3. Descripción de la Planta**

#### **1.1.3.1. Raíz.**

Pivotante, vigorosa y profunda.

#### **1.1.3.2. Tallo**

Semileñoso, frágil.

#### **1.1.3.3. Hoja**

Acorazonadas, alternas, sencillas y con el borde entero.

#### **1.1.3.4. Flores**

Pequeñas, de color rosado, agrupadas en racimos axilares.

#### **1.1.3.5. Frutos**

Baya ovalada pequeña, biocular, carnosa, puntiaguda o redonda en el extremo.

#### **1.1.3.6. Semillas**

Son dicotiledóneas, semiplanas, redondas y de color blanco amarillento.  
(ALDANA, 2005)

### **1.1.4. Taxonomía**

**Reino**..... Plantae  
**División**..... Fanerógamas  
**Subdivisión**..... Angiospermas  
**Clase**..... Dicotiledóneas  
**Orden**..... Tubifloras  
**Familia**..... Solanaceae  
**Género**..... Solanum  
**Especie**..... Solanum betaceum Cav. (YONG, 2004)

## **1.2. ENFERMEDADES DEL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL CAUSADAS POR HONGOS**

### **1.2.1. Antracnosis del fruto u ojo de pollo (*Colletotrichum gloeosporioides*)**

**Síntomas:** enfermedad de mayor importancia en el Ecuador, los frutos afectados presentan lesiones iniciales negras que pueden llegar a cubrir todo el fruto, poseen bordes definidos y el centro hundido.

**Diseminación:** Las esporas son diseminadas por el viento e insectos.

**Sobrevivencia:** Persiste asociado a tejidos enfermos aparentemente al estado de micelio o de conidias.

**Control:** Realizar podas de saneamiento, destrucción de los frutos contaminados, uso de materiales con resistencia genética. Realizar aspersiones foliares de fungicidas a base de cobre. (LATORRE, 2001)

### **1.2.2. Lancha o tizón tardío (*Phytophthora infestans*)**

**Síntomas:** En el haz y en el envés de las hojas se producen manchas redondeadas de color café negruzco y en el tallo, lesiones de color negro brillante, de consistencia ligeramente acuosa.

**Diseminación:** Por el viento.

**Sobrevivencia:** Presentes en restos de tejidos enfermos.

**Control:** Respetar las distancias de siembra y revisar en forma semanal el cultivo. Aplicaciones preventivas de fungicidas de contacto y sistémicos con adherentes. (BAYER, 2011)

### 1.2.3. Mancha negra del tronco (*Fusarium solani*)

**Síntomas:** Se presenta como lesiones necróticas de color pardo en la parte media del tronco y luego como manchas extensivas de color brillante.

**Diseminación:** Por el viento, las salpicaduras de las gotas de lluvia o por factores indirectos como las labores culturales.

**Sobrevivencia:** Sobrevive en residuos de tejidos enfermos que se mantenga húmedos.

**Control:** Eliminar la maleza. Control químico mediante aspersiones foliares de fungicidas a base de cobre. (LATORRE, 2001)

### 1.2.4. Cenicilla o Mildew (*Oidium sp.*)

**Síntomas:** Manchas oscuras rodeadas de un polvillo de color blanquecino en el haz y en el envés de las hojas viejas.

**Diseminación:** Fácilmente por el viento.

**Sobrevivencia:** En las malezas u otros cultivos.

**Control:** Realizar podas de mantenimiento. Aplicación en forma alternada de fungicidas preventivos a base de azufre. (LATORRE, 2001)

### **1.3. LA ANTRACNOSIS**

#### **1.3.1. Generalidades**

La antracnosis es un síntoma de enfermedad de las plantas de zonas calurosas y húmedas, causada por un hongo que puede ser generalmente el *Colletotrichum* o el *Gloeosporium*. (CIAT, 2004)

Entre los síntomas se encuentran unas manchas hundidas de diversos colores en las hojas, tallos, frutos o flores, que muchas veces derivan en el marchitamiento y muerte de los tejidos. Puede llegar a infectar varias plantas desde árboles hasta hierbas. (CIAT, 2004)

Es controlada mediante la destrucción de los tejidos vegetales afectados, usando semillas que aún no tienen el padecimiento o que son resistentes a este, aplicando fungicidas y/o confrontando a los insectos y parásitos que diseminan el hongo de la antracnosis de una planta a otra. (CIAT, 2004)

#### **1.3.2. Hongos del género *Colletotrichum***

##### **1.3.2.1. Generalidades del patógeno**

El género *Colletotrichum* presenta un número diverso de especies que incluye los patógenos y los saprofitos. Las especies de este género son consideradas como las más exitosas dentro de los hongos patógenos de plantas y se presentan tanto en zonas templadas como tropicales. Este patógeno puede afectar gran parte de los tejidos, órganos de la planta en desarrollo, y frutos. Su capacidad para causar infecciones latentes o quiescentes lo ubican dentro de los patógenos de post cosechas más importantes.

Las enfermedades causadas por hongos del género *Colletotrichum* han sido encontradas en casi todos los países del mundo, ocasionando daños en muchas especies de frutales y especies vegetales. (CONTRERAS, 2006)

Las setas presentes o ausentes, originadas irregularmente desde el pseudoparénquima, más o menos fuertes, no ramificadas, con un ápice agudo u obtuso, suaves y con una pared gruesa septada en algunos casos. (CONTRERAS, 2006)

Los conidióforos septados, ramificados sobre la base de color castaño claro o hialino, formados de la parte superior de las células del pseudoparénquima son simples, cortos, erectos. Las conidias también son hialinas, aceptadas en forma cilíndrica, fusiforme, de una sola célula, que durante la germinación se torna de color castaño pálido, se septan y forman el apresorio. A menudo las esporas son tan numerosas que pueden formar masas brillantes de color rosado. (CONTRERAS, 2006)

Las formas de *Colletotrichum* tienen diferentes modelos de comportamiento en la naturaleza, variando de saprofito a cepas parasíticas especializadas con un estrecho rango de hospederos. Los conidios son producidos en masas mucilaginosas, a menudo rosadas, bastante conspicuas y típicamente hundidas, con un contorno irregular en las lesiones necróticas (denominadas antracnosis) sobre frutos, hojas y tejidos. (CONTRERAS, 2006)

Algunas lesiones sobre frutos en desarrollo llegan a presentarse en relieve; como chancros, costras, cicatrices, o con forma de verruga en apariencia. (CIAT, 2004)

Algunas especies causan infecciones latentes sobre los frutos, que se desarrollan en lesiones de antracnosis durante la fase de maduración. Pero algunas lesiones surgen sin la presencia de un estado latente, cuando la infección toma lugar a través de una herida en el tejido del hospedero. Las especies generalmente sobreviven por largos periodos de tiempo sobre los desechos vegetales o sobre o dentro del suelo. El género patógeno más común en los trópicos es *Colletotrichum gloeosporioides*. (CIAT, 2004)

#### **1.3.2.2. Taxonomía del género *Colletotrichum***

La identificación correcta de un organismo permite conocer los patrones de comportamiento de la especie o del grupo taxonómico. (ZAPATA, 2008)

##### **Estado anamorfo**

**Reino**.....Fungi

**Subdivisión**..... Deuteromycotina

**Clase**.....Deuteromycetes

**Orden**..... Melanconiales

**Género**.....Colletotrichum

**Estado telomorfo**

**Reino**.....Fungi

**Subdivisión**.....Acomycotina

**Clase**.....Pyrenomycetos

**Orden**.....Sphaeriales

**Género**.....Glomerella

*Colletotrichum* presenta acérvulos en forma de disco o almohadilla, cerosos, subepidermales, típicamente color salmón, setas en el borde del acérvulo y entre los conidióforos, conidias hialinas, unicelulares, ovoides u oblongas. (JAVERIANA, 2002)

La taxonomía de *Colletotrichum* es confusa, hay cerca de 900 especies descritas o asignadas a *Colletotrichum*. La identificación ha sido estudiada por sus características morfológicas, culturales, especialmente características conidiales, presencia de setas, esclerocios y forma de los apresorios. Las conidias pueden ser cilíndricas o elípticas. Los métodos tradicionales no han sido satisfactorios para diferenciar entre especies de *Colletotrichum*. (JAVERIANA, 2002)

### **1.3.2.3. Características biológicas del género *Colletotrichum*.**

*Colletotrichum*, se encuentra en la naturaleza en su estado asexual (o fase conidial), produce unas estructuras en forma de disco, con un diámetro de 300 micras, en forma subepidermal en la lesión llamados acérvulos; estos cuerpos presentan varias espinas o setas con cuatro a nueve micras de diámetro y menos de 100 micras de longitud, los cuales están ubicados al borde o entre la masa de conidióforos simples y alargados. (JAVERIANA, 2002)

### **1.3.3. Características morfológicas de *Colletotrichum***

Acérvulos de forma tendencial discoidal, formados de estromas miceliales, que al inicio son subepidermicos errumpentes, provistos típicamente de largas setas marrones o negras, rígidas uni o pluricelular. Los conidiógenos son simples, por lo general son filiformes y cortos, dispuestos en palizada, produciendo acervulosporas acrógenas, de tipo unicelular, hialinas en algunas ocasiones de color rosa, cuando están agrupadas, rectas, ovoidales o elongadas y aglutinadas en una masa viscosa. (FALCONI, 2002)

## **1.4. ANTRACNOSIS CAUSADA POR EL HONGO (*Colletotrichum gloeosporioides*), EN TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)**

La antracnosis del tomate de árbol causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, es la enfermedad más importante de las que afectan la fruticultura en el ámbito mundial y nacional, debido a la severidad de los daños que ocasiona, a la magnitud de las pérdidas que genera tanto en producción como en calidad de la cosecha y a la dificultad que se presenta para su control. (ALARCON, 2007)

La antracnosis del fruto es la enfermedad más importante del cultivo, por su amplia distribución y por las pérdidas económicas que produce al destruir el producto a cosechar. (ALARCON, 2007)

Los costos de control de la enfermedad en tomate de árbol corresponden a un 45% de los costos totales de producción. A pesar del esfuerzo realizado por los productores, las pérdidas alcanzan hasta un 50% o más, debido exclusivamente a la severidad e intensidad del problema. (ALARCON, 2007)

El hongo que causa la antracnosis también afecta hojas y ramas, pero el daño más notorio se observa en los frutos, los cuales son afectados en todos sus estados de desarrollo. (ALARCON, 2007)

#### **1.4.1. Taxonomía del hongo *Colletotrichum***

**Género**.....*Colletotrichum*

**Clase**.....Penz

**Especie**.....gloeosporioides

La demanda de alternativas para el manejo de la enfermedad ha creado la necesidad de realizar estudios básicos orientados hacia el diagnóstico y caracterización de las especies. (CARRASCO, 2003)

### **1.4.2. Características**

Las características que tipifican esta epidemia, evidencian varios aspectos; en primer lugar que la precipitación juega un papel definitivo en la infección y severidad del problema, segundo que los patios de infección en la planta son múltiples (frutos en todas las edades, estructuras reproductivas, hojas, brotes, pedúnculos, etc.), tercero que el inoculo efectivo incrementa rápida y fácilmente todo el tiempo, es altamente eficiente y presenta características de quiescencia, favoreciéndolo de condiciones adversas sin perder viabilidad, por un tiempo aún no determinado, pero de varias semanas; que las condiciones ecológicas y agronómicas del cultivo son ideales para la epidemia. (CARRASCO, 2003)

Esta enfermedad se presenta cuando las plantas se encuentran en pleno desarrollo vegetativo, la humedad ambiental alcanza un 95% y la temperatura es superior a 17 °C. (SILVA, 1999)

### **1.4.3. Síntomas**

Se manifiestan con mayor frecuencia en el ápice o en los puntos en que varios frutos de una misma inflorescencia quedan en contacto, debido a que allí se presenta acumulación de agua, por tiempo más largo, lo cual favorece el desarrollo inicial del hongo. (SILVA, 1999)

En los frutos de cualquier edad, inicialmente se producen manchas circulares negras, hundidas, de bordes definidos, que aumentan rápidamente de tamaño y se tornan de consistencia seca, para luego cubrir casi todo el fruto y finalmente momificarse en la planta o caer al terreno. En condiciones de ambiente muy húmedo y precipitaciones continuas, se produce en el centro de la mancha una coloración

rosada a salmón, que corresponde a las estructuras de reproducción del patógeno. (SILVA, 1999)

También pueden aparecer a lo largo de las venas de las hojas unas manchas irregulares de color marrón claro correspondientes a tejido muerto. Las plantas afectadas tendrán el aspecto de haber sido quemadas por el sol. (SILVA, 1999)

#### **1.4.4. Epidemiología**

Puede ser transportado de planta a planta y de cultivo a cultivo, de varias formas: por el viento, por la lluvia, o por el mismo agricultor. (SEGURA, 2004)

También es diseminada por insectos perforadores de frutos, tales como: *Neoleucinodes elegantalis* y *Leptoglossus suszonatus* Dallas, y también por algunas larvas de lepidópteros, que facilitan la entrada del hongo y predisponen el fruto a la infección por el patógeno. (SEGURA, 2004)

Las esporas son liberadas de los acérvulos solamente cuando hay una abundante humedad, y el salpicado de las gotas de lluvia es un medio común de diseminación. (SEGURA, 2004)

La severidad de la enfermedad está relacionada con las condiciones del medio ambiente, el hongo se inactiva en condiciones de clima seco, luz solar y temperaturas extremas (menor de 18°C o mayor de 28°C). (SEGURA, 2004)

#### **1.4.5. Nutrición del patógeno**

*Colletotrichum gloeosporioides* es un microorganismo que en la naturaleza vive de la materia orgánica y en ocasiones especiales tiene la capacidad de volverse patógeno, prefiriendo atacar tejidos muy jóvenes o tejidos muy viejos y físicamente débiles. Los ataques más severos a los frutos ocurren cuando coinciden el estado más susceptible del cultivo (floración, fructificación) con un tiempo lluvioso y días de permanente humedad relativa, mayor del 90%. (SANDOVAL, 2014)

#### **1.4.6. Fuentes de inóculo del patógeno**

Las fuentes de inóculo se encuentran en las hojas, ramas, inflorescencias, brácteas de las flores y en los frutos, en términos generales en todo el árbol. (SANDOVAL, 2014)

#### **1.4.7. Fase latente en frutos de tomate de árbol**

La fase latente puede ser de unos pocos días o de varias semanas, inclusive de meses, originando las infecciones quiescentes, las cuales son activadas por cambios bruscos de temperatura, daños al tejido por insectos, daños mecánicos, senescencia de tejidos o sobre maduración de los frutos, lo que produce lesiones necróticas durante la precosecha o pos cosecha, que en condiciones normales no son detectadas. (RONDON, 2001)

El periodo de latencia es aquel desde la infección hasta que se convierte en tejido infeccioso (propágulo). (RONDON, 2001)

La infección quiescente se describe como una relación parasítica latente, que después de un tiempo prolongado cambia a una forma activa. (RONDON, 2001)

La quiescencia se puede mostrar como una espora no germinada, a través de los síntomas como infecciones internas a visibles, pero no en lesiones no expandidas como la mancha fantasma del tomate. (RONDON, 2001)

La quiescencia puede ser promovida por condiciones fisiológicas y físicas adversas que pueden ser impuestas temporalmente por el hospedante sobre el patógeno, por modificación de la capacidad patogénica del organismo y por resistencia temporal del hospedante. (RONDON, 2001)

#### **1.4.8. Hibernación del hongo patógeno**

El hongo hiberna en los restos de plantas afectadas, así como en las semillas; produce infecciones leves del follaje y tallos jóvenes que pueden pasar inadvertidas, pero que le permiten sobrevivir y reproducirse hasta que el fruto empieza a madurar y se hace susceptible a la infección. Las altas temperaturas y la gran humedad que prevalecen cuando ocurre la maduración de los frutos, favorecen la infección y propagación del hongo, conduciendo frecuentemente a epidemias destructivas. (CARRASCO, 2003)

#### **1.4.9. Asociación del patógeno con otros microorganismos**

Este patógeno tiene gran facilidad para asociarse con otros microorganismos, especialmente con bacterias del tipo *Pseudomonas*, que actúan en asocio (sinergismo) y le permiten una mejor germinación y formación de órganos que le facilitan la infección (apresorio), mientras la bacteria se beneficia, obteniendo del lugar donde

producen las esporas elementos nutritivos como el hierro para formar metabolitos. (SILVA, 1999)

## 1.5. CLASIFICACIÓN DE LOS HONGOS FITOPATÓGENOS

Los hongos que producen enfermedades en las plantas constituyen un grupo diverso y, debido a su abundancia y diversidad, aquí solo se presentaran una clasificación superficial de algunos de los géneros fitopatógenos más importantes.

### 1.5.1. Hongos Inferiores

**Clase: MYXOMYCETES** (mohos mucilaginosos). Carecen de micelio. Su forma es un plasmodio amorfo y desnudo.

- **Orden:** Physarales. Forman un plasmodio saprofito que produce cuerpos fructíferos costrosos que contienen esporas. Producen zoosporas.
- **Género:** fuligo, mucílago y physarum producen mohos mucilaginosos en plantas de poca altura.
- **Orden:** Plasmodiophorales. Los plasmodios se forman en el interior de las células de las raíces y tallos de las plantas. Producen zoosporas.
- **Géneros:** Plasmodiophora. P. brassicae produce la hernia de las crucíferas.
- Polymyxa. P. graminis parasita al trigo y a otros cereales.
- Spongoporas. S. subterránea produce la sarna polvorienta de los tubérculos de papa.
- Urophlyctis. U. alfalfae produce la verruga de la corona de la alfalfa.

**Clase: PHYCOMYCETES** (hongos algaceos); hongos inferiores verdaderos.

- **Subclase: CHYTRIDIOMYCETES.-** Tiene un micelio redondeado o alargado que carece de septos.
- **Orden:** Chytridiales. Tienen pared celular pero carecen de un micelio verdadero; la mayoría de ellos forman un rizomicelio y producen zoosporas.

- **Géneros:** *Olpidium*. *O. brassicae* parasita las raíces de la col y de otras plantas.
- *Physoderma*. *P. maydis* produce la mancha parda del maíz.
- *Synchytrium*. *S. endobioticum* produce la verruga de la papa.
- *Urophlyctis*. *U. alfalfae* produce la verruga de la corona de la alfalfa.
- **Subclase: OOMYCETES** (mohos acuáticos, royas blancas y mildius). Tienen un micelio alargado. Producen zoosporas en zoosporangios. Las oosporas se forman por la fusión de gametos morfológicamente distintos.
- **Orden:** Saprolegniales. Tienen un micelio bien desarrollado. Las zoosporas se forman en largos zoosporangios cilíndricos que se encuentran fijados al micelio, forman oosporas.
- **Género:** *Aphanomyces* ocasiona la pudrición de la raíz de varias hortalizas.
- **Orden:** Peronosporales. Los esporangios (por lo común, zoosporangios) se forman en las puntas de las hifas y quedan libres. Forman oosporas.
- **Familia:** Pythiaceae.
- **Géneros:** *Pythium* produce el ahogamiento de las plántulas, pudriciones de semillas y raíces y el tizón algodonoso de los céspedes.
- *Phytophthora*. *P. infestans* produce el tizón tardío de la papa y otras especies producen la mayoría de las pudriciones de la raíz.
- **Familia:** Albuginaceae (royas blancas).
- **Género:** *Albugo*. *A. candida* produce la roya blanca de las crucíferas.
- **Familia:** Peronosporaceae (mildius)
- **Género:** *Plasmopara*. *P. viticola* produce el mildiu de vid.
- *Peronospora*. *P. nicotianae* produce el mildiu (moho azul) del tabaco.
- *Bremia*. *B. lactucae* produce el mildiu de la lechuga.
- *Sclerospora*. *S. graminicola* produce el mildiu de las gramíneas.
- *Pseudoperonospora*. *P. cubensis* produce el mildiu de las cucurbitáceas.
- **Subclase: ZYGOMYCETES** (Mohos del pan). Hongos terrestres. Producen esporas asexuales no móviles en esporangios. No forman zoosporas. Su

espora de resistencia es una zigospora que se forma por la fusión de un par de gametos morfológicamente idénticos.

- **Orden:** Mucorales producen zigosporas. Las esporas asexuales no móviles se forman en esporangios terminales.
- **Géneros:** *Rhizopus* produce la pudrición blanda de los frutos y hortalizas.
- *Choanephora. C. cucurbitarum* produce la pudrición blanda de la calabaza.

### 1.5.2. Hongos Superiores

**Clase: ASCOMYCETES** (hongos de saco). Producen grupos de ocho esporas asexuales, denominadas ascoporas, en el interior del asca.

- **Subclase: HEMIASCOMYCETES.** Con ascas desnudas que no se forman en ascoporas.
- **Orden:** Taphrinales. Las ascas se forman a partir de células ascogenas binucleadas.
- **Género:** *Taphrina*. Produce el enrizamiento de las hojas del durazno, abolsamiento del ciruelo, la verruga foliar del roble, etc.
- **Subclase: EUASCOMYCETES.** Las ascas se forman en ascocarpos.
- **Serie: PYRENOMYCETES** (hongos periteciales). Las ascas se forman en cuerpos fructíferos totalmente cerrados (cleistotecios) o en cuerpos fructíferos que presentan una abertura (peritecios).
- **Orden:** Erysiphales (cenicillas). El micelio y los cleistotecios se forman sobre la superficie de la planta hospedera.
- **Géneros:** *Erysiphe* produce la cenicilla de las gramíneas, cucurbitáceas, etc.
- *Microsphaera*; una especie produce la cenicilla de la lila.
- *Podosphaera. P. leucotricha* produce la cenicilla del manzano.
- *Sphaerotheca. S. pañosa* produce la cenicilla del rosál y del durazno.
- *Ucinula. U. necator* produce la cenicilla de la vid.
- **Orden:** Sphaeriales. Los peritecios poseen paredes firmes y colores oscuros.
- **Géneros:** *Ceratocystis. C. ulmi* produce la enfermedad del olmo holandés.

- Diaporthe produce el tizón de la vaina del frijol, la melanosis de los cítricos y la pudrición del fruto de la berenjena.
- Endothia. E. parasitica produce el tizón del castaño.
- Glomerella. G. cingulata produce muchas antracnosis y la pudrición amarga del manzano.
- Gnomonia produce la antracnosis o mancha foliar de varias plantas.
- Rosellinia produce las enfermedades de la raíz de la vid y de los árboles frutales.
- Valsa produce el cáncer del durazno y de otros árboles.
- Xylaria produce el cáncer de los árboles y la pudrición de la madera.
- **Orden:** Hypocreales. Los peritecios son de colores claros, rojos o azules.
- **Géneros:** Claviceps. C. purpúrea produce el cornezuelo del centeno.
- Gibberella ocasiona la pudrición del pie o tallo del maíz y de pequeños granos.
- Nectria produce el cáncer del tallo y ramas de los árboles.
- **Serie: PSEUDOSPHAEROMYCETES** (hongos ascostromaticos). Presentan estromas en forma de peritecio que presentan ascas en cavidades separadas o en grandes cavidades.
- **Orden:** Myriangiales. Con cavidades dispuestas a varios niveles y que contienen ascas individuales.
- **Género:** El signo produce las antracnosis de la vid y de la frambuesa y la sarna de los cítricos.
- **Orden:** Dothideales. Con cavidades dispuestas en una capa basal, las cuales contienen muchas ascas. Los peritecios carecen de pseudoparafisas.
- **Géneros:** Dibotryon. D. morbosum produce la nodulación negra de las ramas en cerezos y ciruelos.
- Dothidella. D. ulei ocasiona la mancha foliar de los árboles del caucho.
- Gugnardia. G. bidwelli produce la pudrición negra de las uvas.
- Mycosphaerella produce las manchas foliares de muchas plantas.

- **Orden:** pleosporales. Con cavidades dispuestas en una capa basal, las cuales contienen muchas ascas. Los peritecios presentan pseudoparafisas.
- **Géneros:** ophiobolus. *O. graminis* produce la enfermedad del pie de trigo.
- *Physalospora*. *P. obtusa* produce la pudrición negra de la manzana.
- *Venturia*. *V. inaequalis* ocasiona la roña de la manzana.
- **Serie: DISCOMYCETES** (hongos de copa). Las ascas se forman en la superficie de apotecios carnosos en forma de copa o de plato.
- **Orden:** Helotiales. Las ascas liberan sus esporas a través de una perforación apical o circular.
- **Géneros:** *Coccomyces*. *C. hiemalis* produce la mancha foliar del cerezo.
- *Diplocarpon*. *D. rosae* produce la mancha negra de las rosas.
- *Lophodermium* produce el tizón de las agujas del pino.
- *Monilinia*. *M. fructicola* produce la mancha parda de los frutos de hueso.
- *Rhytisma*. *R. acerium* produce la mancha alquitranada de las hojas del arce.
- *Sclerotinia*. *S. sclerotiorum* produce la pudrición blanda aguanosa de las hortalizas.
- **Orden:** pezizales. Las ascosporas se liberan a través de una estructura en forma de tapa o capsula que se localiza en la punta del asca.
- **Género:** pseudopeziza. *P. medicaginis* produce la mancha foliar de la alfalfa.

**Clase: FUNGI IMPERPECTI O DEUTEROMYCETES** (hongos asexuales).

Carecen de estructuras o reproducción sexuales o no se sabe que las presenten.

- **Orden:** Sphaeropsidales. Las esporas asexuales se forman en picnidios.
- **Géneros:** *Ascochyta*. *A. pisi* produce el tizón del tallo de la frambuesa.
- *Cytospora* ocasiona el cáncer del durazno y otros árboles. (*Valsa* representa su etapa sexual).
- *Diplodia*. *D. zae* produce la pudrición del tallo y la mazorca del maíz.
- *Phoma*. *P. lingam* ocasiona la pierna negra de las crucíferas.
- *Phomopsis* produce al tizón y el cáncer del tallo de varios árboles.

- Phyllosticta produce las manchas foliares de muchas plantas.
- Septoria. S. apti produce el tizón tardío del apio.
- **Orden:** Melanconiales. Las esporas asexuales se forman en un acèrvulo.
- **Géneros:** Colletotrichum ocasiona la antracnosis de muchas plantas de cultivo.
- Coryneum: C. beijerincki produce el tizón de los frutos de hueso.
- Cylindrosporium produce manchas foliares en muchas clases de plantas.
- Gloeosporium muy parecido (si no idéntico) a Colletotrichum; produce antracnosis en muchas plantas.
- Marssonina ocasiona el tizón de las y hojas del álamo, la quemadura de las hojas de fresa y la antracnosis de los nogales.
- Melanconium. M. fuligenum produce la pudrición amarga de la vid.
- Sphaceloma produce la antracnosis de la vid y de la frambuesa y la sarna de los cítricos del aguacate.
- **Orden:** Moniliales. Las esporas asexuales se forman sobre las hifas (o en su interior) del hongo que se encuentran expuestas libremente a la atmósfera.
- **Géneros:** Alternaría produce manchas foliares y tizones en muchas plantas.
- Aspergillus produce la pudrición de las semillas almacenadas.
- Botrytis. B. cinerea produce el moho gris y los tizones de muchas plantas.
- Cercospora; una especie de este género produce el tizón temprano del apio.
- Cladosporium. C. fulvum produce el moho de las hojas del tomate.
- Fusarium produce el marchitamiento y la pudrición de la raíz de muchas plantas anuales, así como el cáncer de árboles forestales.
- Fusicladium produce la roña de la manzana (venturia representa su etapa sexual).
- Graphium. G. ulmi produce l enfermedad del olmo holandés
- (Ceratozystis representa su etapa sexual).
- Helminthosporium produce el tizón de los cereales y enfermedades de los céspedes.

- *Penicillium* produce la pudrición de los frutos y otros órganos carnosos debido a los mohos azules.
- *Phymatotrichum*. *P. omnivorum* produce la pudrición de la raíz del algodón y otras plantas.
- *Pyricularia* produce el tizón del arroz y la mancha gris foliar de los céspedes.
- *Strumella* produce el cáncer del roble.
- *Thielaviopsis*. *T. básico* la produce la pudrición negra de la raíz del tabaco.
- *Verticillium* produce la marchitez de muchas plantas anuales y perennes.
- **Orden:** *Mycelia Sterilla*. No se ha observado o es muy poco frecuente la formación de esporas asexuales o sexuales en este grupo de hongos.
- **Géneros:** *Rhizoctonia* produce las pudriciones de la raíz de la corona de las plantas anuales y mancha parda de los céspedes (su etapa perfecta corresponde a *Thanatephorus*).
- *Sclerotium* produce las pudriciones de la raíz y del tallo de muchas plantas (su etapa perfecta corresponde a *Pellicularia*).

**Clase: BASIDIOMYCETES** (hongos en forma de mazo). Las esporas sexuales, denominadas basidiosporas o esporidios, se forman externamente sobre una estructura (denominada basidio) constituida por una o cuatro células.

- **Subclase: HETEROBASIDIOMYCETES** (royas y carbones). El basidio presenta septos y equivale al promicelio de una teliospora. Estas se encuentran solas o se unen a manera de columnas o costras, permaneciendo en los tejidos del hospedero o interrumpiendo a través de su epidermis.
- **Orden:** Ustilaginales. La fecundación se efectúa de esporas, hifas, etc., que sean compatibles. Solo producen teliosporas.
- **Géneros:** *Sphacelotheca*; varias especies de este género producen el carbón volador del sorgo.
- *Tilletia*; varias especies producen el añublo o carbón apestoso del trigo.
- *Urocystis*. *U. cepulae* produce el carbón de la cebolla.

- **Orden:** Uredinales. Las células espermáticas denominadas espermacios o picniosporas fecundan a las hifas receptoras especializadas que contienen los espermagonios (picnios). Producen aeciosporas, uredosporas (esporas repetidoras), teliosporas y basidiosporas.
- **Géneros:** Cronartium. *C. ribicola* produce la roya vejigosa blanca del pino.
- Gymnosporangium. *G. juniperi-virginianae* produce la roya del manzano cedro.
- Melampsora. *M. lini* produce la roya del lino.
- Phragmidium; una de sus especies produce la roya de las rosas.
- Puccinia; varias especies producen la roya del fríjol.
- **Subclase: HOMOBASIDIOMYCETES** (hongos de la pudrición de la raíz y de la descomposición de la madera). Basidios sin septos. El basidiocarpo puede o no estar presente. Incluyen las setas, los hongos repisa, los bejines, etc.
- **Serie: HYMENOMYCETES.** Los basidios se forman en un himenio que se expone al aire antes de que las esporas se desprendan de los esterigmas.
- **Orden:** Exobasidiales. Carecen de basidiocarpos: los basidios se forman sobre la superficie de los tejidos parasitados del hospedero.
- **Géneros:** Corticium; una de las especies produce la enfermedad del filamento rojo de los céspedes.
- Exobasidium produce agallas en tallo, hojas y flores de las plantas de ornato.
- **Orden:** polyporales. El himenio reviste las superficies de pequeños poros o tubos.
- **Géneros:** Fomes produce la pudrición del corazón de muchos árboles.
- Pellicularia (Sclerotium) produce las pudriciones el tallo y la raíz de muchas plantas.
- Polyporus produce las pudriciones del tallo y de la raíz de muchos árboles.
- Poria produce las pudriciones de la madera y de la raíz de árboles forestales.

- Stereum produce la descomposición de la madera y la enfermedad de la hoja plateada de los árboles.
- Thanatephorus (Rhizoctonia) produce pudriciones del tallo y la raíz de muchas plantas anuales y mancha parda de los céspedes.
- Typhula; una de sus especies produce el moho nevado o tizón de los céspedes.
- **Orden:** Agaricales. El himenio se localiza sobre barbas irradiantes o laminillas.
- **Géneros:** Armillaria. A. mellea produce pudrición de, las raíces de árboles frutales y forestales.
- Lenzites produce la pudrición parda de la coníferas y descomposición de los productos de la madera.
- Marasmius produce la enfermedad anular falsa de los céspedes.
- Peniophora produce la descomposición del tronco y la madera de pulpa de las coníferas.
- Pholiota produce la pudrición parda de la madera de árboles forestales deciduos.
- Pleurotus produce la pudrición blanca de la mayoría de los árboles forestales deciduos.
- Schizophyllum produce la pudrición blanca de los árboles forestales deciduos.

(AGRIOS, 1999)

## **1.6. Características morfológicas de hongos**

### **1.6.1. Tipos de talos**

#### **A. Talos fruticulosos**

No aplicados al sustrato, sólo adheridos al sustrato por una superficie de fijación reducida.

Pueden ser erectos, péndulos o extendidos, hay varios tipos:

Cilíndricos, ramificados: *Usnea*, *Alectoria*.

Laciniados: *Evernia*, *Ramalina*, *Cetraria*.

#### **B. Talos foliáceos**

Extendidos sobre el sustrato.

Fijados por un conjunto de ricinas: *Xanthoria*, *Physcia*.

Unidos por un solo punto, talos umbilicados: *Umbilicaria*, *Dermatocarpon*.

#### **C. Talos escuamulosos**

Formados por un conjunto de escamas más o menos cercanas, contiguas o imbricadas, con un borde no adherido al sustrato: *Psora decipiens*.

#### **F. Talos gelatinosos**

Negruzcos, coriáceos y friables cuando secos pero al menos pulposos, flexibles y translúcidos cuando húmedos.

Ficobionte siempre cianofita: *Collema nigrescens*.

### **G. Talos filamentosos**

Formados por filamentos muy finos enmarañados, con aspecto lanoso, extendidos sobre el sustrato.

Constituidos por una clorofita del género Trentepohlia, con los filamentos cubiertos por una vaina de hifas: Ephebe lanata con Stigonema), Cystocoleus, Racodium. (LICHEN, 2014)

### **1.6.2. Micelio**

Masa entretejida de filamentos de una célula de espesor.

#### **Tipos de micelio**

**A.** Micelio vegetativo, que crece por toda la superficie del sustrato (suelo, alimento, tejido vegetal) y tiene como función absorber nutrientes del sustrato al penetrar en él y fijar el hongo al sustrato.

**B.** Micelio aéreo o reproductor, que produce esporas sexuales y asexuales. (IMAI CELA, 2001)

### **1.6.3. Hifas**

Es la unidad vegetativa en la estructura de los hongos.

Su forma es filamentosa y de tipo tubular con paredes celulares, pudiendo presentar tabiques (hifas septadas) o no (hifas aseptadas) y que contienen en su interior citoplasma que viene a ser una sustancia similar a la clara de huevo junto con pequeñas estructuras con morfologías y funciones determinadas denominadas organoides. (MORENO, 2009)

El conjunto de hifas forman un entretejido que constituye el micelio (hongo) y sus frutos son las setas. (MORENO, 2009)

#### **1.6.3.1. TIPOS DE HIFAS**

**GENERATIVAS:** Producen estructuras fértiles y con paredes delgadas, septadas (con septos o paredes transversales) y con fíbulas presentes o ausentes.

**ESQUELÉTICAS:** Aseptadas (sin septos o paredes transversales), no ramificadas, con paredes gruesa, hialinas o coloreadas.

**ENVOLVENTES:** Aseptadas, con paredes gruesas, ramificadas y extremos terminados en punta (acuminados). (MORENO, 2009)

#### **1.6.4. Conidio**

Un conidio es una espora asexual inmóvil formada directamente a partir de una hifa o célula conidiógena o esporógena. Aparecen en hongos: Zygomycetes, Ascomycetes y algunos Basidiomycetes. El término Deuteromycetes está en desuso pues la tendencia actual es referirse a estos hongos mediante los grupos principales mencionados a los que pertenecen. (MORENO, 2009)

Aunque muchas especies de hongos han perdido la capacidad de producir estructuras sexuales y se reproducen sólo asexualmente, es posible ubicarlos en alguno de los grandes grupos de hongos mencionados anteriormente, mediante análisis morfológico o molecular. El término conidio se utiliza también como sinónimo de exospora, esporas de las bacterias fungoides del grupo de los Actinomycetes, como las del género *Streptomyces*. (MORENO, 2009)

Los Conidios son esporas asexuales que a menudo están pigmentadas y son resistentes a la desecación. Los conidios sirven para dispersar al hongo hacia nuevos hábitats. Cuando estos se forman el color blanco del micelio cambia y toma el color de los conidios que puede ser negro, verde azulado, rojo, amarillo o marrón. (MORENO, 2009)

### **1.6.5. Conidióforo**

En ciertos hongos, la conidiófora o conidióforo estructura microscópica especializada en la producción asexual de miles de esporas llamadas conidios. Se localizan en el extremo de hifas las cuales levantan la conidiófora en el aire con el fin de esparcir las esporas con más eficiencia. Algunas conidióforas (en el *Geotrichum candidum*, por ejemplo) son de un filamento, mientras que otras (en el *Trichoderma viride*, por ejemplo) son ramificadas.

Los conidióforos se localizan aislados o en conidiomas siendo la morfología de éstos (picnidios, acérvulos, sinemas o esporodoquios) un carácter taxonómico importante en hongos imperfectos. (MORENO, 2009)

## **CAPÍTULO II**

### **2. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

#### **2.1. Materiales**

##### **2.1.1. Institucionales**

- Universidad Técnica de Cotopaxi
- Unidad Académica de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales
- Carrera de Ingeniería Agronómica
- Laboratorio

##### **2.1.2. Recursos Humanos**

- Autor: Roberto Alexander Garzón Chalan
- Director de tesis: Ing. Karina Marín
- Asesor Técnico: Ing. Santiago Jiménez
- Miembros del Tribunal:
  - Ing. Francisco Chancusig
  - Ing. Paolo Chasi
  - Ing. Santiago Jiménez

### **2.1.3. Materiales de oficina**

- Computador
- Internet
- Flash memory
- Cd o DVD
- Hojas formato A4

### **2.1.4. Materiales de campo**

- Muestras de frutos de Tomate de árbol infectados con antracnosis

### **2.1.5. Materiales de aseo**

- Escoba
- Trapeador
- Franela
- Papel de cocina
- Zapatones
- Guantes
- Mascarillas
- Cofias
- Mandil

### **2.1.6. Reactivos de aseo**

- Desinfectante (Kalipto)
- Alcohol
- Yodo

### **2.1.7. Materiales de laboratorio**

- Pinzas
- Lámpara de alcohol
- Laminas porta-objetos
- Cubre objetos
- Hojas de bisturí estéril
- Vasos de precipitación de 50 ml, 100 ml, 600 ml y 1000 ml
- Erlenmeyer de 500 ml y 1000 ml
- Asa de inoculación de cromo
- Cajas mono Petri descartables
- Papel parafilm
- Juego de botellón de agua
- Papel aluminio
- Cajoneras de plástico
- Colador
- Tijeras
- Cintas de pH
- Varilla de agitación
- Olla

### **2.1.8. Reactivos de laboratorio**

- Bacto agar
- Agua
- Levadura
- Sacarosa
- Ácido cítrico

### **2.1.9. Equipos**

- Refrigeradora R1-425 QUARZO INDURAMA
- Incubadora IN110
- Microscopio Trinocular CX31
- Cámara de flujo laminar aurora mini con base
- Autoclave semiautomática 2540-23 litros
- Destilador de agua waterwise 9000
- Cámara científica infinity 1-2CB
- Desecador 250mm de diámetro con tapa
- Cocineta eléctrica
- Cámara digital
- Balanza
- Termómetro digital

## **2.2. Diseño Metodológico**

Para esta investigación se describe las caracterizaciones morfológicas de las macro y micro estructuras del principal hongo fitopatógeno del cultivo de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum*), en base a imágenes obtenidas con ayuda del microscopio y la cámara científica que coinciden con la descripción de la bibliografía ya existente, y en las cuales se pueden visualizar sus estructuras predominantes.

## **2.3. Métodos y Técnicas**

### **2.3.1. Método**

El Método analítico es aquel método de investigación que consiste en la desmembración de un todo, descomponiéndolo en sus partes o elementos para observar las causas, la naturaleza y los efectos. El análisis es la observación y examen de un hecho en particular. Es necesario conocer la naturaleza del fenómeno y objeto que se estudia para comprender su esencia. Este método nos permite conocer más del objeto de estudio, con lo cual se puede: explicar, hacer analogías, comprender mejor su comportamiento y establecer nuevas teorías. (RAMON, 2006)

Con la aplicación de este método se analizó el ciclo de vida del principal hongo fitopatógeno y se describió según lo observado, adicionalmente se usó el método comparativo ya que se planteó una comparación entre lo observado y lo existente en la bibliografía.

### 2.3.2. Técnicas

La observación consiste en saber seleccionar aquello que queremos analizar. Se suele decir que "Saber observar es saber seleccionar". Para la observación lo primero es plantear previamente qué es lo que interesa observar. En definitiva haber seleccionado un objetivo claro de observación. La observación científica "tiene la capacidad de describir y explicar el comportamiento, al haber obtenido datos adecuados y fiables correspondientes a conductas, eventos y /o situaciones perfectamente identificadas e insertas en un contexto teórico. (RAMON, 2006)

El fichaje es una técnica utilizada especialmente por los investigadores. Es un modo de recolectar y almacenar información, cada ficha contiene una información que, más allá de su extensión le da unidad y valor propio. La ficha es un recurso valioso para el estudio porque permite registrar datos o información proveniente de diversas fuentes, recordar y manejar el contenido de obras leídas. Además la ficha ahorra tiempo y esfuerzo y facilita la elaboración del índice de autores y de títulos consultados así como la memorización y la comprensión. (RAMON, 2006)

La observación científica nos permitió conocer la realidad de los signos y síntomas de las muestras en campo para poder recolectarlas, además permitió caracterizar macro y micro estructuras del hongo patógeno.

Con el fichaje se realizaron tablas como el ciclo de vida del hongo, los signos y síntomas del cultivo y la guía didáctica de la caracterización morfológica del hongo en estudio.

## **2.4. Metodología**

### **2.4.1. Recolección de la muestra en campo**

En los cultivares de tomate de árbol (*Solanum betaceum*) ubicados en el Barrio Patín del Cantón Salcedo de la Provincia de Cotopaxi, a una altura de 2800 m.s.n.s, con Latitud: 34° 37' 56.1788" S y Longitud: 58° 24' 30.4646" W, se tomó muestras de tres huertas que presentaban signos y síntomas de estar afectados por *Colletotrichum gloeosporioides* conocido empíricamente en el sector como Ojo de Pollo.

Utilizando protocolos de recolección de material en campo se recolecto frutos enfermos, luego fueron almacenados en fundas tetrapac para ser transportados hacia el laboratorio en un rango de tiempo de 30 min en vehículo.

### **2.4.2. Tratamiento de las muestras en laboratorio**

En un refrigerador a una temperatura entre 6 y 8°C fueron almacenadas las muestras tomadas en campo, con la finalidad de que el patógeno se mantenga vivo, hasta sembrarlo en el medio de cultivo, tomando en cuenta que este tiempo no sea mayor a 8 días.

### **2.4.3. Preparación del medio de cultivo**

El medio de cultivo que se preparo fue el papa destroza agar (PDA), ya que este es el medio de cultivo universal para la propagación de hongos en laboratorio.

Primero.- pesamos 200 gr. De papa pelada y picamos en cuadritos, pusimos en una olla para cocinarlas por 10 minutos con 500 ml de agua con un pH de 6.5 que lo bajamos con ácido cítrico, esto para evitar la propagación de bacterias.

Segundo.- pasamos por el colador la sustancia obtenida para liberarla de impurezas, la regresamos a fuego lento completando con agua lo que se evaporo, procedimos a añadir 15 gr. de agar, 20 gr. de dextrosa o sacarosa y 2 gr. de levadura.

Tercero.- una vez que ya tuvimos una solución homogénea procedimos a trasladarla a un Erlenmeyer lo tapamos bien con papel aluminio para evitar que se derrame y lo sometemos a 35 min en el autoclave para esterilizarlo.

Cuarto.- una vez que obtuvimos el medio de cultivo esterilizado procedimos a ponerlo en cada caja Petri con mucho cuidado para evitar contaminaciones, fue necesario esperar de 5 a 10 minutos para que se gelatinice y pudimos realizar la siembra.

#### **2.4.4. Siembra**

Las cajas Petri con el medio de cultivo fueron trasladadas a la cámara de flujo laminar al igual que las muestras, bisturí, pinza, aza de siembra en donde se procedió a cortar pedazos del fruto contaminado de 3 mm y con las pinzas las colocamos en el centro de la caja Petri, de inmediato sellamos las cajas con parafilm y etiquetamos, de esta manera se terminó con el proceso de siembra.

#### **2.4.5. Cultivo del hongo**

Las cajas Petri ya sembradas las colocamos en la incubadora a una temperatura de 22°C para que el hongo se propague de manera rápida.

En esta etapa tuvimos que estar pendientes de las muestras observándolas cada 24 horas y siendo muy minuciosos con todo lo que suceda en las cajas, diferenciando colonias de hongos y bacterias, que fueron contaminantes, inhibiendo la reproducción del *Colletotrichum gloeosporioides*.

#### **2.4.6. Identificación**

Se llevó las cajas Petri a la cámara de flujo laminar en donde las abrimos para coger muestras en el porta objetos, la mejor manera de coger las muestras fue con un pedacito de cita adhesiva transparente, luego las llevamos al microscopios para poder diferenciar las estructuras de los diferentes hongos que se propagaron en la caja hasta encontrar *Colletotrichum gloeosporioides*.

Para poder diferenciar las estructuras en el microscopio fue necesario ver en los lentes de 5x, 10x, 20x y 100x.

Una vez que ya diferenciamos nuestro hongo de interés separamos la capa Petri para de esa volver a sembrar y obtener la colonia del hongo libre de cualquier tipo de contaminación.

#### **2.4.7. Aislamiento**

De la caja Petri que contiene el hongo de interés se realizó el aislamiento de *Colletotrichum gloeosporioides*. Para lo cual se realizó el siguiente procedimiento:

Realizamos un nuevo medio de cultivo de igual manera que para la siembra, llevamos todo a la cámara de flujo laminar, en donde se obtiene una porción de micelio y se lo siembra en la caja Petri con el medio de cultivo, la llevamos a la incubadora de igual manera y continuamos con las observaciones cada 24 horas.

#### **2.4.8. Caracterización Morfológica**

Como ya tuvimos la caja Petri con *Colletotrichum gloeosporioides*. Completamente libre de contaminación pudimos coger la muestra para llevarla al microscopio y observarla con los lentes de 20 x y 100 x ya que estos son los de mayor aumento y pudimos diferenciar de mejor manera, una vez que ya tuvimos enfocado en el microscopio procedimos a tomar las fotografías con la cámara digital acercándola al ocular que fue la manera más adecuada de obtener fotografías claras.

En las fotografías que obtuvimos se procedió a identificar las partes del hongo que pudimos diferenciar y lo comparamos con la bibliografía existente.

#### **2.4.9. Elaboración de una guía didáctica de la caracterización morfológica del hongo en estudio**

Se elaboró una guía en la cual se resume todo el trabajo realizado (ANEXO 7).

## CAPITULO III

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Determinación del hongo fitopatógeno de mayor importancia en la producción de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum*).

Según datos arrojados por el MAGAP en el 2012 el cultivo de tomate de árbol se extendió por 5964 hectáreas de cultivo, con un total de producción de 14.695 toneladas, con un rendimiento de 7,05 toneladas por hectáreas. Al convertirse en un producto de interés comercial se ha proliferado su monocultivo y por ende se han multiplicado sus problemas fitosanitarios.

Con un análisis bibliográfico el hongo fitopatógeno de mayor importancia en la producción de Tomate de Árbol es la Antracnosis más conocida por los agricultores como Ojo de pollo causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* siendo este el agente causal de mayor importancia económica ya que puede provocar pérdidas en la producción de más del 50%, al atacar al fruto en estadios verdes y maduros, tal y como menciona (GRANADOS, 2003).



Según menciona (ALARCON, 2007) la antracnosis del tomate de árbol causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, es la enfermedad más importante de las que afectan la fruticultura en el ámbito mundial y nacional, debido a la severidad de los daños que ocasiona, a la magnitud de las pérdidas que genera tanto en producción como en calidad de la cosecha y a la dificultad que se presenta para su control, lo que se comprobó en la visita a campo al recolectar las muestras, y con las expresiones de los agricultores que afirmaban tener problemas ya varios años con lo que empíricamente le conocen como ojo de pollo, con un rango de pérdidas que oscilan entre el 40 y 50% de la producción por la severidad del patógeno.

Tal y como menciona (IDROVO, 2009) el cultivo de tomate de árbol en el Ecuador es rentable en pequeñas extensiones de terreno siendo el principal sustento de muchas familias sin embargo tienen pérdidas en la producción provocados por la antracnosis que ataca frutos tiernos y maduros ocasionando pérdidas representativas en la producción.

Las pérdidas provocadas por el ojo de pollo o antracnosis en cultivos de tomate de árbol al presentar una necrosis en el fruto en etapas iniciales y chancro en etapas finales; dañando la presentación del producto ocasionando problemas en la comercialización interna y externa. El agricultor al tratar de controlar esta enfermedad en sus cultivos realizan aplicaciones fitosanitarias con un alto valor económico y social pues utilizan productos con un porcentaje elevado de toxicidad (IDROVO, 2009) y (GRANADOS, 2003).

**3.2. Identificación de signos y síntomas del hongo Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en el cultivo de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum*).**

**Tabla 1.** Identificación de signos y síntomas del hongo Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en el cultivo de Tomate de Árbol (*Solanum betaceum*).

Signos / Síntomas	Bibliografía	Campo	Fotos
Signos	En los frutos en etapa avanzada de la enfermedad se puede observar micelio de color anaranjado que corresponde a <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	Se Ratifica la Bibliografía de (GRANADOS, 2003)	
Síntomas	Frutos con necrosis en etapa inicial y chancro en etapas avanzadas, ataque en frutos verdes y maduros.	Se Ratifica la Bibliografía de (GRANADOS, 2003)	

**Fuente:** Autoría propia

### 3.3. Caracterización de macro y microestructuras del patógeno

**Tabla 2.** Caracterización de Macro y Microestructuras del Patógeno

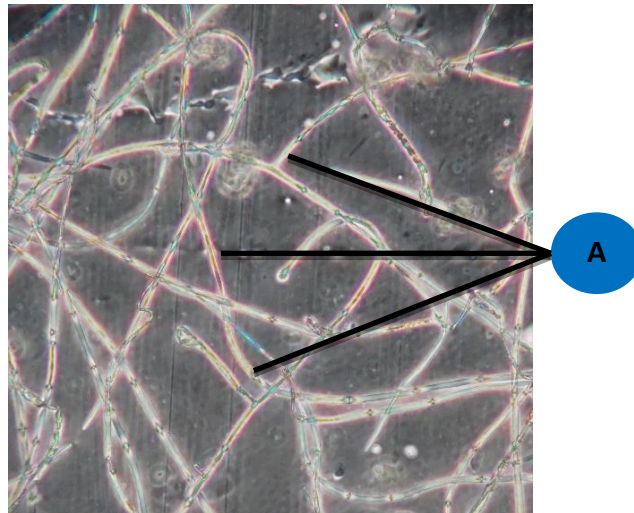
CONCEPTUALIZACIÓN	INDICADOR	ÍNDICE	TÉCNICAS	INSTRUMENTO
Caracterización morfológica de hongos fitopatógenos en el cultivo de Tomate de Árbol	Talo	Tipo	Observación	Microscopio
	Micelio	Tipo		
	Esporas	Tipo		
	Reproducción	Tipo		

**Fuente:** Autoría propia

### Talo observado al Microscopio Trinocular CX31

En la Imagen 1 se puede apreciar el talo de *Colletotrichum gloeosporioides*. Obtenido en laboratorio en medio de cultivo PDA.

La imagen fue obtenida con ayuda de un microscopio con el lente de 20x, en campo oscuro Ph1 y con intensidad de luz de 5.



**IMAGEN 1. A.** Talo de *Colletotrichum gloeosporioides*.

**Tomada por:** El Investigador

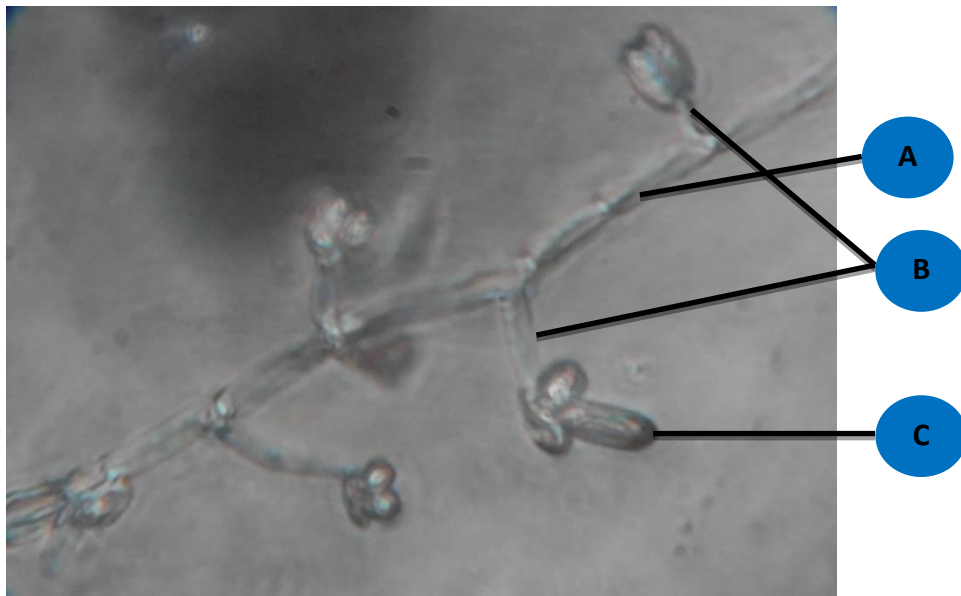
El talo de *Colletotrichum gloeosporioides* es filamentoso, formado por filamentos muy finos enmarañados, con aspecto lanoso, extendidos sobre el sustrato, tal como se obtuvo en laboratorio y se ratifica con lo dicho por (LICHEN, 2014)

Constituidos por una clorofita del genero Trentepohlia, con los filamentos cubiertos por una vaina de hifas: Ephebe lanata con Stigonema), Cystocoleus, Racodium. (LICHEN, 2014)

### Micelio observado al Microscopio Trinocular CX31

En la Imagen 2 se puede apreciar el micelio de *Colletotrichum gloeosporioides*. Obtenido en laboratorio en medio de cultivo PDA.

La imagen fue obtenida con ayuda de un microscopio con el lente de 100x, en campo oscuro Ph1 y con intensidad de luz de 5.



**IMAGEN 2.** A. Micelio. B. Conidiógenos. C. Acervulosporas.

**Tomada por:** El Investigador

El micelio de *Colletotrichum gloeosporioides* está formado por la reunión de hifas cenocíticas, de color hialino en ocasiones de color rosado cuando están agrupadas como obtuvimos en el laboratorio y con cuerda por lo dicho por (LICHEN, 2014)

Los conidiógenos son simples, por lo general son filiformes y cortos, dispuestos en palizada, produciendo acervulosporas acrógenas, de tipo unicelular, hialinas en algunas ocasiones de color rosa, cuando están agrupadas, rectas, ovoidales o elongadas y aglutinadas en una masa viscosa lo que se ratifica con lo dicho por (FALCONI, 2002)

### **Esporas observadas al Microscopio Trinocular CX31**

En la Imagen 3 se puede apreciar las acervulosporas de *Colletotrichum gloeosporioides*. Obtenido en laboratorio en medio de cultivo PDA.

La imagen fue obtenida con ayuda de un microscopio con el lente de 100x, en campo oscuro Ph1 y con intensidad de luz de 5.



**IMAGEN 3. A.** Acervulosporas de *Colletotrichum gloeosporioides*.

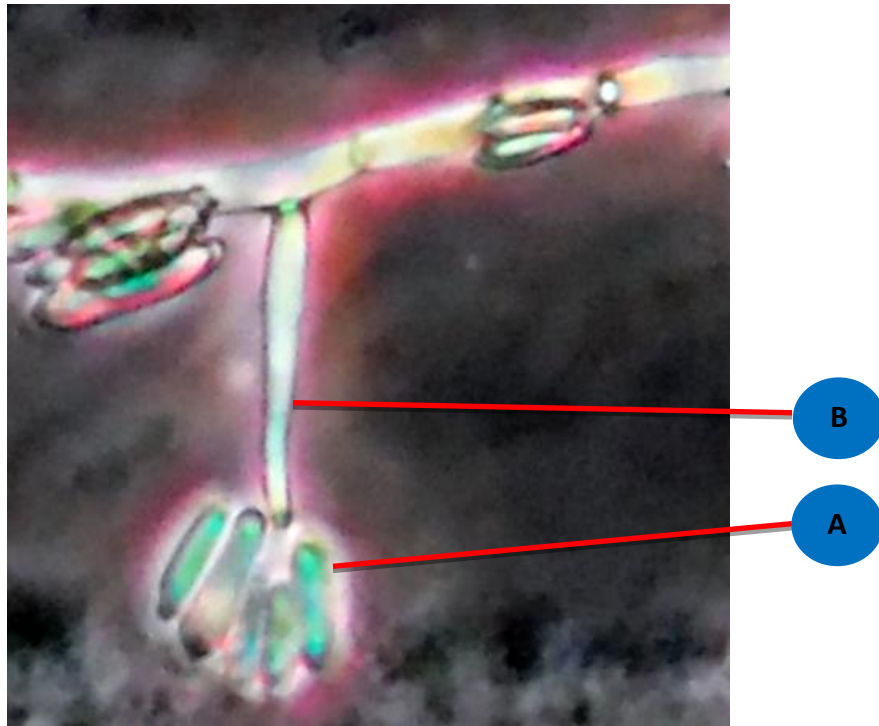
**Tomada por:** El Investigador

Como menciona (FALCONI, 2002) las acervulosporas provienen de acérvulos de forma tendencial discoidal, formados de estromas miceliales, que al inicio son subepidérmicos errumpentes, provistos típicamente de largas setas marrones o negras, rígidas uni o pluricelular.

### Reproducción observada al Microscopio Trinocular CX31

En la Imagen 4 se puede apreciar los órganos de reproducción de *Colletotrichum gloeosporioides*. Obtenido en laboratorio en medio de cultivo PDA.

La imagen fue obtenida con ayuda de un microscopio con el lente de 100x, en campo oscuro Ph1 y con intensidad de luz de 5.




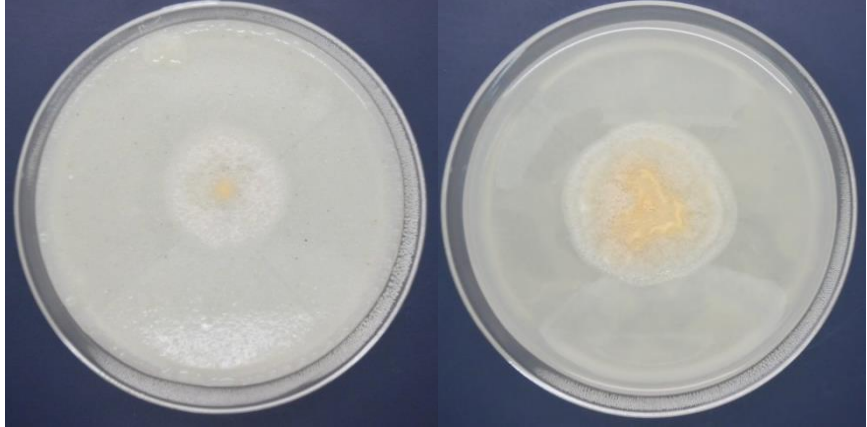
**IMAGEN 4. A. Acervulosporas. B. Conidiógenos.**

**Tomada por:** El Investigador

La reproducción de *Colletotrichum gloeosporioides* es de forma asexual por medio de conidióforos o las acervulosporas, esto por pertenecer al grupo de los deuteromicetes que son hongos imperfectos al carecer de estructuras sexuales tal como menciona (AGRIOS, 1999) en su publicación.


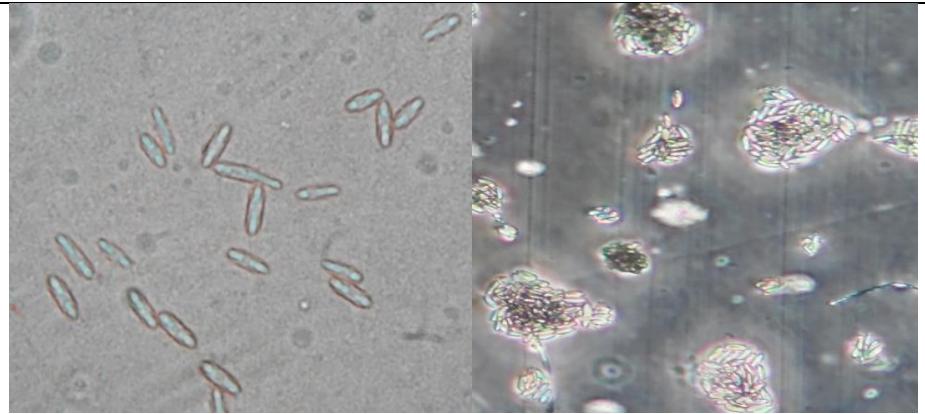
### 3.4. Descripción del ciclo de vida del patógeno en condiciones de laboratorio

**Tabla 3.** Descripción del ciclo de vida del patógeno en condiciones de laboratorio

ACTIVIDAD	TIEMPO	(°C)	GRÁFICO
Siembra del Hongo	10 min	22°C	
Producción de Talo	24 h (1 día)  48 h (2 días)	22°C	

Continúa...

Continúa...

Producción de Micelio y Conidiógenos	72 h (3 días)  96 h (4 días)	22°C	 Two micrographs showing fungal growth. The left image shows hyaline hyphae with small, rounded conidia. The right image shows a similar structure with a prominent rainbow-like fluorescence along the hyphae.
Formación de acervulosporas	120 h (5 días)	22°C	 Two micrographs showing acervulosporas. The left image shows individual, elongated, spindle-shaped spores. The right image shows clusters of these spores, some appearing to be in the process of forming or releasing.

**Fuente:** Autoría propia

### **3.5. Elaboración de una guía didáctica de la caracterización morfológica del hongo en estudio**

La guía didáctica de la caracterización morfológica del hongo en estudio se encuentra en el ANEXO 7.

## CONCLUSIONES

- Las muestras tomadas en cultivos de tomate de árbol donde el porcentaje de pérdidas supera el 50% se determinó que el agente causal es antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*).
- Luego del análisis de las muestras tomadas en campo se determinó los síntomas, necrosis en etapas iniciales y chancro en etapas avanzadas siendo el signo *Colletotrichum gloeosporioides*, más conocido como ojo de pollo; lo que se ratifica con la literatura descrita.
- Utilizando claves taxonómicas y con la aplicación de protocolos de laboratorio para aislar, purificar y reproducir el hongo en estudio, se pudo caracterizar las estructuras del patógeno (*Colletotrichum gloeosporioides*), tales como: Talo, Micelio, Acervulosporas y Conidiógeno; gracias a la observación al microscopio con los lentes de 20x y 100x.
- Bajo condiciones controladas en el laboratorio con ayuda de una incubadora a una temperatura de 22°C (*Colletotrichum gloeosporioides*) completo su ciclo de vida en 5 días, permitiendo documentar, describir cada 24 horas el avance del desarrollo de cada macro y microestructura del hongo en estudio.
- Los datos obtenidos en la investigación se sintetizaron en una guía didáctica, detallando la caracterización morfológica de (*Colletotrichum gloeosporioides*).

## RECOMENDACIONES

- Determinar con datos actuales las zonas con mayores pérdidas económicas a causa de problemas fitosanitarios para posibles investigaciones a futuro.
- En la caracterización de las macro y micro estructuras del hongo se recomienda buscar claves taxonómicas actualizadas con una mejor descripción de las mismas.
- Se recomienda tener mucho cuidado con los protocolos de asepsia en laboratorio para evitar contaminación y poder así identificar el hongo en estudio.
- Difundir los resultados de la investigación mediante una campaña de socialización de los datos obtenidos, sintetizados en la guía didáctica.
- Para obtener fotografías de mejor calidad de las estructuras del patógeno se recomienda utilizar los lentes de 20x y 100x del Microscopio Trinocular CX31.
- Se recomienda continuar con esta investigación para profundizar en la cepa estudiada.

## GLOSARIO

**Actinomorfo.** Se aplica a cualquiera de las partes u órganos de un vegetal que está dividido en dos partes simétricas por cualquier plano que pase por su eje y por la línea media de un sépalo o pétalo.

**Agallas.** Porciones alargadas de las plantas que por lo común están llenas del micelio del hongo.

**Agar.** Sustancia de consistencia gelatinosa que se obtiene de las algas marinas y que se utiliza para reparar medios de cultivo nutritivos en los que se estudia y cultiva a los microorganismos.

**Ahogamiento o secadera.** Muerte rápida y colapso de plántulas muy jóvenes que se cultivan en el campo o en el almácigo.

**Aislamiento.** Separación de un patógeno a partir de un hospedante y su cultivo en un medio nutritivo.

**Antracnosis.** Lesión necrótica que se asemeja a una úlcera profunda y que se produce en el tallo, hojas, frutos o flores de las plantas hospedantes.

**Aquenios.** Un aquenio o aqueno es un tipo de fruto seco producido por numerosas especies de plantas. Los aquenios son monocarpelados, forman un único carpelo, e indehiscentes, no se abre al madurar.

**Cancro.** Herida localizada o lesión necrótica; con frecuencia sumida bajo la superficie del tallo de una planta leñosa.

**Cepa.** Progenie de un solo aislamiento en un cultivo puro; aislado; grupo de aislados similares; una raza.

**Cleistotecio.** Ascocarpo cerrado que ha de romperse para liberar las ascósporas.

**Conidióforos.** Es una estructura microscópica especializada en la producción asexual de miles de esporas llamadas conidios. Se localizan en el extremo de hifas las cuales levantan el conidióforo en el aire con el fin de esparcir las esporas con más eficiencia.

**Cuerpo fructífero.** Estructura compleja de los hongos que contienen esporas.

**Decaimiento.** Crecimiento deficiente de las plantas; las hojas son pequeñas, quebradizas, amarillentas o de color rojo; las plantas muestran cierto grado de defoliación y muerte descendente.

**Dextrosa.** Es un hidrato de carbono. Incluimos en este grupo el almidón, los azúcares (sacarosa, glucosa o dextrosa y lactosa) y los ácidos orgánicos (cítrico, fumárico y propiónico).

**Enchinamiento foliar.** Deformación, engrosamiento y enchinamiento de las hojas.

**Esporas.** Una célula reproductora generalmente haploide y unicelular. La reproducción por esporas permite al mismo tiempo la dispersión y la supervivencia por largo tiempo en condiciones adversas.

**Esterilización.** Eliminación de los patógenos y otros organismos vivos del suelo, recipientes, etc., mediante calor o sustancias químicas.

**Fitopatógeno.** Se denomina a un organismo, en general microorganismo, que causa enfermedades en las plantas por medio de disturbios en el metabolismo celular causado por la secreción de enzimas, toxinas y otras sustancias.

**Hernia de las raíces.** Raíces alargadas en forma de huso o mazo.

**Hifas.** Vegetativas con conidióforos simples o ramificados, solitarios o formando esporadiquitos con microconidas apicales simples y macroconidias fusiformes de bordes curvados, con ápices obtusos o agudos, solitarios o en cadena y con algunos tabiques transversales.

**Hongos.** Los hongos son un grupo de seres vivos diferentes de las plantas y de los animales, razón por la cual se clasifican en un reino aparte llamado Fungí. La ciencia que los estudia se llama Micología (Mykes=Hongo y Logos=Estudio)

**Hospedante.** Planta que es invadida por un parasito y de la cual este obtiene sus nutrientes.

**Infestación.** Se denomina a la invasión de un organismo vivo por agentes parásitos externos o internos. La diferencia fundamental con el término infección es que este último, se aplica exclusivamente a microorganismos que tienen como objetivo su reproducción en el organismo infectado, causando en muchas ocasiones la muerte del mismo, mientras que el objetivo de los parásitos es su supervivencia a costa del huésped que parasitan.

**Inóculo.** Es la Cantidad o Número de Gérmenes infectantes que son introducidos accidental o voluntariamente en los tejidos vivos o en medios de cultivos.

**Manchas foliares.** Lesiones localizadas en las hojas de los hospedantes que constan de células muertas y colapsadas.

**Marchitamiento.** Por lo común, es un síntoma secundario generalizado en el que las hojas o los retoños de las plantas pierden su turgencia y se cuelgan debido a las alteraciones que sufre el sistema vascular de la raíz o del tallo.

**Medio de cultivo.** Medio nutritivo preparado en el que se cultivan microorganismos o células vegetales.

**Micelio.** Aparato vegetativo de los hongos que constituye su talo, formado por filamentos muy ramificados.

**Mitospóricos.** Los hongos Mitospóricos, también llamados deuteromicetes, hongos imperfectos o anamorfos, carecen de fase sexual.

**Muerte descendente.** Necrosis generalizada de las ramitas de las plantas que se inicia en sus puntas y avanza hacia su base.

**Necrosis.** Es la degeneración de un tejido por la muerte de sus células. Esta mortalidad es producida por la acción de un agente nocivo que genera una lesión irreparable

**Oospora.** Una oospora es una espora sexual de pared celular gruesa que se desarrolla a partir de una oosfera fertilizada en algunos protistas, algas y hongos. Es una estructura de supervivencia que puede resistir durante varios años.

**Parafilm.** Es una película autosellante, moldeable y flexible para numerosos usos en el trabajo cotidiano en el laboratorio, incluido el de microscopía electrónica.

**Pudrición basal del tallo.** Desintegración de la parte inferior del tallo.

**Pudrición de la raíz.** Pudrición o desintegración de todo el sistema radical de una planta o parte de él.

**Pudriciones blandas y pudriciones secas.** Maceración y desintegración de frutos, raíces, bulbos, tubérculos y hojas carnosas de las plantas.

**Purificación.** Aislamiento y concentración de partículas virales en forma pura, libre de los componentes celulares.

**Sarna.** Lesiones que se producen sobre el fruto, hojas, tubérculos y otros órganos de las plantas hospedantes, por lo común ligeramente realizadas o bien profundas y agrietadas, lo cual les da una apariencia costrosa.

**Semiperemne.** Dicho de un vegetal, que pierde parcialmente el follaje. Se aplica también a la hoja, viene a ser equivalente a semicaduco.

**Síntoma.** Reacciones o alteraciones internas y externas que sufre una planta como resultado de una enfermedad.

**Tizón.** Coloración café general y extremadamente rápida de las hojas, ramas, ramitas y órganos florales de una planta, que dan como resultado la muerte de estos órganos.

## BIBLIOGRAFÍA

- AGRIOS, G. (1999). *Fitopatología 2 ed.* Mexico: LIMUSA.
- ALARCON, J. (15 de 08 de 2007). Recuperado el 07 de 08 de 2015, de [http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/agronomia15\(1\)\\_6.pdf](http://agronomia.ucaldas.edu.co/downloads/agronomia15(1)_6.pdf)
- ALDANA, H. (2005). *Produccion Agropecuaria 2.* Bogota: Terranova.
- BAYER. (15 de 04 de 2011). *Bayercropscience.* Recuperado el 04 de 08 de 2014, de <http://bayercropscience.cl/soluciones/fichaproblema.asp?id=64>
- CARRASCO, R. (2003). Recuperado el 07 de 08 de 2015, de <http://www.saber.ula.ve/bitstream/123456789/24321/2/articulo1.p%20df>
- CIAT. (03 de 06 de 2004). *Google Libros.* Recuperado el 07 de 08 de 2015, de <https://books.google.com.ec/books?id=bYQfKDwA47wC&printsec=frontcover&dq=antracnosis&hl=es&sa=X&ved=0CBsQ6AEwAGoVChMIopLO26-WxwIVxCoeCh0nsACW#v=onepage&q=antracnosis&f=false>
- CONTRERAS, C. (2006). Recuperado el 07 de 08 de 2015, de <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis239.pdf>
- FALCONI, C. (2002). *PRINCIPALES GENEROS DE HONGOS FITOPATOGENOS.* Quito: USFQ.
- GRANADOS, M. (03 de 09 de 2003). *SLIDESHARE.* Recuperado el 08 de 08 de 2015, de <http://es.slideshare.net/milagranados/sintomas-y-signos-2010-97-2003>
- IDROVO, N. (25 de 02 de 2009). *GOOGLE.* Recuperado el 10 de 08 de 2015, de <http://tomatederbolproyecto.blogspot.com/>
- IMAICELA, D. (15 de 05 de 2001). *AULA G-404.* Recuperado el 10 de 08 de 2015, de <http://es.slideshare.net/DianacImaicela/los-hongos-7932466>

- JAVERIANA. (2002). Recuperado el 07 de 08 de 2015, de  
<http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis239.pdf>-Op.Cit.-
- LATORRE, B. (2001). *Enfermedades de Plantas Cultivadas*. Santiago: Alfabet.
- LICHEN, I. (29 de 08 de 2014). *Growth Forms*. Recuperado el 10 de 08 de 2015, de  
[http://www.plantasyhongos.es/hongos/liquenes\\_talos.htm](http://www.plantasyhongos.es/hongos/liquenes_talos.htm)
- MORENO, G. (2009). *Micomania*. Recuperado el 10 de 08 de 2015, de  
<http://www.micomania.rizoazul.com/microscopia%20las%20hifas.html>
- RAMON, L. (2006). *HISTORIA Y EVOLUCIÓN DEL PENSAMIENTO CIENTÍFICO*. Chile: Eumed.
- RONDON, J. (2001). *Estudio biológico y epidemiológico de la antracnosis* .  
Recuperado el 07 de 08 de 2015, de  
[http://www.agronet.gov.co/www/docs\\_si2/20061127103437\\_Estudio%20de%20la%20antracnosis%20en%20tomate%20de%20arbol.pdf](http://www.agronet.gov.co/www/docs_si2/20061127103437_Estudio%20de%20la%20antracnosis%20en%20tomate%20de%20arbol.pdf)
- SANDOVAL, C. (2014). *Manual Técnico Manejo integrado de Enfermedades en cultivos*. Recuperado el 07 de 08 de 2015, de  
<http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/aup/pdf/integra1.pdf>
- SEGURA, E. (2004). Recuperado el 07 de 08 de 2015, de  
<http://www.bayercropscience.com.pe/web/index.aspx?articulo=347>-Op.Cit.-
- SILVA, E. (1999). Recuperado el 07 de 08 de 2015, de  
<http://cultivotomatedearbol.blogspot.com/>-Op.Cit.-
- YONG, A. (08 de 02 de 2004). *Redylac*. Recuperado el 16 de 07 de 2014, de  
<http://www.redaliyc.org/articulo.oa?id=1932008>. ISSN 0258-5936.
- ZAPATA, J. (2008). Recuperado el 07 de 08 de 2015, de  
[http://www.accefyn.org.co/revista/Vol\\_32/123/145-156.pdf](http://www.accefyn.org.co/revista/Vol_32/123/145-156.pdf)

## ANEXOS

### ANEXO 1. FOTOGRAFÍAS DE LA RECOLECCIÓN DE MUESTRAS



**Fotografía 1.** Cultivo de Tomate de Árbol con síntomas de Antracnosis.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 2.** Fruto con síntomas de Antracnosis.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 3.** Fruto con signos de Antracnosis.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 4.** Agricultor recolectamos frutos con Antracnosis, ojo de pollo.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 5.** Muestras de frutos con Antracnosis en fundas tetrapac.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 6.** Muestras de frutos listas para ser almacenadas en la refrigeradora a una temperatura entre 6 y 8°C.

**Tomada por:** El Investigador

## ANEXO 2. FOTOGRAFÍAS DE MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS



**Fotografía 1.** Destilador de agua waterwise 9000.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 2.** Mecheros de alcohol.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 3.** Microscopio Trinocular CX31 con Cámara científica infinity 1-2CB

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 4.** Incubadora IN110.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 5.** Autoclave semiautomática 2540-23 litros.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 6.** Anaquel con todos los materiales del laboratorio.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 7.** Refrigeradora R1-425 QUARZO INDURAMA.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 8.** Cámara de flujo laminar aurora mini con base.

**Tomada por:** El Investigador

### ANEXO 3. FOTOGRAFÍAS DE LA PRÁCTICA



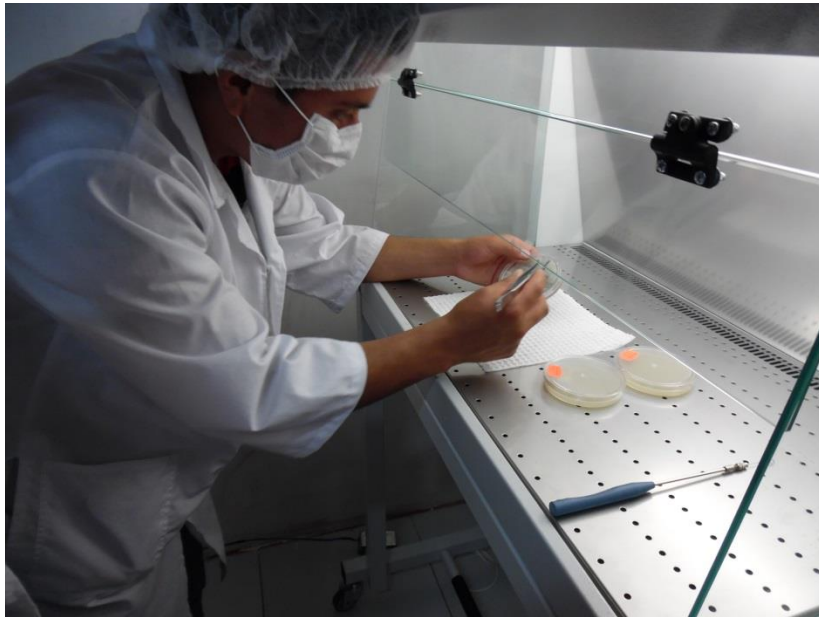
**Fotografía 1.** Preparación de medio de cultivo PDA.

**Tomada por:** El Investigador



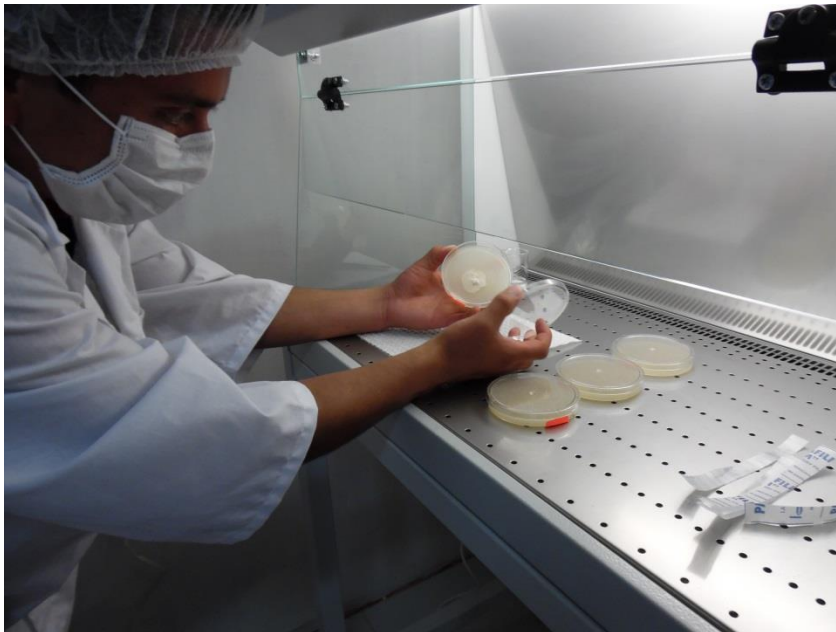
**Fotografía 2.** Colocación del medio de cultivo en las cajas Petri, luego de haber sido esterilizado en la autoclave.

**Tomada por:** El Investigador



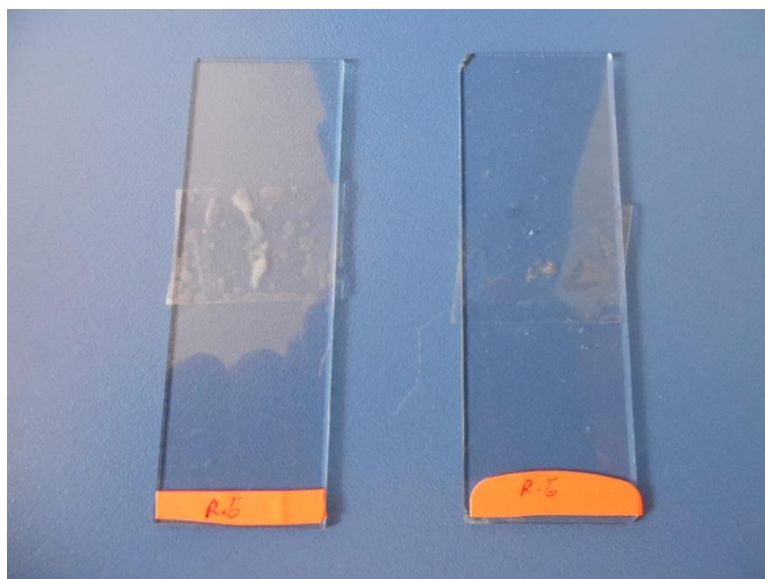
**Fotografía 3.** Siembra de pedazos de frutos con antracnosis en las cajas Petri con ayuda de una pinza, todo el trabajo dentro de la cámara de flujo laminar.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 4.** Revisión de las cajas Petri después de 4 días de la siembra, se puede observar un hongo endófito de color blanco.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 5.** Porta objetos listos con muestras de micelio obtenidos de la siembra en las cajas Petri para observar en el microscopio, las muestras son cogidas con pedazos de cinta adhesiva transparente.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 6.** Observación al microscopio de las placas porta objetos, fotografiándolas con ayuda de la cámara científica instalada en el microscopio.

**Tomada por:** El Investigador

#### ANEXO 4. FOTOGRAFÍAS DE LA VISITA DEL TRIBUNAL



**Fotografía 1.** Visita al laboratorio del Ing. Paolo Chasi.

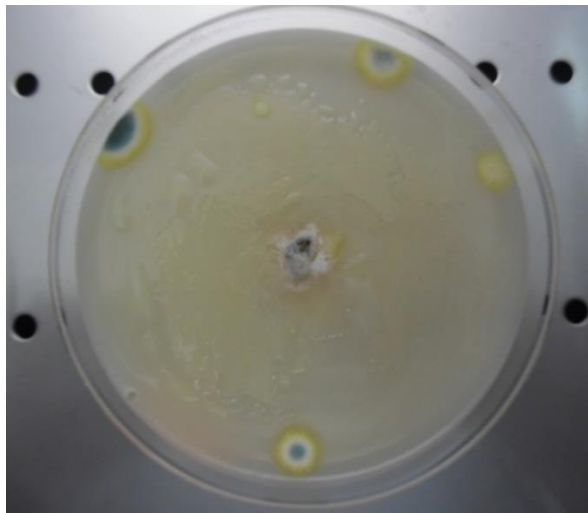
**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 2.** Visita al laboratorio de la Ing. Karina Marín.

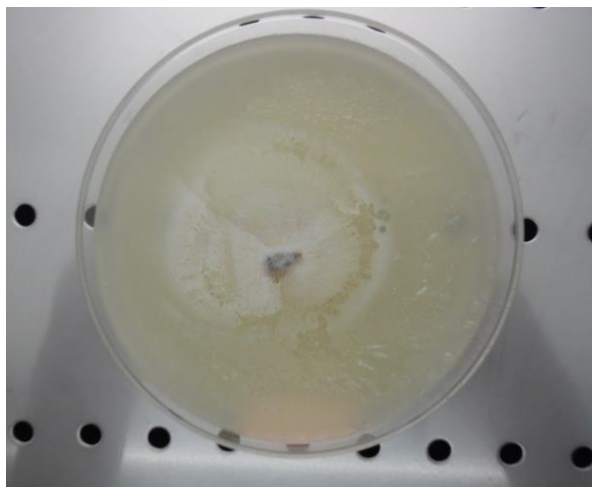
**Tomada por:** El Investigador

**ANEXO 5. FOTOGRAFÍAS DEL PROCESO DE OBTENCIÓN DE  
(*Colletotrichum gloeosporioides*) EN LABORATORIO**



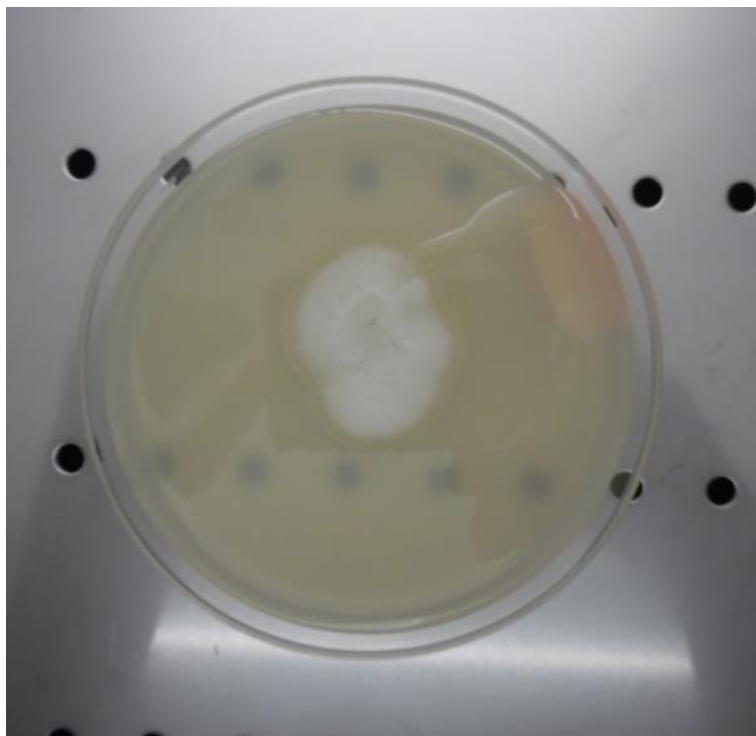
**Fotografía 1.** Propagación de bacterias y hongos contaminantes, no hay rastro del patógeno en estudio.

**Tomada por:** El Investigador



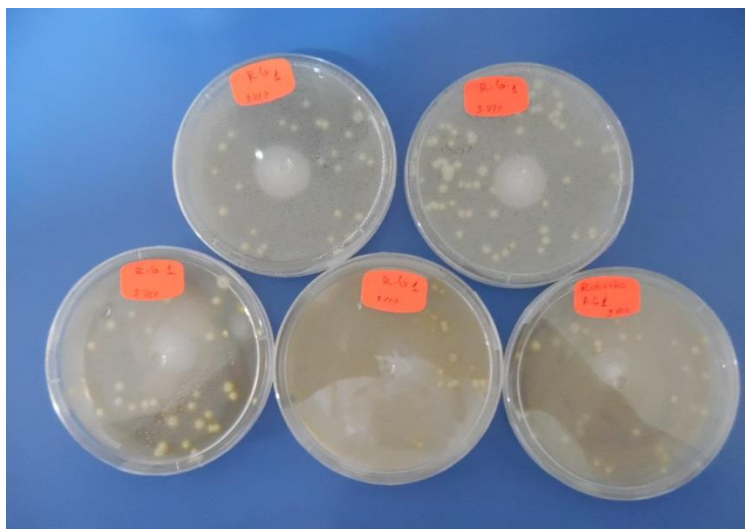
**Fotografía 2.** Reproducción de un hongo blanco contaminado con bacterias.

**Tomada por:** El Investigador



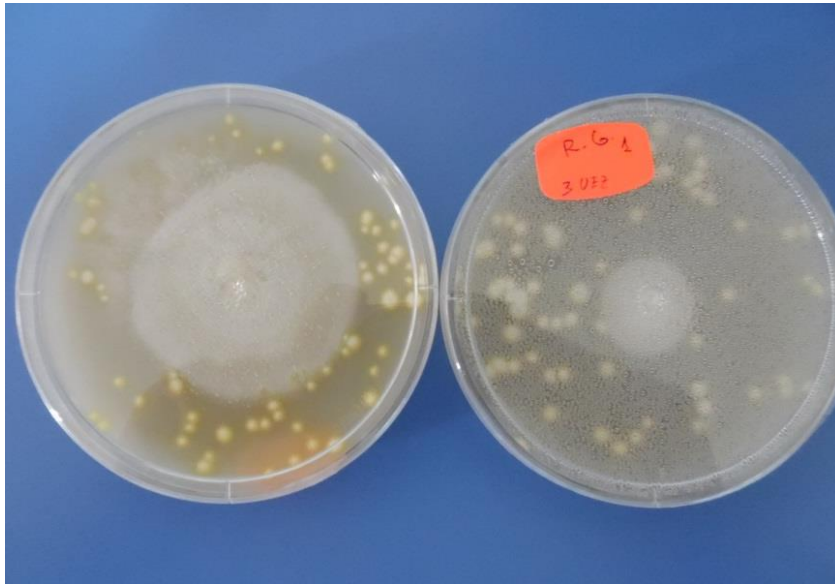
**Fotografía 3.** Obtención de un hongo de micelio blanco, libre de bacterias y hongos.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 4.** Contaminación de todas las muestras por mal uso del laboratorio.

**Tomada por:** El Investigador



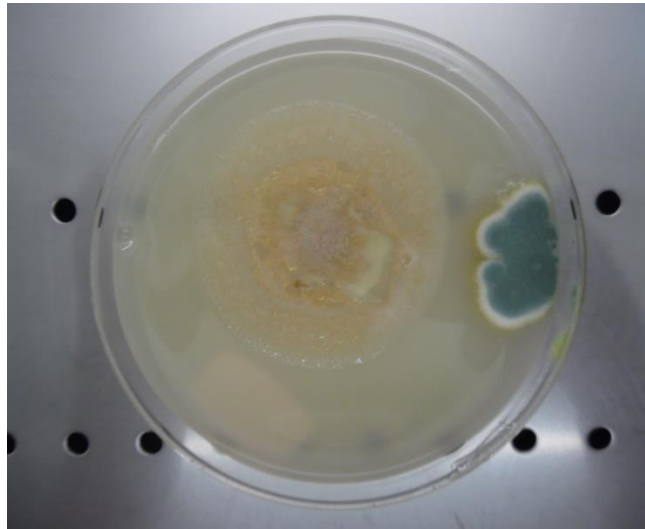
**Fotografía 5.** De la caja izquierda se resembro a la derecha, las dos contaminadas por el mal uso del laboratorio.

**Tomada por:** El Investigador



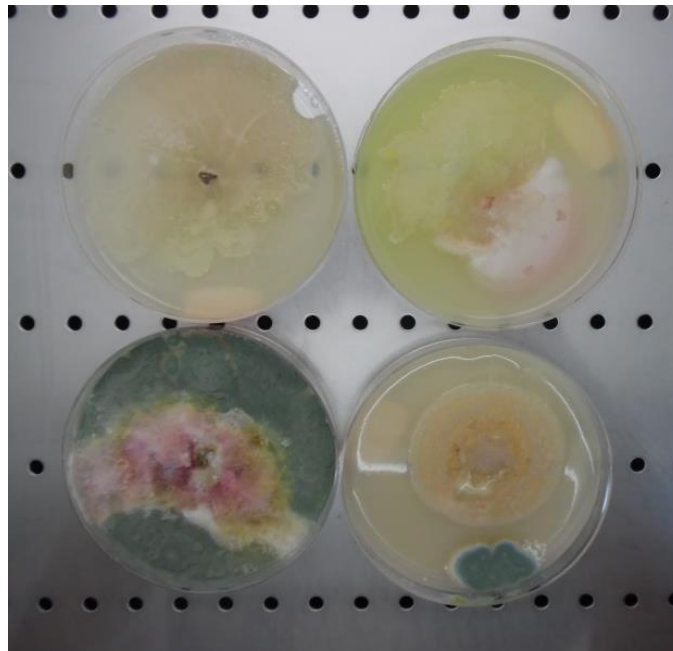
**Fotografía 6.** Almacenamiento de las cajas Petri en la refrigeradora a una temperatura de 6-8 °C, para detener el desarrollo de micelio.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 7.** Obtención de un hongo de coloración anaranjada que corresponde al hongo en estudio, con bacterias y hongos contaminantes.

**Tomada por:** El Investigador



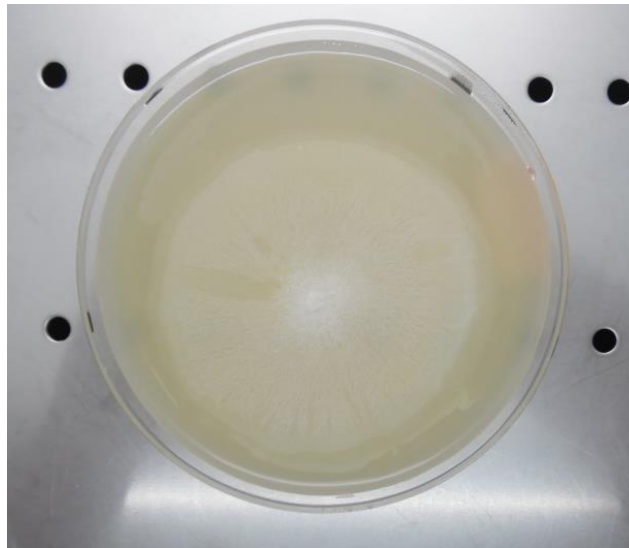
**Fotografía 8.** Cajas Petri contaminadas 10 días después de la siembra, la caja de la derecha inferior es la que corresponde a *Colletotrichum gloeosporioides*, conclusión obtenida después de la observación al microscopio.

**Tomada por:** El Investigador



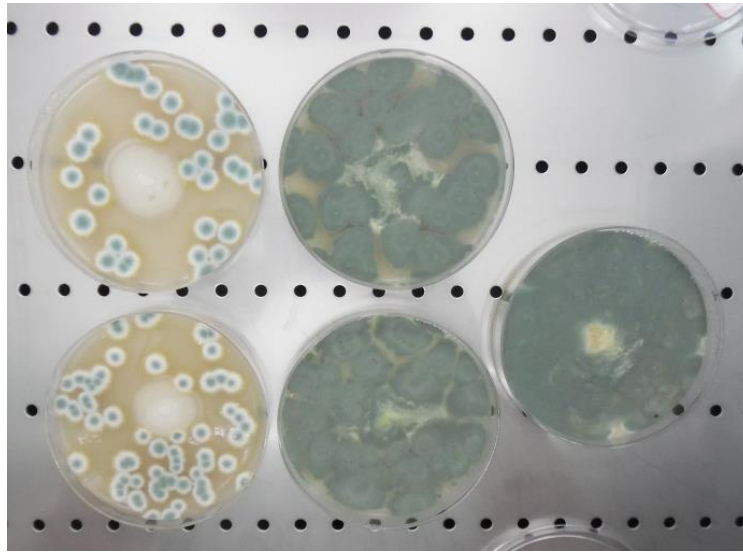
**Fotografía 9.** Las cajas Petri superiores con un hongo de micelio blanco corresponden a un hongo endófito, la inferiores corresponden a *Colletotrichum gloeosporioides*, pero están contaminadas con bacterias que corresponden a *pseudomonas* y muestra cierta asociación al hongo de estudio.

**Tomada por:** El Investigador



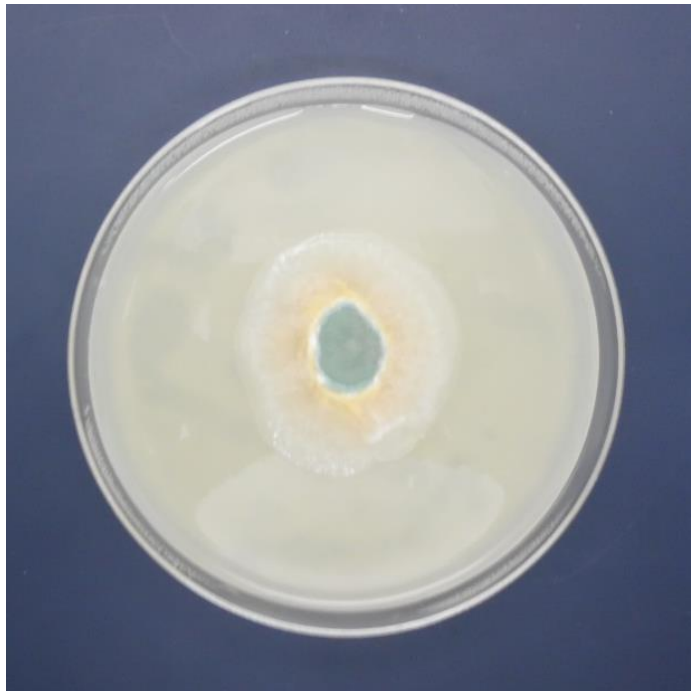
**Fotografía 10.** Hongo endófito aislado en el laboratorio, que en primera instancia se pensaba era *Colletotrichum gloeosporioides*.

**Tomada por:** El Investigador



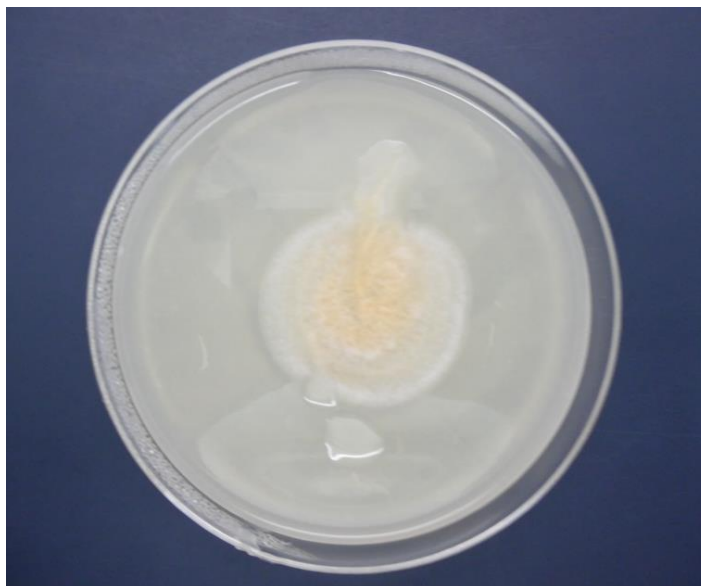
**Fotografía 11.** Cajas Petri con hongo endófito contaminadas, a la izquierda 4 días a la siembra, a la derecha 7 días a la siembra.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 12.** Obtención de *Colletotrichum gloeosporioides*, contaminado con bacterias y hongos.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 13.** Obtención de *Colletotrichum gloeosporioides*, pero aún no se logra aislar de las bacterias que aparentar ser pseudomonas.

**Tomada por:** El Investigador



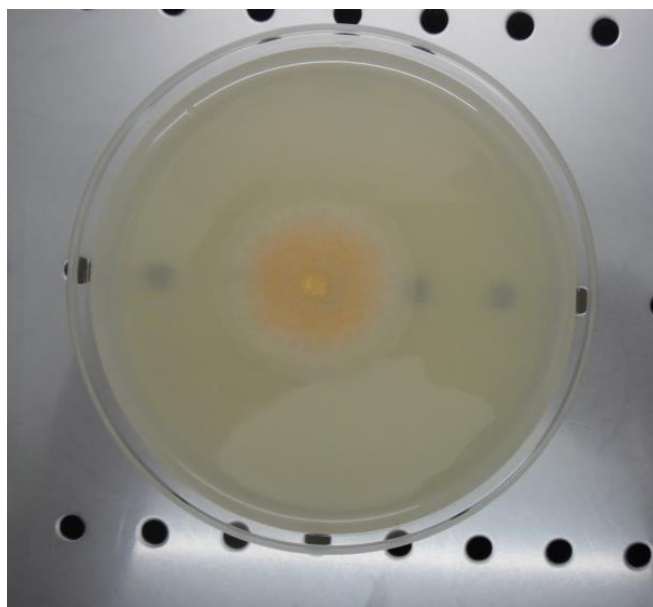
**Fotografía 14.** Obtención de *Colletotrichum gloeosporioides* en medio de cultivo maíz destroza agar, libre de bacterias, presenta una coloración distinta del micelio.

**Tomada por:** El Investigador



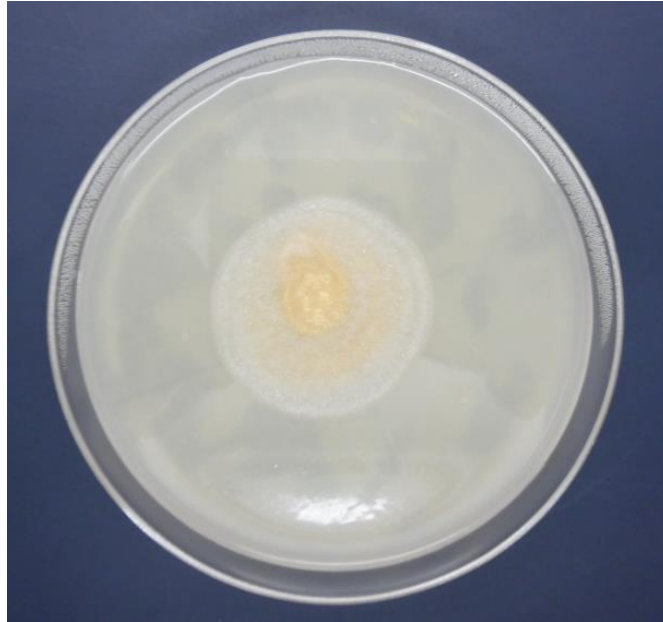
**Fotografía 15.** Obtención de *Colletotrichum gloeosporioides* en medio de cultivo avena destroza agar, libre de bacterias, presenta una coloración distinta del micelio.

**Tomada por:** El Investigador



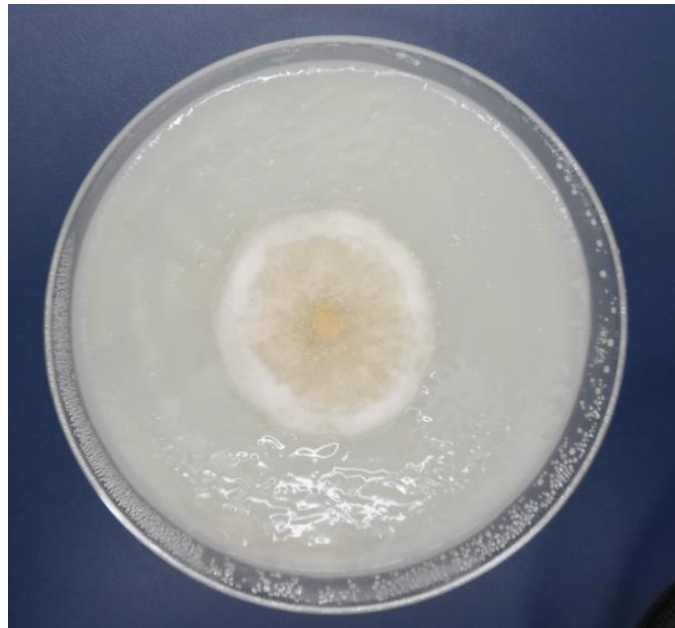
**Fotografía 16.** Obtención de *Colletotrichum gloeosporioides* en medio de cultivo papa destroza agar, libre de bacterias, presenta una coloración distinta del micelio.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 17.** Obtención de *Colletotrichum gloeosporioides* en medio de cultivo destrozado agar, libre de bacterias, presenta una coloración distinta del micelio.

**Tomada por:** El Investigador



**Fotografía 18.** *Colletotrichum gloeosporioides* en medio de cultivo maíz destrozado agar, almacenado 20 días en la refrigeradora, presento cambios en su ciclo de vida.

**Tomada por:** El Investigador

## ANEXO 6. COSTOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
<b>Materiales de aseo</b>			
Escoba	1	2	2
Trapeador	2	3	6
Franela	2	4,5	9
Papel de cocina	2	3,5	7
Zapatones	15	0,35	5,25
Guantes	15	0,25	3,75
Mascarillas	15	0,25	3,75
Cofias	15	0,3	4,5
<b>Reactivos de aseo</b>			
Kalipto	1	4,3	4,3
Alcohol	1	5,5	5,5
Yodo	1	3,6	3,6
<b>Materiales de laboratorio</b>			
Pinzas	1	2,08	2,08
Lámpara de alcohol	3	3,99	11,97
Laminas porta-objetos	1	2,99	2,99
Cubre objetos	1	2,5	2,5
Hojas de bisturí estéril	10	0,04	0,4
Vasos de precipitación de 50 ml, 100 ml, 600 ml y 1000 ml	4	2,5	10
Erlenmeyer de 500 ml y 1000 ml	3	5	15
Asa de inoculación de cromo	2	3,6	7,2
Cajas mono Petri descartables	40	0,21	8,4
Papel parafilm	0,5	49	24,5
Juego de botellón de agua	1	28	28
Papel aluminio	1	3	3
Cajoneras de plástico	1	7,5	7,5
Colador	1	2	2
Tijeras	1	1,5	1,5
Cintas de pH	10	0,14	1,4
Varilla de agitación	1	3,5	3,5
Olla	1	4	4

Continúa....

Continúa...

<b>Reactivos de laboratorio</b>			
Bacto agar	0,5	88	44
Agua	1	2	2
Levadura	1	2	2
Sacarosa	1	2	2
Ácido cítrico	1	2,5	2,5
<b>Equipos</b>			
Refrigeradora R1-425 QUARZO INDURAMA	1	767,97	767,97
Incubadora IN110	1	2665,7	2665,7
Microscopio Trinocular CX31	1	2455,68	2455,68
Cámara de flujo laminar aurora mini con base	1	6690	6690
Autoclave semiautomática 2540-23 litros	1	2999,47	2999,47
Destilador de agua waterwise 9000	1	511,3	511,3
Cámara científica infinity 1-2CB	1	2176,56	2176,56
Desecador 250mm de diámetro con tapa	1	229,8	229,8
Cocineta eléctrica	1	30	30
Cámara digital	1	280	280
Balanza	1	30	30
Termómetro digital	1	25	25
<b>SUBTOTAL</b>			19104,57
<b>Imprevistos (10%)</b>			1910,457
<b>COSTO TOTAL</b>			<b>21015,027</b>

**Fuente:** Autoría propia

**ANEXO 7. GUÍA DIDÁCTICA DE LA CARACTERIZACIÓN MORFOLÓGICA DE *Colletotrichum gloeosporioides* EN EL CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*).**

**GUÍA DIDÁCTICA DE LA CARACTERIZACIÓN  
MORFOLÓGICA DE *Colletotrichum gloeosporioides* EN EL  
CULTIVO DE TOMATE DE ÁRBOL (*Solanum betaceum*)**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**



**UNIDAD ACADÉMICA DE RECURSOS AGROPECUARIOS Y RECURSOS NATURALES  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**Autor: Roberto Alexander Garzón Chalán**

**ÍNDICE**

Introducción

Fundamentación

Objetivo

Ubicación

Bloque I. Metodología

Bloque II. Resultados

Material de consulta sugerido

## INTRODUCCIÓN:

En muchos sectores del Ecuador los hongos fitopatógenos son los culpables de grandes pérdidas económicas al dañar los cultivos, el sector de Pataín no es la excepción al tener muchos problemas en el cultivo de tomate de árbol causado por *Colletotrichum gloeosporioides*, más conocido en la zona por sus agricultores como Ojo de pollo, por lo cual en la presente Guía Didáctica se redactan los pasos más prácticos para la reproducción de dicho hongo en condiciones de laboratorio, con el objetivo de aislar, propagar y estudiar el fitopatógeno para poder a futuro recomendar un control adecuado, teniendo ya muy claro el ciclo de vida, y la morfología del patógeno.

## FUNDAMENTACIÓN:

El tomate de árbol (*Solanum betaceum*), es una planta nativa de América del Sur, su centro de origen más probable son las selvas y los bosques de la zona ubicada en la reserva Tucumano – Boliviana al noroeste de Argentina y el sur de Bolivia.

Actualmente se cultivan en todas las regiones del mundo, especialmente en Colombia, Ecuador, Perú y en Nueva Zelanda, con fines comerciales. (ALDANA, 1995)

El tamaño del sistema radicular del tomate de árbol está en relación con la corpulencia de la planta que debe sostener, y puede alcanzar profundidades hasta de 1 m. Es una planta arbustiva con tallo recto, de forma cilíndrica de 5 a 12 cm de diámetro, y se ramifica en dos o tres ramas a una altura que varía entre 1,5 y 2,0 m de acuerdo al genotipo, la copa alcanza alturas hasta de 3 m. La consistencia del tallo y ramas es semileñosa, la corteza es de color verde grisáceo. (ALDANA, 1995)

La principal enfermedad fitopatógena del cultivo de tomate de árbol es la Antracnosis del fruto u ojo de pollo (*Colletotrichum gloeosporioides*).

Síntomas: enfermedad de mayor importancia en el Ecuador, los frutos afectados presentan lesiones iniciales negras que pueden llegar a cubrir todo el fruto, poseen bordes definidos y el centro hundido.

Diseminación: Las esporas son diseminadas por el viento e insectos.

Sobrevivencia: Persiste asociado a tejidos enfermos aparentemente al estado de micelio o de conidias.

Control: Realizar podas de saneamiento, destrucción de los frutos contaminados, uso de materiales con resistencia genética. Realizar aspersiones foliares de fungicidas a base de cobre. (LATORRE, 1988)

Las principales características morfológicas de *Colletotrichum gloeosporioides* son: Acérvulos de forma tendencial discoidal, formados de estromas miceliales, que al inicio son subepidérmicos errumpentes, provistos típicamente de largas setas marrones o negras, rígidas uni o pluricelular. Los conidiógenos son simples, por lo general son filiformes y cortos, dispuestos en palizada, produciendo acervulosporas acrógenas, de tipo unicelular, hialinas en algunas ocasiones de color rosa, cuando están agrupadas, rectas, ovoidales o elongadas y aglutinadas en una masa viscosa. (FALCONI, 1995)

## OBJETIVO:

La presente guía didáctica sobre la caracterización morfológica del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, cuya finalidad es complementar los conocimientos y fomentar el autoaprendizaje en el aula.

## UBICACIÓN:

**Tabla 1.** Ubicación del laboratorio.

<b>Sitio:</b>	Salache Bajo
<b>Parroquia:</b>	Eloy Alfaro
<b>Cantón:</b>	Latacunga
<b>Provincia:</b>	Cotopaxi
<b>Coordenadas cuadrícula mercator utm:</b>	N: 9888.749,37. E: 764.660,386.
<b>Altitud:</b>	2757,59 msnm.

**Fuente:** Autoría propia

## BLOQUE I. METODOLOGÍA:

**Tabla 2.** Recolección de la muestra en campo y tratamiento en laboratorio.

	<p>En cultivares de tomate de árbol (<i>Solanum betaceum</i>) ubicados en el Barrio Patín del Cantón Salcedo de la Provincia de Cotopaxi, a una altura de 2800 m.s.n.m, se tomó muestras de frutos que presentaban signos y síntomas de estar afectados por <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>.</p>
	<p>Utilizando protocolos de recolección de material en campo se recolecto frutos enfermos, luego fueron almacenados en fundas tetrapac para ser transportados hacia el laboratorio en un rango de tiempo de 30 min en vehículo.</p>
	<p>En un refrigerador a una temperatura entre 6 y 8°C fueron almacenadas las muestras tomadas en campo en las fundas de tetrapac, esto con la finalidad de que el patógeno se mantenga vivo.</p>
	<p>Las muestras deben estar rotuladas para evitar que se mezclen, tomando en cuenta que el tiempo de almacenado no sea mayor a 8 días.</p>




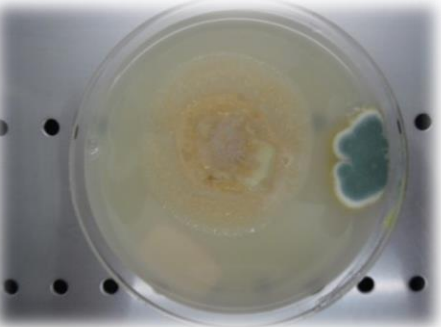
**Fuente:** Autoría propia

**Tabla 3.** Preparación del medio de cultivo, papa - destroza - agar (PDA),

	<p><b>Primero.-</b> pesamos 200 gr. de papa pelada y picamos en cuadritos, poner en una olla para cocinarlas por 10 minutos con 500 ml de agua con un pH de 6.5 que lo bajamos con ácido cítrico, esto para evitar la propagación de bacterias.</p>
	<p><b>Segundo.-</b> pasamos por el colador la sustancia obtenida para liberarla de impurezas, la regresamos a fuego lento completando con agua lo que se evaporo, procedimos a añadir 15 gr. de agar, 20 gr. de dextrosa y 2 gr. de levadura.</p>
	<p><b>Tercero.-</b> una vez que ya tuvimos una solución homogénea procedimos a trasladarla a un Erlenmeyer lo tapamos bien con papel aluminio para evitar que se derrame y lo sometemos a 35 min en el autoclave para esterilizarlo.</p>
	<p><b>Cuarto.-</b> una vez que obtuvimos el medio de cultivo esterilizado procedimos a ponerlo en cada caja Petri con mucho cuidado para evitar contaminaciones, fue necesario esperar de 5 a 10 minutos para que se gelatinice.</p>



**Fuente:** Autoría propia

**Tabla 4.** Siembra y cultivo del hongo

	<p>Las cajas Petri con el medio de cultivo PDA fueron trasladadas a la cámara de flujo laminar al igual que las muestras para ahí realizar la siembra, la cámara de flujo laminar es para evitar que se contamine el trabajo.</p>
	<p>Con un bisturí se procedió a cortar pedazos del fruto contaminado de 3 mm, que fueron colocados en el centro de cada caja Petri con ayuda de una pinza y aza de siembra, de inmediato sellamos las cajas con parafilm y etiquetamos.</p>
	<p>Las cajas Petri ya sembradas las colocamos en la incubadora a una temperatura de 22°C para que el hongo se propague de manera más rápida.</p>
	<p>En esta etapa tuvimos que estar pendientes de las muestras observándolas cada 24 horas y siendo muy minuciosos con todo lo que suceda en las cajas, diferenciando colonias de hongos y bacterias</p>

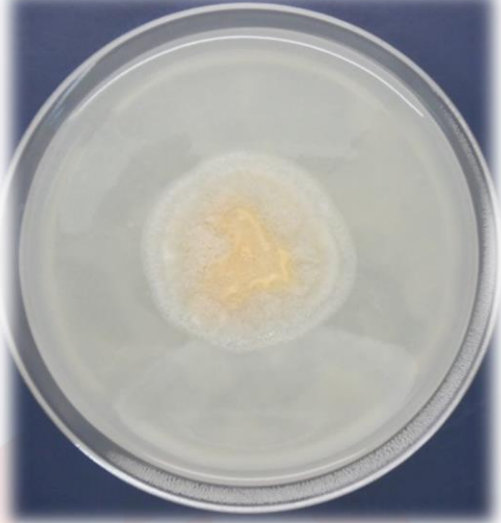
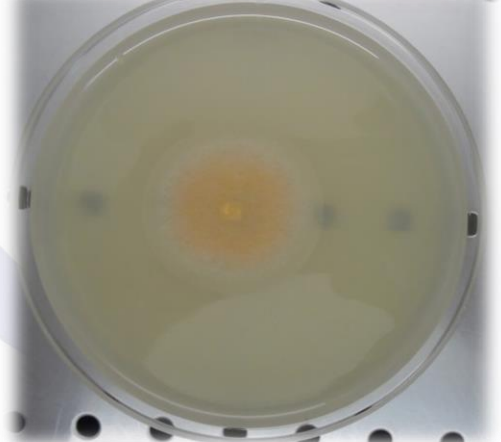
**Fuente:** Autoría propia

**Tabla 5.** Identificación y Aislamiento

	<p>Se llevó las cajas Petri a la cámara de flujo laminar en donde las abrimos para coger muestras en el porta objetos, la mejor manera de coger las muestras fue con un pedacito de cita adhesiva transparente.</p>
	<p>Observamos al microscopios para poder diferenciar las estructuras de los diferentes hongos que se propagaron en la caja hasta encontrar <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>, utilizando los lentes de 20x y 100x.</p>
	<p>Se diferencia la caja Petri que contenga <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>, Preparamos nuevamente medio de cultivo PDA, llevamos a la cámara de flujo laminar para volver a sembrar.</p>
	<p>Ya todo en la cámara de flujo laminar se obtiene una porción de micelio y se lo siembra en la caja Petri con el medio de cultivo, la llevamos a la incubadora y continuamos con las observaciones cada 24 horas.</p>

**Fuente:** Autoría propia

**Tabla 6.** Caracterización Morfológica

	<p>Como ya tuvimos la caja Petri con <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> completamente libre de contaminación pudimos coger la muestra para llevarla al microscopio y observarla con los lentes de 20 x y 100x ya que estos son los de mayor aumento y pudimos diferenciar de mejor manera sus estructuras.</p>
	<p>Una vez que ya tuvimos enfocado en el microscopio procedimos a tomar las fotografías con la cámara digital acercándola al ocular que fue la manera más adecuada de obtener fotografía claras. En las fotografías que obtuvimos se procedió a identificar las partes del hongo que pudimos diferenciar y lo comparamos con la bibliografía existente.</p>

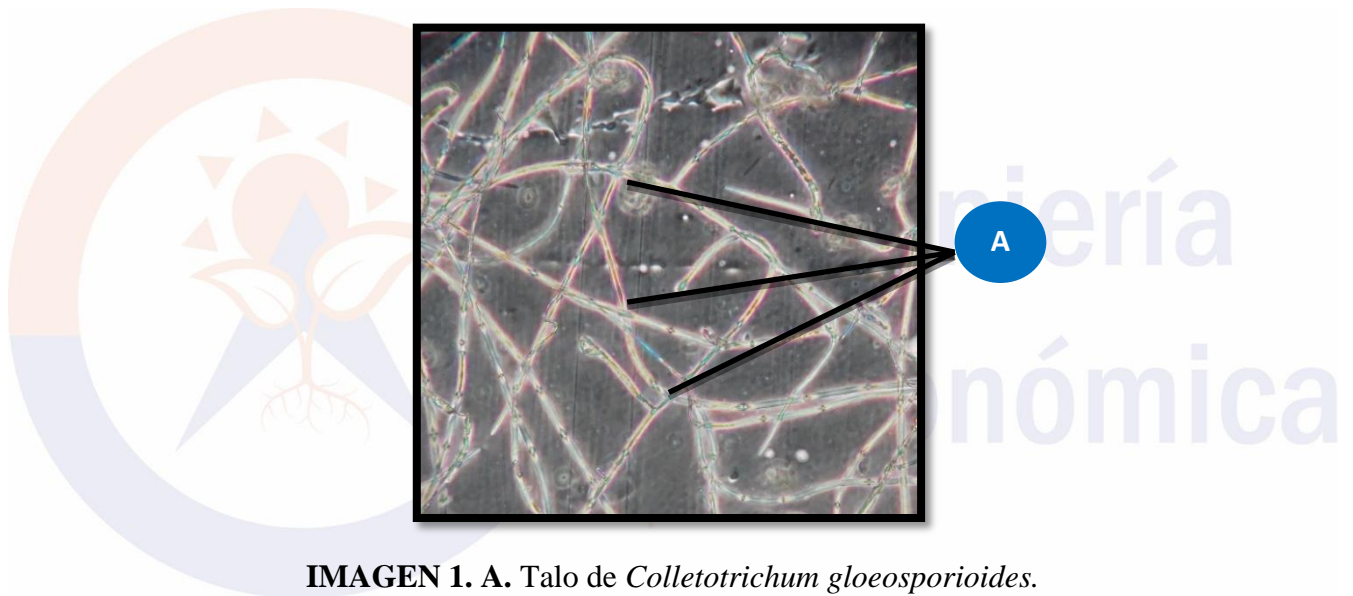
**Fuente:** Autoría propia

## BLOQUE II. RESULTADOS:

### Talo observado al Microscopio Trinocular CX31

En la Imagen 1 se puede apreciar el talo de *Colletotrichum gloeosporioides*. Obtenido en laboratorio en medio de cultivo PDA.

La imagen fue obtenida con ayuda de un microscopio con el lente de 20x, en campo oscuro Ph1 y con intensidad de luz de 5.



**IMAGEN 1. A.** Talo de *Colletotrichum gloeosporioides*.

**Tomada por:** El Investigador

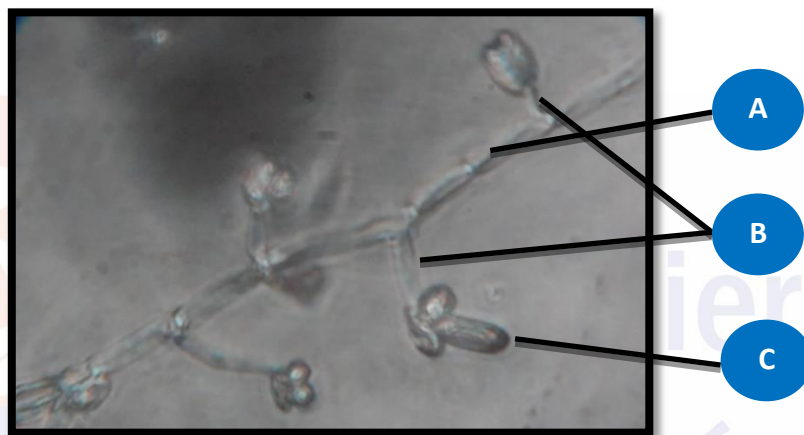
El talo de *Colletotrichum gloeosporioides* es filamentoso, formado por filamentos muy finos enmarañados, con aspecto lanoso, extendidos sobre el sustrato, tal como se obtuvo en laboratorio y se ratifica con lo dicho por (LICHEN, 2014)

Constituidos por una clorofita del genero Trentepohlia, con los filamentos cubiertos por una vaina de hifas: Ephebe lanata con Stigonema), Cystocoleus, Racodium. (LICHEN, 2014)

## Micelio observado al Microscopio Trinocular CX31

En la Imagen 2 se puede apreciar el micelio de *Colletotrichum gloeosporioides*. Obtenido en laboratorio en medio de cultivo PDA.

La imagen fue obtenida con ayuda de un microscopio con el lente de 100x, en campo oscuro Ph1 y con intensidad de luz de 5.



**IMAGEN 2.** A. Micelio. B. Conidiógenos. C. Acervulosporas.

**Tomada por:** El Investigador

El micelio de *Colletotrichum gloeosporioides* está formado por la reunión de hifas aceptadas o cenocíticas, de color hialino en ocasiones de color rosado cuando están agrupadas como obtuvimos en el laboratorio y con cuerda por lo dicho por (LICHEN, 2014)

Los conidiógenos son simples, por lo general son filiformes y cortos, dispuestos en palizada, produciendo acervulosporas acrógenas, de tipo unicelular, hialinas en algunas ocasiones de color rosa, cuando están agrupadas, rectas, ovoidales o elongadas y aglutinadas en una masa viscosa lo que se ratifica con lo dicho por (FALCONI, 1995)

### Esporas observadas al Microscopio Trinocular CX31

En la Imagen 3 se puede apreciar las acervulosporas de *Colletotrichum gloeosporioides*. Obtenido en laboratorio en medio de cultivo PDA.

La imagen fue obtenida con ayuda de un microscopio con el lente de 100x, en campo oscuro Ph1 y con intensidad de luz de 5.



**IMAGEN 3. A.** Acervulosporas de *Colletotrichum gloeosporioides*.

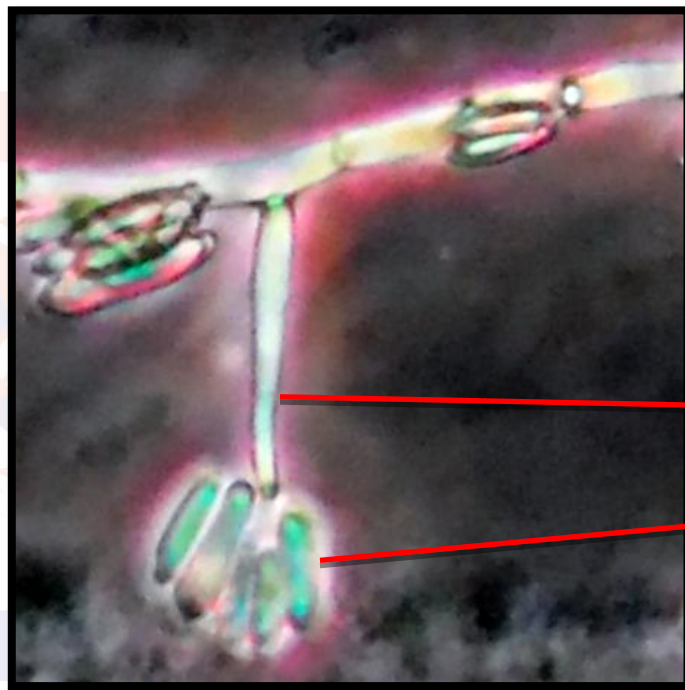
**Tomada por:** El Investigador

Como menciona (FALCONI, 1995) las acervulosporas provienen de acérvulos de forma tendencial discoidal, formados de estromas miceliales, que al inicio son subepidermicos errumpentes, provistos típicamente de largas setas marrones o negras, rígidas uni o pluricelular.

### Reproducción observada al Microscopio Trinocular CX31

En la Imagen 4 se puede apreciar los órganos de reproducción de *Colletotrichum gloeosporioides*. Obtenido en laboratorio en medio de cultivo PDA.

La imagen fue obtenida con ayuda de un microscopio con el lente de 100x, en campo oscuro Ph1 y con intensidad de luz de 5.



**IMAGEN 4. A. Acervulosporas. B. Conidiógenos.**

**Tomada por:** El Investigador

La reproducción de *Colletotrichum gloeosporioides* es de forma asexual por medio de conidióforos o las acervulosporas, esto por pertenecer al grupo de los deuteromicetes que son hongos imperfectos al carecer de estructuras sexuales tal como menciona (AGRIOS, 1999) en su publicación.

**MATERIAL DE CONSULTA SUGERIDO:**

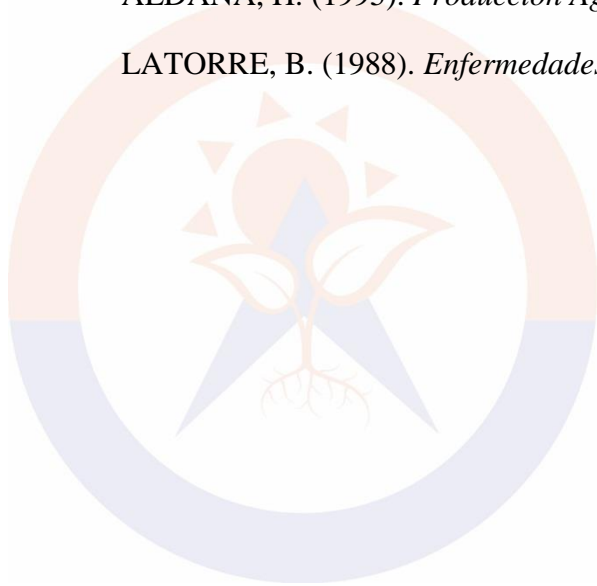
AGRIOS, G. (1999). *FITOPATOLOGIA 2 ED.* MEXICO: LIMUSA.

FALCONI, C. (1995). *PRINCIPALES GENEROS DE HONGOS FITOPATOGENOS.*  
Quito: USFQ.

LICHEN, I. (29 de 08 de 2014). *Growth Forms.* Recuperado el 10 de 08 de 2015, de  
[http://www.plantasyhongos.es/hongos/liquenes\\_talos.htm](http://www.plantasyhongos.es/hongos/liquenes_talos.htm)

ALDANA, H. (1995). *Produccion Agropecuaria 2.* Bogota: Terranova.

LATORRE, B. (1988). *Enfermedades de Plantas Cultivadas .* Santiago: Alfabet.



Ingeniería  
Agronómica