

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA



Identificación y Patogenicidad del Agente Causal de la Antracnosis *Colletotrichum*  
Penz en el Mango *Mangifera indica* L.

Por:

**RICARDO GENIS VELÁZQUEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2019

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO DE PARASITOLOGÍA

Identificación y Patogenicidad del Agente Causal de la Antracnosis *Colletotrichum*  
Penz en el Mango *Mangifera indica* L.

Por:

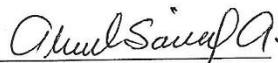
**RICARDO GENIS VELÁZQUEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de.

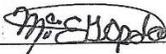
**INGENIERO AGRÓNOMO PARASITÓLOGO**

Aprobada por el Comité de Asesoría:



M.C. Abiel Sánchez Arizpe

Asesor Principal



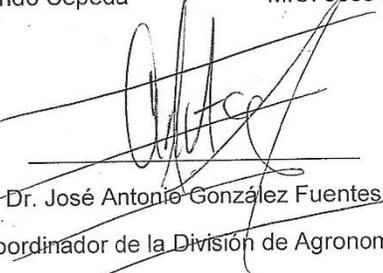
Dra. Ma. Elizabeth Galindo Cepeda

Coasesor

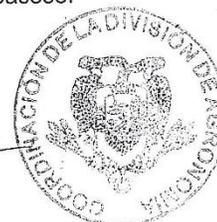


M.C. José Luis Arispe Vázquez

Coasesor

  
Dr. José Antonio González Fuentes

Coordinador de la División de Agronomía



Buenavista, Saltillo, Coahuila, México

Diciembre de 2019

## **AGRADECIMIENTOS**

**A Dios:** por guiarme y darme fuerza para seguir adelante a pesar de estar lejos de los seres queridos y ayudarme a alcanzar uno de mis grandes sueños

**A la Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro:** por brindarme sus puertas abiertas, prepararme y guiarme en el mundo de la agronomia

**A Don Antonio Narro:** por tener la vision de crear la universidad UAAAN y asi poder ayudar el campo mexicano

**Al M.C.y futuro Dr. Jose Luis Guerra Gutierrez:** por brindarme su amistad, ya que a pesar de los buenos momentos que pasamos en las parrandas tambien me demostro que para momentos de trabajo puedo contar con el. Éxito para el

**A mi Asesor y coasesores:** por su apoyo para que este trabajo se realizara.

**A toda la Gente que no creia en mi:** sin duda alguna tambien fueron una gran motivación

**A toda la gente:** Que de alguna manera me apoyo. Mil gracias

## DEDICATORIA

### **A mis Padres**

**Sr. Ignacio Genis Cedeño**

**Sra. Mercedes Velazquez Yañes**

Por haberme guiado hasta estos momentos durante toda mi vida y apoyarme incondicionalmente en cada una de mis decisiones tomadas a pesar de que no siempre sean las correctas, por creer en mi y saber que soy capaz de lograr cualquier meta que me proponga, mamá, papá gracias por el apoyo en todo momento de mi vida, sin ustedes no soy nada. LOS AMO

**A mis Sobrinos:** no seré el mejor tío del mundo ni tampoco un ejemplo a seguir, pero espero que se den cuenta que a pesar de que no todos confíen en nosotros, con un poco de esfuerzo y seriedad todo es posible.

### **A mis Hermanos:**

**Victor Manuel Genis Velazquez**

**Juan Carlos Genis Velazquez**

**Marlen Genis Velazquez**

**Ivan Genis Velazquez**

Sin duda algunos hermanos son los mejores, gracias por todo su apoyo, nunca los olvidare, podremos pelear y regañarnos pero a pesar de todo siempre seremos hermanos

### **A mis cuñadas:**

**Leticia Sanchez Garcia**

**Gregoria Martinez**

Gracias por todo su apoyo nunca se me va a olvidar, Doña M eres con la que he convivido más gracias por todo, por ayudarme en esas cosas mortales que me ponía y por hecharme carrida siempre que podías, y por todo los consejos que me pudiste haber dado.

**A Jessica Martinez Flores:** Gracias por el apoyo en los momentos más difíciles de la carrera y a pesar de todo siempre creíste en mi y sin duda alguna siempre vas a estar presente en mi corazón. TE AMO NUNCA LO OLVIDES

## **Dedicatoria especial**

### **A Ivan Genis Velazquez:**

HERMANO MUCHAS GRACIAS POR HABER SIDO EL PRIMERO QUE CONFIARA EN MI EN TODO ESTE PROYECTO, POR SER MI HERMANO Y SIEMPRE DARME LOS MEJORES CONSEJOS.

HERMANO QUIERO QUE SEPAS QUE TODO ESTO ES EN PARTE GRACIAS A TI YA QUE SIN TU APOYO ESTO NO HUBIERA SIDO POSIBLE.

HERMANO CON MUCHO AMOR TE DEDICO ESTE TRABAJO DE TESIS EN ESPECIAL YA QUE NUNCA ME DISTE LA ESPALDA Y GRACIAS A TI SIN DUDA ALGUNA PUEDE LOGRAR UNA META EN MI VIDA, SI ALGUN DIA LLEGO A TRIUNFAR VA A SER EN BASE A TODO TU ESFUERZO .

GRACIAS POR TODO, ERES EL MEJOR.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Pág.
AGRADECIMIENTOS .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
INDICE DE CUADROS .....	viii
INDICE DE FIGURAS .....	ix
RESUMEN .....	x
INTRODUCCION .....	1
Justificación .....	3
Objetivos.....	3
Hipótesis .....	3
REVISION DE LITERATURA.....	4
Importancia Económica del Mango.....	4
Ubicación taxonomica del mango.....	5
Infeccion por <i>Colletotrichum</i> .....	6
Antracnosis.....	6
Importancia economica.....	7
Agente causal.....	8
Ubicación taxonómica <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> .....	8
Sintomatología.....	9
Reproducción .....	12
Múltiples especies de <i>Colletotrichum</i> sobre un hospedero .....	13
Mecanismos de infección de <i>Colletotrichum</i> .....	13
Identificación de las especies de <i>Colletotrichum</i> spp.....	14

Variabilidad patogénica de las especies de <i>Colletotrichum</i> spp. ....	15
Conservacion por suspensión en agua destilada esteril del inoculo. ....	15
MATERIALES Y MÉTODOS .....	16
Localización .....	16
Aislamiento del patógeno.....	16
Reaislamiento del Patógeno .....	17
Obtencion de Inoculo .....	17
Conservacion por suspensión en agua destilada esteril.....	17
Pruebas preliminares .....	18
Inoculación.....	19
Aislamiento del hongo.....	19
Identificación morfológica del agente causal .....	20
Evaluación de la severidad (%) .....	20
Diseño experimental .....	20
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	21
CONCLUSIÒN.....	24
ANEXOS .....	25
BIBLIOGRAFIA .....	30

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cadro 1. Concentraciones y % de daño a los 6 días.....	22
Cuadro 2. Concentracion y % de daño a los 10 días.....	23
Cuadro 3. Tratamientos.....	25
Cuadro 4. % de daño por <i>Colletotrichum</i> a los 6 días.....	25
Cuadro 5. % de daño por <i>Colletotrichum</i> a los 10 días.....	25
Cuadro 6. Analisis de varianza.....	26
Cuadro 7. Tabla de medias del factor A (mangos).....	26
Cuadro 8. Tabla de medias del factor B (tratamientos).....	27
Cuadro 9. Tabla de medias del factor C (tiempo).....	27
Cuadro 10. Tabla de medias del tratamiento AB.....	27
Cuadro 11. Tabla de medias del tratamiento AC.....	28
Cuadro 12. Tabla de medias del tratamiento BC.....	28
Cuadro 13. Tabla de medias del tratamiento ABC.....	29

## INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Participación en la producción de mango en el año 2000.....	5
Figura 2. Daños en fruta, hoja y flores del mango por <i>Colletotrichum</i> .....	10
Figura 3. Ciclo de la enfermedad.....	11
Figura 4. Localización del experimento.....	16
Figura 5. Muestras vegetales.....	16
Figura 6. Proceso para la obtención de inóculo.....	18
Figura 7. Postulados de Koch en mango.....	19
Figura 8. Gráfica comparativa del % daño a los 6 días.....	22
Figura 9. Gráfica comparativa del % de daño a los 10 días.....	23
Figura 10. Acervulos y setas del género <i>Colletotrichum</i> .....	24

## RESUMEN

El mango en la actualidad el cultivo tropical mas importante después del banano y los cítricos, dentro de las especies frutícolas su agradable sabor y aroma, su color atractivo y valor nutricional lo hacen favorito del hombre desde épocas remotas, en Colombia existen alrededor de 8,300 ha sembradas con este frutal, las cuales arrojan aproximadamente 82,000 toneladas de fruto al año. La antracnosis es la enfermedad fungosa principal y mas comun en las regiones donde se cultivan papaya y mango.

El objetivo de esta investigación fue la identificación del agente causal de la antracnosis así como medir la severidad de daño en frutos de mango a diferentes suspensiones. Las variedades de mango utilizadas fueron Tomy y Ataulfo. El experimento constó de realizar los postulados de Koch, primero se aisló el patógeno para obtener un inóculo de *Colletotrichum*, se midió el número de esporas por mL y se aplicaron diferentes suspensiones de inóculo en frutos de mango maduros y se evaluó la severidad a los 6 y 10 días después de ser inoculados mediante hojas milimétricas. El hongo fue identificado macro y microscópicamente con ayuda un microscopio compuesto con los objetivos 10 y 40x. Los resultados obtenidos se manejaron en términos de porcentaje y se analizaron mediante el programa estadístico de Nuevo León versión 2.5 mediante un análisis factorial de tres factores, el factor A las variedades de mango, el factor B los tratamientos y el factor C los tiempos de evaluación. Se identificó el género *Colletotrichum*, severidad abarcó del 6.33 al 7.45%.

**Palabras claves:** *Colletotrichum*, severidad, % de daño.

## INTRODUCCION

El mango (*Mangifera indica* L) por su capacidad de adaptación a diferentes condiciones adversas, es uno de los frutales con mayor distribución en el país; por lo que la mayor parte de la producción nacional proviene de huertos de traspatio, sin embargo, existen pocos huertos comerciales.

El origen del mango se ubica en el continente asiático, entre la zona geográfica del noreste de la India y el norte de Burma, muy cerca del Himalaya. La distribución de su cultivo se extendió en primera instancia por el sureste asiático y más tarde al archipiélago Malayo; así los portugueses lo llevaron primero al continente africano y posteriormente a las costas de Brasil, y de ahí se distribuye al resto de América. Los españoles introdujeron este cultivo a sus colonias tropicales del Continente Americano, por medio del tráfico entre las Filipinas y la costa oeste de México por los siglos XV y XVI (SADER, 2019).

Este frutal se cultiva en alrededor de 100 países, se encuentra ampliamente distribuido en países asiáticos y latinoamericanos, y en general, en regiones con clima cálido. Se cultivan en todo el mundo alrededor de cuatro millones de hectáreas y se producen cerca de 28 millones de toneladas.

En México, dentro de los frutales, el mango ocupa el segundo lugar, en cuanto a superficie sembrada con 176,781.49 ha, sólo por debajo del cultivo de la naranja que tiene una superficie de 348,558.26 ha y por encima de los cultivos de limón, aguacate y plátano que cuentan con una superficie de 145,831.50, 101,881.82 y 80,923.28 ha, respectivamente (FAOSTAT, 2018).

La presencia de enfermedades del mango, causadas por hongos fitopatógenos y su impacto en la producción y calidad del fruto ha sido ampliamente estudiada por varios autores (Ploetz, 2003; Acosta *et al.*, 2003; Guillén *et al.*, 2007; Huerta *et al.*, 2009; Noriega *et al.*, 1999).

La antracnosis es considerada la enfermedad más importante en la etapa de pre y postcosecha del cultivo de mango (Litz, 2000), ya que es el principal problema fitosanitario asociado con la producción de mango (SAGARPA, 2014).

La antracnosis *C. gloeosporioides* Penz. es la principal enfermedad fungosa del mango a nivel mundial debido a que es responsable de pérdidas económicas a nivel de pre y postcosecha, principalmente en regiones con temperatura y humedad relativa elevada. Esta enfermedad está presente en todas las regiones productoras de México, donde se han reportado incidencias severas durante la floración, fructificación y postcosecha, ocasionando pérdidas que varían entre el 15 y 60%. En el campo, *C. gloeosporioides* produce esporas en hojas, panículas y frutos momificados. Las esporas pueden ser diseminadas por las lluvias hacia otras hojas o flores causando infecciones secundarias. El fruto en desarrollo puede ser infectado también y algunas cepas del patógeno pueden ocasionar pérdidas en precosecha. En el caso de la antracnosis postcosecha, los frutos son infectados durante su desarrollo, pero la infección permanece latente hasta el inicio de la madurez que ocurre después de la cosecha (Corkidi *et al.*, 2018).

Este patógeno se ve favorecido por ciertas condiciones ambientales como altas temperaturas (27 °C) y humedad relativa (80%), además, por la no implementación de prácticas culturales encaminadas a reducir la densidad del inóculo en el campo (Vallejo *et al.*, 2014)

Los síntomas iniciales sobre hojas jóvenes se manifiestan como pequeñas manchas café oscuras rodeadas de un halo clorótico que pueden coalescer para formar lesiones irregulares de 0.3 a 1.0 cm de diámetro, En frutos en desarrollo puede ocasionar la caída de más del 90% cuando se presenta en intensidades superiores al 80% e incluso cuando alcanza niveles de daño del 40% la caída de fruta puede alcanzar magnitudes superiores al 50 ó 60% (INIFAP, 2015)

## **Justificación**

Es importante el estudio de la antracnosis en mango ya que esta enfermedad puede causar hasta el 60% de pérdida de la cosecha, ya que esta puede estar asociado con hongos y bacterias las cuales pueden diferir en su manejo sanitario.

El nivel de adaptación de las diferentes especies de *Colletotrichum* a variedades resistentes es elevada por lo que se requiere estudios nuevos

## **Objetivos**

- ✓ Identificar los diferentes agentes asociados a la antracnosis del mango.
- ✓ Desarrollar pruebas de patogenicidad de agente causal asociado a la antracnosis del mango.
- ✓ Medir la severidad en el fruto de mango a través de diferentes concentraciones

## **Hipótesis**

- ✓ Se espera identificar por lo menos dos agentes causales de la antracnosis del mango.
- ✓ Algunas de las variedades de mango son más susceptibles al ataque de *Colletotrichum*.
- ✓ La severidad de la antracnosis en frutos de mango está relacionada con la cantidad del inóculo por el cual es atacado.

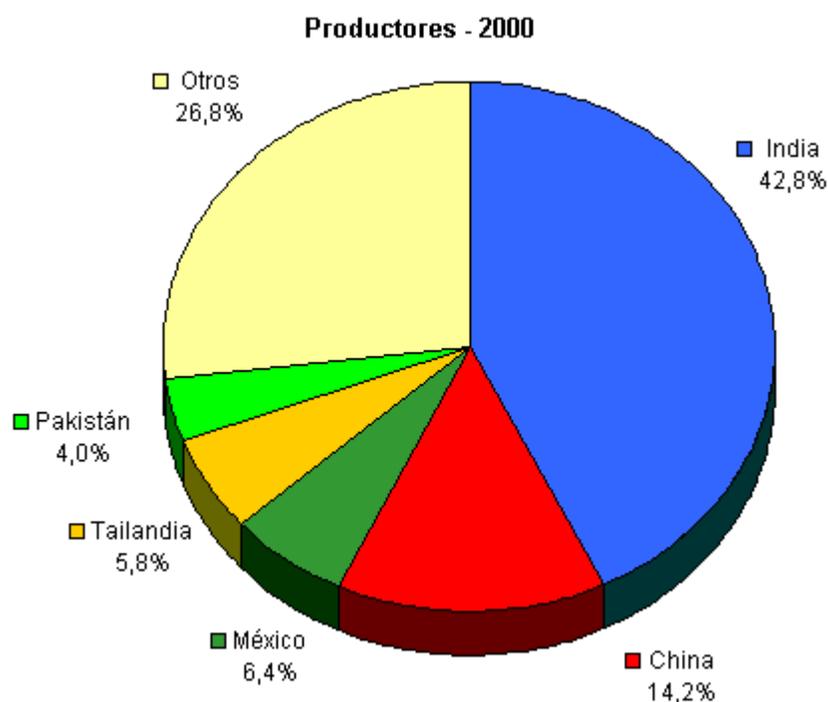
## REVISION DE LITERATURA

### Importancia Económica del Mango

Este frutal se cultiva en alrededor de 100 países, es uno de los más consumidos a nivel mundial. Se cultivan en todo el mundo alrededor de cuatro millones de hectáreas y se producen cerca de 28 millones de toneladas. En las áreas de su cultivo genera fuentes de empleo, contribuye a la alimentación humana y genera ingresos económicos. El continente asiático es el principal productor, ya que concentra el 75% de la producción, América Latina y el Caribe cuentan con el 14% y África con el 10% (Figura 1).

En México, dentro de los frutales, el mango ocupa el segundo lugar, en cuanto a superficie sembrada con 176,781.49 ha, sólo por debajo del cultivo de la naranja que tiene una superficie de 348,558.26 ha y por encima de los cultivos de limón, aguacate y plátano que cuentan con una superficie de 145,831.50, 101,881.82 y 80,923.28 ha, respectivamente (FitoChapingo, 2008).

La producción de mango en México aumentó en 36%, al pasar de 1.3 a 1.8 millones de toneladas, por lo que se ha logrado comercializar en 27 destinos internacionales, entre los que se encuentran Estados Unidos, Canadá, Rusia, Australia, Noruega, España, Francia, Italia y Reino Unido (SAGARPA, 2017).



**Figura 1. Participación en la producción de mango en el año 2000**

### Ubicación taxonomica del mango de acuerdo a la EPPO 2002

El mango, es un género perteneciente a la familia de las anacardiáceas. Tiene unos 130 especies descritas, de las cuales solo 8 son aceptadas y prácticamente todas las otras están todavía taxonómicamente discutidas.

Reino.....Plantae

Phyllum.....Magnoliophyta

Clase.....Angiospermae

Categoría.....Malvids

Orden.....Sapindales

Familia.....Anacardiaceae

Género.....*Mangifera*

Especie..... *indica* Linneo

## **Infección por *Colletotrichum***

El género *Colletotrichum* posee dos tipos de estrategias de infección, la intracelular hemibiotrófica y la subcuticular-intramural necrotrófica; y puede incluso establecer un periodo de latencia con la finalidad de hacer frente a los mecanismos de defensa del hospedante, generación de compuestos tóxicos preformados y fitoalexinas, disminución de nutrientes del tejido para que su disponibilidad no cubra las necesidades energéticas del patógeno. Generalmente las especies de *Colletotrichum* invernan como micelio y/o apresorios en distintas partes del hospedante. El hongo *C. gloeosporioides* por ejemplo, se disemina a través de una película de agua originada por el rocío y por las lluvias frecuentes de baja intensidad; cuando los conidios afectan a las inflorescencias se impide la formación de los frutos. La infección está relacionada con la temperatura y con la duración de los periodos húmedos (Wharton y Diéguez, 2004).

Fitzell y Peak (1984), determinaron que los conidios son la fuente de inóculo más importante en Australia, los cuales son producidos sobre ramas terminales, inflorescencias momificadas, brácteas florales y hojas; bajo condiciones de laboratorio los conidios se producen en un amplio rango de temperatura (10-30 °C) y con humedad relativa de 95 a 97 %.

Huerta-Palacios *et al.* (2009), al estudiar la epidemiología de *C. gloeosporioides* en mango Ataulfo, determinaron la presencia de la enfermedad durante todo el año; observaron que una temperatura mínima de punto de rocío (21 a 24 °C durante la noche) y una humedad relativa > 80 % propició la condensación de agua en el follaje, a tal grado que se presentan escurrimiento y salpique, promoviendo la dispersión de conidios del hongo en follaje, flores y frutos en desarrollo.

## **Antracnosis**

La antracnosis, del griego “carbón” es una enfermedad limitante para los frutos de mango, afectando la vida útil de éstos; es causada principalmente por *Colletotrichum gloeosporioides*, sin embargo es posible encontrar otras especies

de *Colletotrichum* causando enfermedades en un mismo cultivo. Por ejemplo en Yucatán, se encuentran al menos dos especies de *Colletotrichum*, que causan antracnosis, estas especies son identificadas como *C. gloeosporioides* y *C. dematium*. Se trata de una de las enfermedades más difundida y destructiva del follaje del mango, aunque también puede causar graves daños de post cosecha.

Es producida por el hongo *C. gloeosporioides*, que aparece en forma de manchas oscuras en las flores y sus pedúnculos, destruyendo a gran número de flores; en las hojas también aparecen puntos negros, que se convierten en agujeros por destrucción de tejidos. Los frutos jóvenes también pueden ser atacados, quedando destruidos antes de llegar a la madurez. Si les ocurre esto cuando ya están maduros, presentarán manchas negras que les darán mal aspecto y dificultarán su conservación. Tiene especial importancia en las zonas húmedas, sin embargo no tiene incidencia en climas secos. Muchos estudios han concluido que las prácticas de manejo de la enfermedad son inadecuadas para la eliminación de la misma. El desarrollo de variedades resistentes hasta el momento no ha sido exitoso debido a la variabilidad de las especies de *Colletotrichum* sobre un mismo hospedero (Than *et al.*, 2008).

### **Importancia economica**

La antracnosis es probablemente la enfermedad mas común de las plantas de mayor impacto económico a nivel mundial, se puede decir que este es el problema de hongos patógenos más crítico que afecta la producción de leguminosas, granos y frutales. Paez (2003) y Bustamante (2006) mencionaron que las perdidas por la antracnosis en papaya y mango oscilan entre el 15 al 50%.

### **Pronóstico de la enfermedad.**

Para determinar el calendario de aplicación de fungicidas y con el fin de reducir su uso, se han desarrollado dos modelos de pronóstico de la antracnosis (Dodd *et al.*, 1991; Pico *et al.*, 1988). Akem (2006) notó diferencias entre el tiempo previsto para la infección en los modelos de Australia y Filipinas, indicando la necesidad de precaución cuando se adopta un modelo para aplica

erlo en un área diferente a aquella en que fue desarrollado. El pronóstico podría ser más útil en situaciones de sequía estacional, donde en la práctica podría asumirse que la infección ocurre dondequiera que se produzcan precipitaciones significativas (Arauz, 2000). Una vez que las lluvias comienzan en una región húmeda, se necesita de la aplicación programada de acuerdo a un cronograma.

### **Agente causal**

La antracnosis es causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, la cual puede afectar un amplio rango de hospederos incluyendo otros frutales tropicales. La antracnosis en las frutas maduras desarrolla prominentes manchas negras hundidas, que pueden causar su caída prematura de los árboles. Las manchas de los frutos pueden unirse y eventualmente penetrar profundamente en la fruta, resultando en una extensa área de fruto en descomposición. La mayoría de las infecciones en la fruta verde permanecen latentes y en gran parte invisibles hasta la maduración. Por lo tanto, frutos que aparentan estar sanos durante la cosecha, pueden desarrollar síntomas de antracnosis rápidamente durante el periodo de postcosecha. En mango la intensidad de daño puede variar en función a los cultivares, algunos de los cuales son moderadamente resistentes como el Tommy Atkins (Dodd *et al*, 1997), mientras que otros como el Haden y Kent se reportan como susceptibles (Galán, 2000).

El color del micelio del hongo sobre el medio de cultivo papa – dextrosa- agar puede variar de blanco a gris y el acérvulo maduro puede formarse como masas conidiales de color naranja. Los conidios son hialinos, unicelulares, cilíndricos ó elipsoidales, de 7 a 20 micras de longitud y 2.5 a 5 micras de ancho

### **Ubicación taxonómica *Colletotrichum gloeosporioides* de acuerdo a la EPPO 2019**

Reino.....Fungi

Filo.....Ascomycota

Subfilo.....Pezizomycotina

Clase.....Sordariomycetes

Subclase.....Sordariomycetidae

Orden.....Phyllachorales

Familia.....Glomerellaceae

Género.....*Colletotrichum*

Especie..... *gloeosporioides*

(Penzig) Penzig y Saccardo

### **Sintomatología**

Los síntomas iniciales sobre hojas jóvenes se manifiestan como pequeñas manchas café oscuras rodeadas de un halo clorótico que pueden coalescer para formar lesiones irregulares de 0.3 a 1.0 cm de diámetro; el centro de las lesiones muchas veces se seca y se desprende ocasionando perforaciones en las hojas.

En floración los síntomas inician con pequeñas manchas negras sobre flores, pedúnculos, pedicelos y el raquis de la inflorescencia, ocasionando la caída de flores, persistiendo solamente los pedúnculos. La rápida dispersión y desarrollo de la enfermedad sobre las panículas florales genera una masa en negrecida de flores, aunque éstas pueden estar asociadas con daños paralelos de otros agentes (Ploetz y Prakash, 1997). La infección sobre las inflorescencias puede ocasionar una reducción considerable en el «amarre» de frutos (Mendoza, 1977); en casos severos propicia el fracaso total de la producción en el cultivo (Prior *et al*, 1992) y en frutos en desarrollo puede ocasionar la caída de más del 90% cuando se presenta en intensidades superiores al 80% e incluso cuando alcanza niveles de daño del 40% la caída de fruta puede alcanzar magnitudes superiores al 50 ó 60%.

La antracnosis es una enfermedad que ocasiona lesiones típicas necróticas en los tallos, hojas y frutos de las plantas afectadas (Cannon *et al.*, 2012).



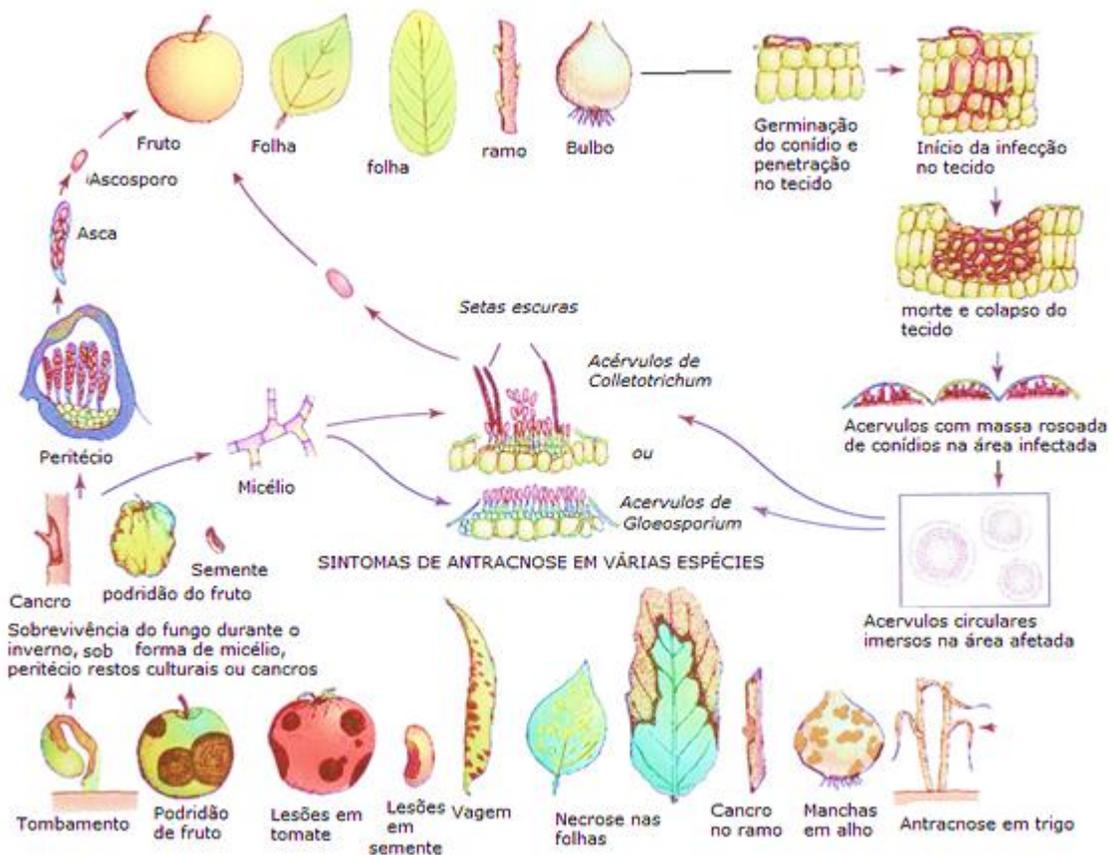
Figura 2: Daños en fruto, hoja y flores del mango por *Colletotrichum*. A) Foto UAAAN, 2018; b y c) fotos tomadas del internet

### **Etiología y diseminación**

El hongo *Colletotrichum* sp., produce conidios incoloros, de una sola célula, ovoides, cilíndricos y en ocasiones encorvados o en forma de pesas en acervulos. Las masas de conidios son de color salmón o rosa. Los acervulos son subepidémicos y brotan a través de la superficie de los tejidos de la planta, tienen forma de disco o cojín y son cerosos, con conidioforos simples, cortos y erectos (Agrios, 2005) (Figura).

En general la antracnosis puede presentarse en hojas, tallos y frutos del mango en pre y postcosecha, y aun en pequeñas lesiones causadas por este patógeno sobre la superficie del fruto disminuyen su valor comercial. Muchas enfermedades de postcosecha del fruto presentan el fenómeno de la quiescencia en el cual los síntomas no se desarrollan hasta que el fruto madura. Las especies de *Colletotrichum* son reconocidas como los principales patógenos que causan infecciones latentes. Los apresorios son conocidos por formar discos adhesivos que se fijan a la superficie de la planta y permanecen latentes hasta que los cambios fisiológicos suceden en el fruto, principalmente los cambios ontogénicos. De ahí que estas especies sean sujeto de numerosas investigaciones que tienen como objetivo obtener conocimiento del proceso de la enfermedad y el entendimiento de la compleja relación entre especies involucradas, dada que en la actualidad hay muchos vacíos. El hongo puede sobrevivir

en hospederos alternos tales como otras solanáceas, leguminosas, plantas acompañantes y frutos en descomposición dentro del campo. Las especies de *Colletotrichum* producen naturalmente microesclerocios que permanecen latentes en el suelo durante el invierno o cuando son sometidos a condiciones de estrés y estos microesclerocios pueden sobrevivir por muchos años (Agris, 2005. Citado por Than *et al.*, 2008).



**Figura 3: Ciclo de la enfermedad causada por *Glomerella cingulata* y *Colletotrichum gloeosporium* (Agris, 2005).**

### Diseminación

Sus conidios son liberados y se diseminan solo cuando los acervulos se encuentran húmedos, y son generalmente diseminados por las lluvias o el salpique de agua de riego desde tejidos enfermos a hojas y frutos sanos. Además pueden ser transportados por el viento o al entrar en contacto con los insectos, u otros animales, herramientas,

etc. Los frutos enfermos actúan como fuente principal de inóculo permitiendo la diseminación de la enfermedad de planta a planta dentro del campo (Agris, 2005; Citado por Than *et al.*, 2008).

### **Epidemiología**

El factor ambiental cumple un papel determinante en el desarrollo de enfermedades epidémicas, la relación entre la intensidad de la lluvia, duración, geometría del cultivo y la dispersión del inóculo guía a diferentes niveles de severidad de la enfermedad. Los efectos de la temperatura frecuentemente interactúan con otros factores tales como la humedad de la superficie de la hoja, la humedad relativa, luz o competencia microbiana. Sin embargo, es la duración de la humedad sobre la superficie de la hoja, la que parece tener la influencia más directa sobre la germinación, infección y crecimiento del patógeno sobre el hospedero. Generalmente la infección ocurre durante días cálidos con alta humedad relativa (80%) y una temperatura de (27°C) (Than *et al.*, 2008)

### **Reproducción**

En términos generales la reproducción sexual proporciona la variabilidad genética, y el estadio asexual es el responsable de la dispersión del hongo (Kim *et al.*, 1998). Las ascosporas germinan e infectan los tejidos de la planta. Las hifas de estas zonas van a desarrollar acérvulos, los cuales van a producir masas de conidios en los conidióforos. Los conidios son diseminados por las salpicaduras de lluvia o por la brisa hacia hojas sanas, frutos jóvenes o capullos. Las condiciones ambientales, así como la senescencia del hospedero pueden inducir un nuevo desarrollo del estadio sexual para reiniciar el ciclo de vida.

### **Múltiples especies de *Colletotrichum* sobre un hospedero**

Dentro del patosistema *Colletotrichum*, diferentes especies u biotipos de este patógeno son asociados con un mismo hospedero, así, por ejemplo en cultivos de aguacate y mango *C. gloesporioides* y *C. acutatum* afectan el fruto como enfermedad de postcosecha. En el caso de la fresa, esta puede ser infectada por tres diferentes especies, *C. fragariae*, *C. acutatum* y *C. gloesporioides*, causando la antracnosis del fruto y de otros órganos de la planta. Ejemplos adicionales de múltiples especies de *Colletotrichum* afectando aun hospedero incluyen a cultivos como el café, tomate, ají y cucurbitáceas. Sin embargo también es común encontrar que una sola especie de este patógeno, infecte múltiples hospederos, por ejemplo *C. gloesporioides*, ha sido encontrada afectando una amplia variedad de frutos entre los que se incluyen aguacate, almendro, manzana, fresa, cítricos, etc. Ejemplos de otras especies reportadas en múltiples hospederos son *C. capsici*, *C. coccodes*, *C. dematium* (Freeman *et al.*, 1998).

### **Mecanismos de infección de *Colletotrichum***

Las especies de *Colletotrichum* utilizan diversas estrategias para invadir el tejido del hospedero, las cuales varían entre hemibiotrofo intracelular y necrotrofo intramural, subcuticular. Las especies de este género producen una serie de estructuras de infección especializadas como tubo germinativo, apresorio, hifa intracelular e hifa necrótica secundaria. En general los eventos de pre-penetración son básicamente los mismos para todas las especies de *Colletotrichum*, las principales diferencias, llegan a presentarse aparentemente después de la penetración y es ahí cuando se pueden diferenciar las dos estrategias de infección. Inicialmente, la conidia se adhiere y germina sobre la superficie de la planta (solo en presencia de agua), produce un tubo germinativo que forma un apresorio y se introduce directamente en la cutícula de su hospedante. Después de la penetración el patógeno que coloniza la región intramural, a través de la cutícula, invade de manera necrótica y se disemina rápidamente a través

del tejido; en esta forma de parasitismo, no se presenta una etapa biotrófica detectable. Por el contrario la mayoría de los patógenos de la antracnosis presentan inicialmente una estrategia de infección biotrófica a través de la colonización del plasmalema y la pared celular, intracelularmente (por lo general esta fase puede durar de 24 – 72 horas. Después de su estado biotrófico, se desarrolla su etapa necrótica destructiva, la cual comienza con la presencia de una hifa necrótica secundaria, que se ramifica a través del tejido del hospedero tanto inter como intracelularmente afectando una o dos células, de ahí que este patógeno sea reconocido como hemibiotrofo o biotrofo facultativo. (Than *et al.*, 2008), (Whartan y Diaguez, 2004)

### **Identificación de las especies de *Colletotrichum spp.***

Actualmente la identificación de las especies de *Colletotrichum*, son un conocimiento esencial para el desarrollo e implementación de estrategias efectivas para el manejo y control de la enfermedad, así como para implementar programas de mejoramiento genético. Tradicionalmente la identificación y caracterización de las especies de *Colletotrichum spp.*, ha sido basada en caracteres morfológicos, tales como tamaño y forma de las conidias y del apesorio; existencia de setas, el estado teleomorfo; y características del cultivo como color de la colonia, tasa de crecimiento y textura. Sin embargo solo estos criterios no son suficientes ni adecuados para la identificación de especies debido al solape o coincidencia en los caracteres morfológicos y variación entre las especies bajo diferentes condiciones ambientales.

De ahí que la aplicación combinada de las herramientas de diagnóstico molecular con la tradicional caracterización morfológica y pruebas de patogenicidad, sean un recurso apropiado y confiable para la identificación específica de la variabilidad de las especies de este patógeno. Facilitando la implementación de medidas mucho más efectivas en el control y manejo de la enfermedad y la selección de cultivares con resistencia más duradera (Than *et al.*, 2008).

### **Variabilidad patogénica de las especies de *Colletotrichum* spp.**

Hay una variación considerable respecto a los tipos de plantas hospedantes a los que cada especie de *Colletotrichum* o *Gloesporium* puede atacar, e incluso puede haber varias razas con un grado de patogenicidad distinto dentro de cada una de las especies del hongo. Algunas poblaciones de patógenos son conocidas por ser patogénicamente diversas, y la diversidad parece ser debida a la generación continua de nuevas variaciones patogénicas. Información de la diversidad del patógeno y la distribución geográfica de las poblaciones del mismo, son en tanto un prerrequisito para la evaluación precisa de germoplama de resistencia durable en los programas de mejoramiento (Agrios, 2005).

### **Conservación por suspensión en agua destilada estéril del inóculo.**

Metodología de conservación de microorganismos que muestran altos porcentajes de variabilidad en periodos a veces superiores a 5 años.(Angel,2006). Es un metodo alternativo muy utilizado y que da muy altos grados de viabilidad en diversos tipos de microorganismos, tanto hongos filamentosos como levaduras y algunas bacterias.

Consiste en suspender en agua esteril unas cuantas celulas del cultivo que se quiere conservar

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Localización

El trabajo experimental presente se estableció dentro del laboratorio de Fitopatología del Departamento de Parasitología en las instalaciones de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, con sede en Saltillo, Coahuila, México, al sur de la ciudad con domicilio en calzada Antonio Narro #1923 (Figura 4).



**Figura 4: Localización del experimento en la UAAAN en Saltillo, Coahuila, México**

### Aislamiento del patógeno

La toma de muestra de material infectado con *Colletotrichum* fueron frutos que se recolectaron del mercado del sur de Saltillo, mango de la variedad Ataulfo y Tommy, los cuales presentaban signos y síntomas de la enfermedad (Antracnosis) (Figura 5).



**Figura 5: Muestras vegetales. UAAAN 2018**

Se utilizo el método de siembra de tejido enfermo, del total de las muestras de mangos enfermos se seleccionaron los tejidos mas dañados de cada muestra, con ayuda de una navaja previamente esteril, se cortaron pequeños fragmentos de tejido enfermo de aproximadamente (0.5 cm de largo \* 0.3 cm de ancho), posteriormente se lavaron con agua y jabon liquido para retirar los posibles residuos de fungicidas que pudieran traer, se desinfectaron con hipoclorito al 3% durante 1 minuto, transcurrido este tiempo se paso a alcohol al 90% durante 1 minuto y posteriormente se lavo con agua destilada y se dejo secar a temperatura ambiente ( $25^{\circ} \pm 2^{\circ} \text{C}$ ) sobre papel absorbente esteril durante 3 minutos. Transcurrido este tiempo el material se llevo a la camara de transferencia y se colocaron 3 cortes de manera equidistante por placa de Petri con medio de cultivo PDA, se replico el procedimiento en 10 placas de Petri con PDA, al finalizar las cajas se sellaron, rotularon y se incubaron a una temperatura de  $25^{\circ} - 30^{\circ}\text{C}$ .

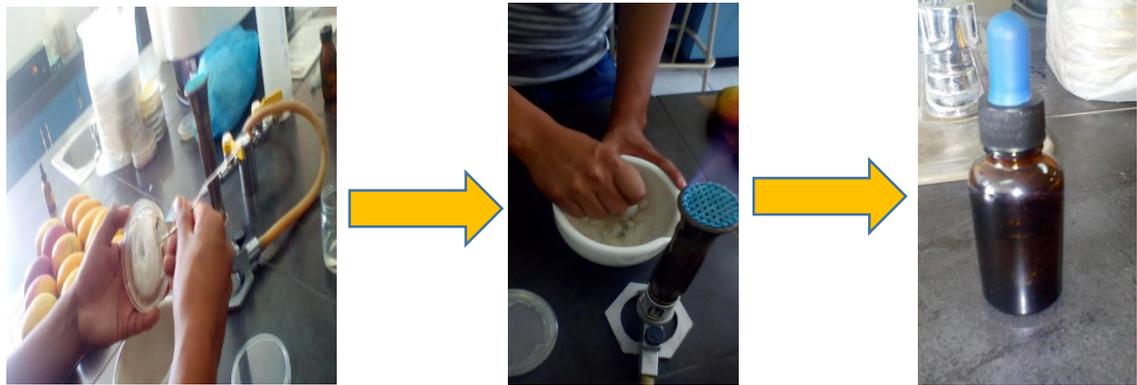
### **Reaislamiento del Patógeno**

De las colonias de color blanco se tomo una pequeña porcion de micelio con una agua de diseccion previamente esteril y se transfirio nueva placa de Petri con medio de cultivo PDA, las cajas se sellaron con kleen pack y fueron colocados de manera invertida en la incubadora a una temperatura de  $28^{\circ}\text{C}$ .

### **Obtención de Inoculo**

#### **Conservacion por suspensión en agua destilada esteril**

De los cultivos reaislados, con ayuda de un saca bocados se extrajo un explante y se coloco en un mortero previamente desinfectado, con 20 ml de agua destilada y se masero a punta de mechero obteniendo una solucion de esporas en 20 ml de agua (Figura 6 ).



**Figura 6: Proceso para la obtencion de Inoculo. UAAAN 2018**

### **Pruebas Preliminares**

Para determinar si la solución con el inoculo correspondia al agente causal de la antracnosis se relizo un bioensayo siguiendo los principios de los postulados de Koch donde tiene como objetivo demostrar que el agente patogeno es el causante de dicha enfermedad.

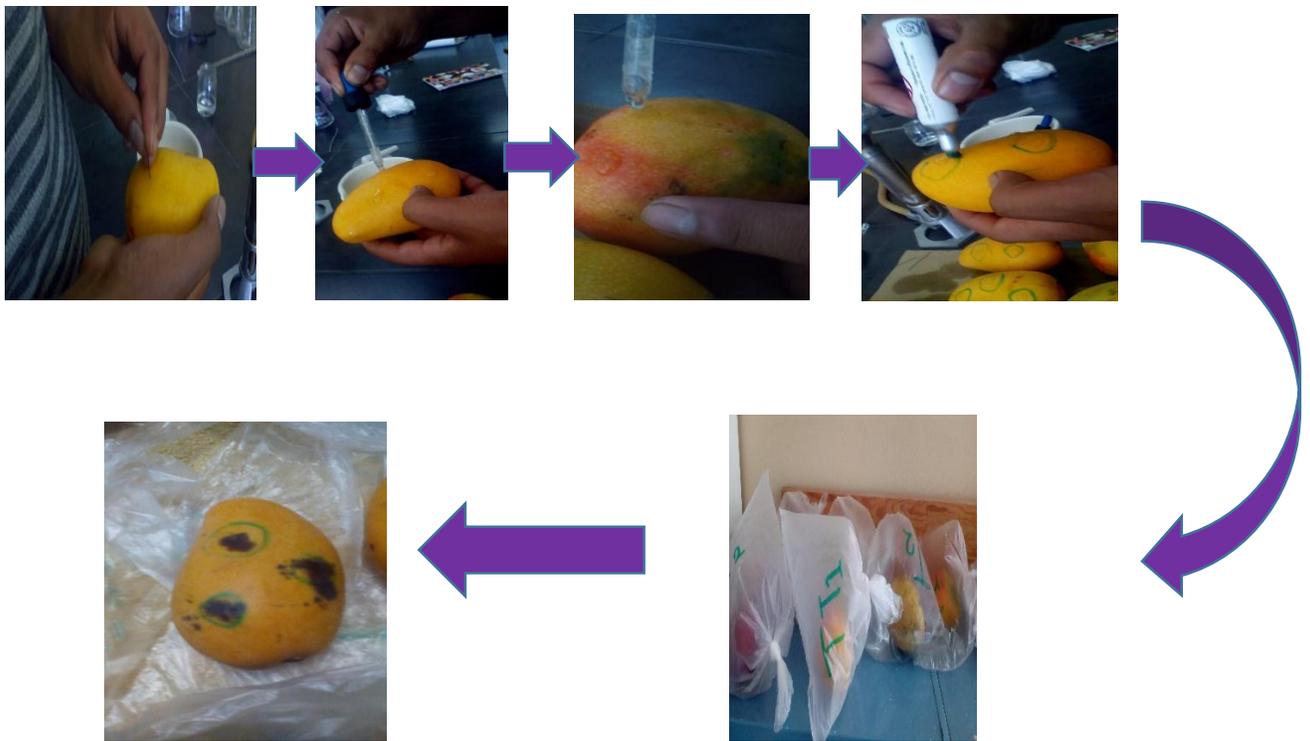
En un fruto de mango sano y desinfectado se hicieron pequeños agujeros en tres puntos del mango con una aguja previamente esteril, se coloco una gota con suspensión del hongo, repitiendo el procedimiento en 10 mangos de la variedad Ataulfo y Tommy, dejando 6 testigos de cada uno, se colocaron en bolsas de plastico para crear un ambiente favorable para el desarrollo del hongo, dicha prueba resulto favorable ya que apartir de las primeras 24 horas se notaron los signos y sintomas de la antracnosis en el fruto de mango de acuerdo a sus características antes mencionadas.

Se contaron las esporas por ml de la suspensión con ayuda de la camara de Neubauer en la cual se coloco 1ml de la suspensión y con ayuda de un microscopio compuesto se contabilizaron las esporas y se saco una media, se repitio el procendimento 3 veces para reducir el margen de error, se obtuvieron 3 medias se sumaron y se obtuvo un media general se multiplico por el factor de la camara de Neubauer y se sacaron las

esporas totales sobre mililitro  $2.55 \times 10^7$ , lo cual nos ayudara para realizar los diferentes tratamientos en el experimento.

### Inoculación

La inoculación se realizo en el tejido de los frutos sanos realizando unas punciones, posteriormente asperjando una solución de diferente concentración de esporas con ayuda de un gotero y el testigo fue inoculado con agua esteril.



**Figura 7: Postulados de Koch en mango. Fotos UAAAN 2018**

### Aislamiento del Hongo

Después de la inoculación se inició el aislamiento de las muestras en los tejidos de los mangos de todos los tratamientos que presentaron síntomas característicos del hongo inoculado con el fin de recuperar el hongo o bacteria y corroborar que los síntomas fueron producidos por *Colletotrichum* a través de la identificación morfológica del hongo.

### **Identificación Morfológica del agente causal**

Una vez acabado el tiempo de evaluación, se tomó una pequeña porción de los acérvulos presentes en los mangos, y se colocó en un porta objetos previamente con una gota de lactofenol, por último se colocó un cubre objetos y se observó en un microscopio compuesto con los objetivos 10 y 40X, identificándose al hongo micro y macroscópicamente.

### **Evaluación de la Severidad (%)**

El porcentaje de la severidad del daño por *Colletotrichum* en el mango se realizó mediante la ayuda de una cuadrícula milimétrica.

### **Diseño Experimental**

Se utilizó un diseño factorial completamente al azar de tres factores; en el factor A las dos variedades de mango (Ataulfo y Tommy), el factor B los cuatro tratamientos (Dosis de 1 ml, 2 ml, 3 ml y tratamiento testigo) y el factor C los dos tiempos de evaluación (A los 6 y 10 días), utilizando el programa estadístico de la Universidad de Nuevo León versión 2.5. (Olivares, 1994)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

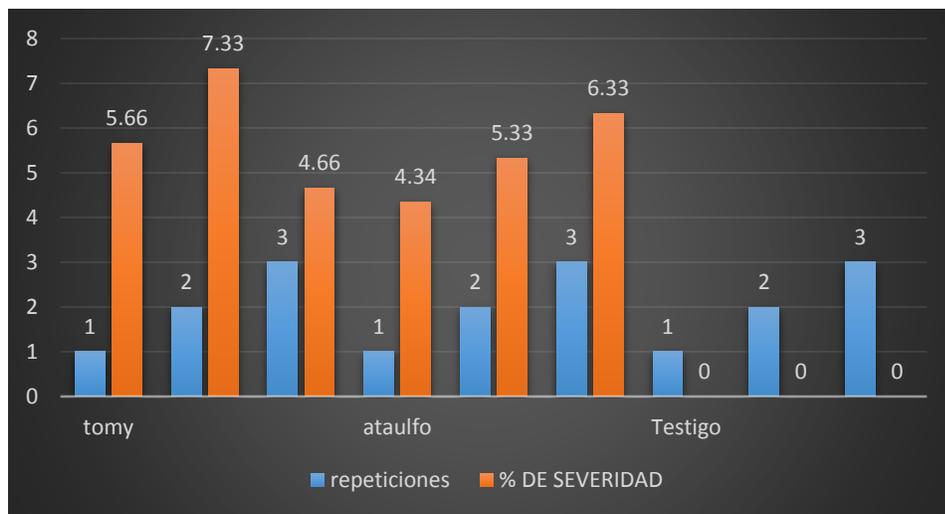
De acuerdo al análisis estadístico no se muestra diferencia significativa entre los factores A, B y C con un coeficiente de variación del 21.3457%, pero sí entre las interacciones entre los factores BXC,  $P > 0.000$  y AXBXC  $P > 0.003$ . El mango Tommy presentó una media de 7.458% de severidad de daño y el Ataulfo de 6.333%, teniendo un mayor efecto la dosis de inoculación a 3 ml, observándose mayor severidad a un tiempo de 10 días. La baja severidad del daño en los mangos probablemente se deba a la etapa fenológica de las variedades del mango en estudio, de acuerdo a datos reportados por Villanueva *et al.*, (2006) en cuanto a frutos inmaduros de chirimoya (*Annona cherimola* Mill) resultaron más propensos a *Colletotrichum*, Padron (1991) aludió que los frutos en sus primeras etapas (inmaduros) aumentan mayormente su tasa respiratoria, provocando que en este momento los frutos se encuentren más susceptibles a enfermedades por todo el esfuerzo que realizan para llegar a la madurez.

**Comparacion de % de daño en los diferentes tratadimietos a los 6 y 10 dias de inoculacion.**

**Cuadro 1. Consentraciones y % de daño a los 6 días**

VARIEDAD	Concentración mL	% DE SEVERIDAD
Tomy	1	5.66
	2	7.33
	3	4.66
Ataulfo	1	4.34
	2	5.33
	3	6.33
Testigo	1	0
	2	0
	3	0

En el cuadro 1 podemos observar que en la variedad Tomy fue mas susceptible en la concentración 2 mientras que en la variedad Ataulfo en la concentración 3 fué donde se registro mas daño en el fruto, recientes investigaciones muestran que la etapa fenologica del fruto forma una parte esencial ya que a principios de la etapa de madurez el mango se vuelve mas susceptible a la enfermedad de antracnosis.

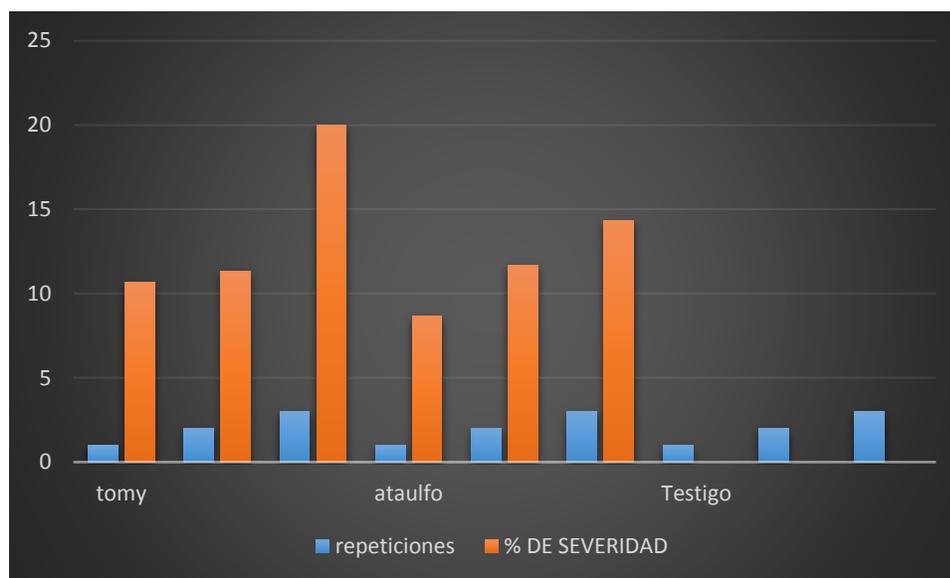


**Figura 8. Grafica comparativa del % de daño a los 6 dias**

**Cuadro 2. Concentraciones y % de daño a los 10 días**

% de severidad de la enfermedad a los 10 días		
VARIEDAD	Concentración mL	% DE SEVERIDAD
Tomy	1	10.66
	2	11.33
	3	20
Ataulfo	1	8.66
	2	11.66
	3	14.33
Testigo	1	0
	2	0
	3	0

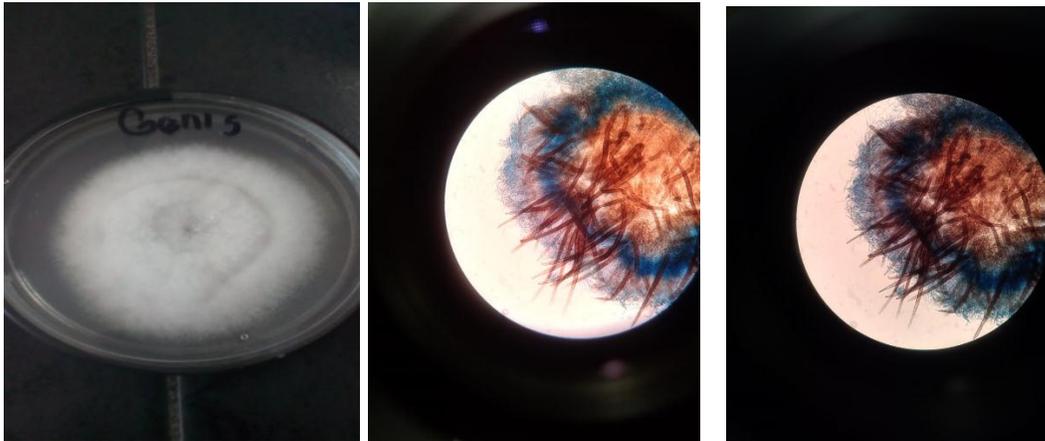
El % de daño a los días 10 días en la variedad Tomy la concentración 3 tuvo un crecimiento con respecto a los 6 días después de la inoculación, mientras que en la variedad Ataulfo la concentración 3 se mantuvo como el % más alto de daño.



**Figura 9. Grafica comparativa del % de daño a los 10 días**

## Identificación

La identificación del hongo se realizó en base a sus características del género *Colletotrichum* donde pudimos observar los acervulos y las setas que son representativos del género.



**Figura 10. Acervulos y setas del género *Colletotrichum*. Fotos UAAAN 2019**

## CONCLUSIÓN

Se identificó al género *Colletotrichum* y la inoculación de las diferentes suspensiones de esporas en las variedades de mango rojo una severidad del 6.33 en la variedad Ataulfo y 7.45 en la variedad Tomy

## ANEXOS

**Cuadro 3. Tratamientos**

TRATAMIENTOS	Dosis ml	Repeticiones
T1	1	3
T2	2	3
T3	3	3
Tratamiento testigo	0	3

**Cuadro 4. % de daño por *Colletotrichum* a los 6 días**

		% De daño a los 6 días			media % de daño
		Repeticiones			
Variedad	Dosis (mL)	1	2	3	
Tomy	1	5	6	6	5.66
	2	6	8	8	7.33
	3	8	6	0	4.66
Ataulfo	1	4	5	4	4.34
	2	5	4	7	5.33
	3	5	7	7	6.33
Testigo	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0
	0	0	0	0	0

**Cuadro 5. % de daño por *Colletotrichum* a los 10 días**

		% De daño a los 10 días			media % de daño
		Repeticiones			
variedad	Dosis (Ml)	1	2	3	
Tomi	1	10	12	10	10.66
	2	12	10	12	11.33
	3	20	22	18	20
Ataulfo	1	8	10	8	8.66
	2	10	12	13	11.66
	3	13	15	15	14.33
Testigo	1	0	0	0	0
	2	0	0	0	0
	3	0	0	0	0

### **Cuadro 6. Analisis de Varianza**

---

FV	GL	SC	CM	F	P>F
FACTOR A	1	15.187500	15.187500	7.0095	0.012
FACTOR B	3	858.229248	286.076416	132.0340	0.000
FACTOR C	1	346.687500	346.687500	160.0081	0.000
A X B	3	7.229248	2.409749	1.1122	0.359
A X C	1	6.020752	6.020752	2.7788	0.102
B X C	3	207.062500	69.020836	31.8555	0.000
A X B X C	3	38.728516	12.909505	5.9582	0.003
ERROR	32	69.333984	2.166687		
TOTAL	47	1548.479248			

---

C.V. = 21.3457%

### **Cuadro 7. Tabla de medias del factor A (Mangos)**

---

FACTOR A	MEDIA
1	7.458333 (Tommy)
2	6.333333 (Ataulfo)

---

### **Cuadro 8.tabla de medias del factor B (Tratamientos)**

---

FACTOR B	MEDIA
1	7.333333
2	8.916667
3	11.333333
4	0.000000

---

### **Cuadro 9. Tabla de medias del factor C (Tiempo)**

---

FACTOR C	MEDIA
1	4.208333 (6 dias )
2	9.583333 (10 dias )

---

### **Interacciones entre factores**

### **Cuadro 10.Tabla de medias de tratamientos AB**

---

	FACTOR B				
FACTOR A	1	2	3	4	MEDIA
1	8.1667	9.3333	12.3333	0.0000	7.4583
2	6.5000	8.5000	10.3333	0.0000	6.3333
MEDIA	7.3333	8.9167	11.3333	0.0000	6.8958

---

### **Cuadro 11.Tabla de medias de tratamientos AC**

---

FACTOR C			
FACTOR A	1	2	MEDIA
1	4.4167	10.5000	7.4583
2	4.0000	8.6667	6.3333
MEDIA	4.2083	9.5833	6.8958

---

### **Cuadro 12.Tabla de medias de tratamientos BC**

---

FACTOR C			
FACTOR B	1	2	MEDIA
1	5.0000	9.6667	7.3333
2	6.3333	11.5000	8.9167
3	5.5000	17.1667	11.3333
4	0.0000	0.0000	0.0000
MEDIA	4.2083	9.5833	6.8958

---

### Cuadro 13. Tabla de medias de tratamientos ABC

---

FACTOR C		
FACTORES A B	1	2
1 1	5.6667	10.6667
1 2	7.3333	11.3333
1 3	4.6667	20.0000
1 4	0.0000	0.0000
2 1	4.3333	8.6667
2 2	5.3333	11.6667
2 3	6.3333	14.3333
2 4	0.0000	0.0000

---

## BIBLIOGRAFIA

- Acosta, R., B. Ríos, N. Prat, & M. Rieradevall. 2003. Propuesta de un Protocolo de Evaluación de la Calidad Ecológica de Ríos Andinos (C.E.R.A) y su Aplicación a dos Cuencas en Ecuador y Perú. *Limnetica* (en prensa).
- Agrios. (2005). :Ciclo de la enfermedad causada por *Glomerella cingulata* y *Colletotrichum gloeosporium*
- Angel, A., 2006 metodos de conservacion de hongos filamentosos, revista colombiana de biotecnologia
- Bustamante, S. (2006). Estudio preliminar para la identificación de patrones de expresión génica del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Var. *Alatae* expuesto a diferentes estímulos utilizando “DD RT-PCR”. Bogotá D.C. Universidad Nacional de Colombia.
- Cannon, P., Damm, U., Johnston, P., & Weir, B. (2012). *Colletotrichum*—current status and future directions. *Studies in Mycology*, 73,181-213.
- Corkidi, B., Rojas, D., Sangrabriel, M., Serrano, C., Galindo, F. Una Nueva Herramienta Para la caracterizacion precisa y cuantitativa de la antracnosis del mango, de utilidad para fitopatologos, productores y exportadores.
- Dodd, J. C., Prusky, D., and Jeffries, P. 1997. Fruit diseases. Pages 257-280 in: The Mango: Botany, Production and Uses. R. E. Litz, ed. CAB International, Oxon.
- FAOSTAT, 2018. Organización de las naciones unidas para la alimentacion y la agricultura, datos, cultivo, produccion.
- Fitochapingo. 2008. Importancia del cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) ( en linea) [9https://fitochapingo.net/importancia-del-cultivo-de-mango/](https://fitochapingo.net/importancia-del-cultivo-de-mango/)
- Fitzell, R.D. and Peak, C.M. 1984. The epidemiology of anthracnose disease of mango: inoculum sources, spore production and dispersal. *Annals of Applied Biology* 104:53-59.
- Freeman, S., Katan, T. and Shabi, E. 1998. Characterization of *Colletotrichum* species responsible for anthracnose diseases of various fruits. *PlantDisease*, Vol. 82 No. 6.
- Galán, S. V. 2000,. El cultivo de mango; ediciones mundi prensa. 224p
- Gutiérrez, A. J. G.; Nieto, A. D.; Téliz, O. D.; Zavaleta, M. E.; Vaquera, H. H.; Matínez, D. T. y Delgadillo, S. F. 2007. Características de crecimiento, germinación, esporulación y patogenicidad de aislamientos de *Colletotrichum*

- gloeosporioides Penz. obtenidos de frutos de mango (*Mangifera indica* L.).  
Rev. Mex. Fitopatol. 19(1):90-93.
- Huerta-Palacios, G., Holguín-Meléndez F., Benítez-Camilo F.A., Toledo-Arreola J.  
2009. Epidemiología de la Antracnosis [*Colletotrichum gloeosporioides*  
(Penz.) Penz. and Sacc.] en Mango (*Mangifera indica* L.) cv. Ataulfo en  
el Soconusco, Chiapas, México. Rev. Mexicana de Fitopatología 27(2): 93-  
105.
- INIFAP. 2015. MANEJO INTEGRADO DE LA ANTRACNOSIS Y CAÍDA DE FRUTOS  
DE MANGO ATAULFO EN LAS COSTAS DE GUERRERO  
[http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4287/01  
0208145100069230\\_CIRPAS.pdf?sequence=1](http://biblioteca.inifap.gob.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/4287/010208145100069230_CIRPAS.pdf?sequence=1)
- Jiménez, R., Hernández, R. L., and Arauz, L. F. 1989. Prueba de fungicidas para  
prevenir enfermedades en el fruto del mango (*Mangifera indica* L.) Boletín  
Técnico. Estación Experimental Fabio Baudrit M. (Costa Rica) 22(4):11-20.
- Litz, R. E. 2000. World mango breeding problems and perspectives a  
biotechnology overview. Symposium mango. 1-7 p.
- Nelson S. 2008. Anthracnose of Avocado. Department of Plant and Environmental  
Protection Sciences, University of Hawai'i at Manoa. Hawaii, E.E.U.U. 6 p.
- Noriega-Cantú, D.H., Téliz-Ortíz, D., Mora-Aguilera, G., Rodríguez-Alcazar, J.,  
Zavaleta-Mejía, E., Otero-Colinas, G., and Campbell, C.L. 1999.  
Epidemiology of mango malformation in Guerrero, Mexico, with traditional  
and integrated management. Plant Disease 83:223-228.
- Olivares s. E. 1994. Paquete de diagnostico experimental version 2.5. facultad de  
agronomia UANL. Marin, N. L.
- Paez, R., 2003. Tecnologías sostenibles para el manejo de la antracnosis en papaya  
y mango. Voletín tecno N0.8
- Ploetz, R. C. 2003. Antracnosis en mango. Manejo de la enfermedad mas importante  
en pre y poscosecha. Reporte 11p
- Rojas-Martínez, R. I., Zavaleta-Mejía, E., Nieto-Ángel D. y Acosta-Ramos M. 2008.  
Virulence and genetic variation of isolates of *Colletotrichum gloeosporioides*  
(Penz.) Penz. and Sacc. on mango (*Mangifera indica* L.) cv. Haden. Revista  
Mexicana de Fitopatología 26 (1): 21-26.
- SADER. 2019., Denominacion de origen, proteccion de cultura y tradiciones  
mexicanas. [https://www.gob.mx/agricultura/zacatecas/articulos/denominacion-  
de-origen-proteccion-de-cultura-y-tradiciones-mexicanas-216907?idiom=es](https://www.gob.mx/agricultura/zacatecas/articulos/denominacion-de-origen-proteccion-de-cultura-y-tradiciones-mexicanas-216907?idiom=es)

- SAGARPA. 2014. Identificación de las necesidades logísticas para la comercialización del sistema producto Mango en la Región Noroeste. (En línea)  
[http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios\\_promercado/Mangos.pdf](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/Mangos.pdf)
- SAGARPA. 2017. AUMENTA PRODUCCIÓN DE MANGO MEXICANO 36 POR CIENTO EN TRES AÑOS
- Than, P.P., Prihastuti, H., Phoulivong, S., Taylor, P.W.J., Hyde, K.D. 2008a. Chili anthracnose disease caused by *Colletotrichum* species. *Journal of Zhejiang university Science B*. 9(10): 764-778.
- Villanueva–Arce, R., A. M. Hernández–Anguiano, M. J. Yáñez–Morales, D. Téliz–Ortiz, A. Mora–Aguilera, E. Cárdenas–Soriano, y A. Castañeda–Vildózola. 2005. Caracterización e identificación de *Colletotrichum fragariae* en frutos de chirimoya. *Agrociencia* 39: 93–106.
- Wharton, P. S. and Diéguez-Uribeondo J. 2004. The biology of *Colletotrichum acutatum*. *Anales del Jardín Botánico de Madrid* 61(1): 3-22.