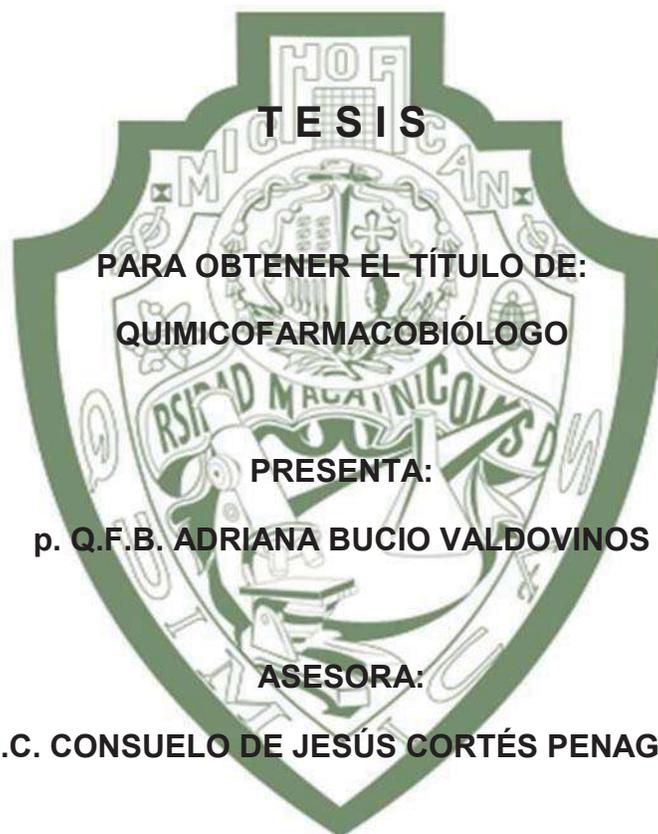


**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

FACULTAD DE QUIMICOFARMACOBIOLOGÍA

**AISLAMIENTO Y CONTROL QUÍMICO DEL HONGO *Colletotrichum gloeosporioides*
CAUSANTE DE ANTRACNOSIS EN EL CULTIVAR DE GUAYABA (*Psidium guajava*) EN
LA REGIÓN DE ZITÁCUARO, MICHOACÁN**



TESIS

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUIMICOFARMACOBIOLOGO**

PRESENTA:

p. Q.F.B. ADRIANA BUCIO VALDOVINOS

ASESORA:

D.C. CONSUELO DE JESÚS CORTÉS PENAGOS

MORELIA, MICHOACÁN, NOV 2009.

*He recibido de Dios y de la vida el regalo
más bello de todos, Mi Familia, lo demás
no tiene importancia.*

Agradecimientos.

A Dios, por permitirme vivir y cumplir uno de mis principales objetivos en esta vida, en compañía de mi más grande tesoro, mi familia.

A mis padres, por haberme dado la vida, el amor, cariño, apoyo, la confianza incondicional y sobre todo, por dirigirme siempre por el buen camino. Gracias papí y mamá por su sacrificio y por siempre tener una palabra de aliento para mí.

A mis hermanas (Virí, Wendy, Esmeralda), por las alegrías y las tristezas que juntas hemos vivido, en especial a tí Lety, por ser como mi segunda madre y estar conmigo en los momentos más difíciles.

A tí Bu, por la confianza, tu amor, el apoyo, la amistad y por estar conmigo amor, gracias por dejarme conocer tu lado humano.

A la Doctora Consuelo, por la confianza, el respeto y la amabilidad, por enseñarme el andar científico y por permitirme aprender de usted.

A los chavos del servicio social por los largos ratos de trabajo, en los que a pesar de eso, siempre había una sonrisa.

De corazón, GRACIAS!!!

A DIOS

A MIS PAPIS

A BU

La presente investigación se efectuó en el Laboratorio de Investigación en Biotecnología de Alimentos "M.C. Víctor Manuel Rodríguez Alcocer" en la Facultad de Químico Farmacobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, bajo la dirección de la D. C. Consuelo de Jesús Cortés Penagos.

TÍTULO

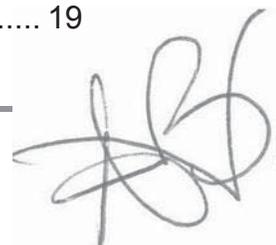
AISLAMIENTO Y CONTROL QUÍMICO DEL HONGO *Colletotrichum gloeosporioides* CAUSANTE DE ANTRACNOSIS EN EL CULTIVAR DE GUAYABA (*Psidium guajava*) EN LA REGIÓN DE ZITÁCUARO, MICHOACÁN.

RESUMEN

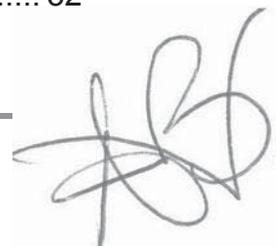
Las enfermedades en poscosecha de frutas y hortalizas son una de las principales causas de pérdidas en su producción, tal es el caso de los hongos fitopatógenos que causan daños estéticos en el fruto; disminuyendo su nivel de calidad y evitando las posibilidades de comercialización nacional y/o exportación de productos del campo michoacano. Para controlar las enfermedades se recurre a buenas prácticas de manejo del fruto durante la cosecha y almacenamiento. Tratando de minimizar daños mecánicos en los frutos al constituirse estos en una vía de entrada para la mayoría de los microorganismos patógenos, se realiza la sanitización de las plantas de selección y empaque, pretendiendo reducir los niveles de inóculo. Medidas insuficientes para controlar el desarrollo de patógenos en el fruto por lo que se recurre a la aplicación de fungicidas sintéticos con el fin de eliminar hongos instalados en el tejido vegetal enfermo. Por ello, se tiene como objetivo realizar el asilamiento del hongo fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides* causante de antracnosis en el fruto de guayaba (*Psidium guajava*) de la región de Zitácuaro, Michoacán y demostrar su sensibilidad hacia fungicidas comerciales, así como, determinar Concentraciones Mínimas Inhibitorias (CMI) y Mínimas Letales (CML) del fungicida hacia el hongo. De un lote de frutos de guayaba se seleccionaron aquellos que manifestaban lesiones características de *C. gloeosporioides* mediante pruebas de susceptibilidad a antifúngicos, basada en las dosis recomendadas por el fabricante, finalmente se demostró la interacción del fitopatógeno con las sustancias tóxicas aplicadas, mediante el crecimiento en medio PDA con las condiciones requeridas hasta la obtención de las CMI y las CML de cada fungicida. Los resultados indican que, el fungicida de mayor acción fue el Azosystrobin (Bankit), a concentraciones mínimas, el resto de los fungicidas (Sulfato Tribásico de Cobre, Carbendazim y Oxiclورو de Cobre más Mancozeb) actuaron de manera similar aunque con efecto un poco lento. Todos inhiben el desarrollo del patógeno a su CMI obtenida y desde luego, a su CML. Por lo que se concluye que esta información, será útil para el control químico de las enfermedades fúngicas en el fruto de guayaba, tanto en la precosecha como en la cosecha.

Índice

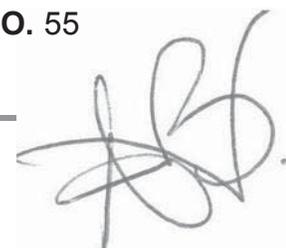
I. INTRODUCCIÓN	8
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	10
1. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y PRODUCCIÓN DE LA GUAYABA <i>Psidium guajava</i> L.	10
1.1. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.....	10
1.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.....	11
1.1.2. DESCRIPCIÓN DEL FRUTO.....	11
1.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA.....	12
1.2.1. PROPIEDADES MEDICINALES Y NUTRICIONALES.....	13
1.2.2. CLASIFICACIÓN DE LA GUAYABA DE ACUERDO AL CODEX ALIMENTARIUS.....	14
1.2.2.1. Clasificación por categorías.....	14
1.2.2.2. Clasificación por calibres.....	16
1.2.2.3. Clasificación por peso.....	16
1.3. ÍNDICES DE CALIDAD.....	17
2. REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS EN EL CULTIVAR DE GUAYABA.	17
2.1. CLIMA Y SUELO.....	18
3. MANEJO DEL CULTIVO	18
3.1. FERTILIZACIÓN DEL SUELO.....	19



3.2. RIEGO.	20
3.3. PODA.....	20
4. MICROBIOLOGÍA DE FRUTOS.	20
4.1. FUENTES Y MECANISMOS DE CONTAMINACIÓN.	21
4.2. NATURALEZA DEL DETERIORO CAUSADO POR PATÓGENOS.	22
4.3. PRECOSECHA.	22
4.4. DURANTE LA COSECHA.....	23
4.5. PATÓGENOS POSCOSECHA Y SUS REQUERIMIENTOS.	24
4.6. PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA REDUCIR PÉRDIDAS EN POSCOSECHA.....	25
5. CARACTERÍSTICAS DE LAS ENFERMEDADES FÚNGICAS EN CULTIVOS.	27
5.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ENFERMEDADES FÚNGICAS.....	27
5.2. HONGOS PROPIOS DE LA GUAYABA QUE DAÑAN LA RAÍZ.....	28
5.3. HONGOS PROPIOS DE LA GUAYABA QUE DAÑAN LA ESTRUCTURA DEL ÁRBOL.....	29
5.4. HONGOS PROPIOS DE LA GUAYABA QUE DAÑAN LA HOJA.	29
5.5. HONGOS PROPIOS DE LA GUAYABA QUE DAÑAN EL FRUTO.	29
6. <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> AGENTE ETIOLÓGICO DE ANTRACNOSIS EN GUAYABA.	30
6.1. TAXONOMÍA.....	31
6.2. CICLO DE LA ENFERMEDAD Y EPIDEMIOLOGÍA.....	32



6.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL GÉNERO <i>Colletotrichum</i>	33
7. TENDENCIAS ACTUALES EN EL DESARROLLO DE NUEVOS MÉTODOS CONTRA EL GÉNERO <i>Colletotrichum</i>	37
7.1. LAS PRÁCTICAS DE CULTIVO.	39
8. CONTROL QUÍMICO.	39
8.1. FUNGICIDAS PROTECTORES.....	41
8.2. FUNGICIDAS SISTÉMICOS.....	43
8.3. CLASIFICACIÓN DE LOS FUNGICIDAS POR GRUPOS QUÍMICOS.	45
La siguiente tabla muestra distintos fungicidas clasificados de acuerdo a su grupo químico.	45
III. JUSTIFICACIÓN	48
IV. OBJETIVO GENERAL	48
V. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	48
VI. MATERIALES	50
VII. MÉTODOS	53
1. PROCEDIMIENTO GENERAL.	53
1.1. DIAGRAMA DE BLOQUES.....	53
2. AISLAMIENTO DEL FITOPATÓGENO <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> EN EL FRUTO DE GUAYABA.	54
2.1. DIAGRAMA DE BLOQUES.....	54
3. PREPARACIÓN DE AGAR PAPA - DEXTROSA (PDA).	55
4. FUNGICIDAS COMERCIALES UTILIZADOS EN EL CONTROL QUÍMICO.	55



5. PRUEBAS DE SENSIBILIDAD DEL FITOPATÓGENO FRENTE A ALGUNOS FUNGICIDAS COMERCIALES.....	56
VIII.RESULTADOS	59
1. AISLAMIENTO DEL FITOPATÓGENO <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> EN EL FRUTO DE GUAYABO.....	59
2. PRUEBAS DE SENSIBILIDAD DEL FITOPATÓGENO FRENTE A VARIOS FUNGICIDAS COMERCIALES.....	61
2.1. Sensibilidad del fitopatógeno aislado frente al fungicida comercial Sulfato tribásico de Cobre (SULTRICOB®).	61
2.2. Sensibilidad del fitopatógeno aislado frente al fungicida comercial Carbendazim (BAVISTIN®).	63
2.3. Sensibilidad del fitopatógeno aislado frente al fungicida comercial Azosystrobin (BANKIT®).	65
2.4. Sensibilidad del fitopatógeno aislado frente al fungicida comercial Oxiclóruo de cobre más Mancozeb (CUPRAVIT MIX®).	67
2.5. Concentraciones Mínimas Inhibitorias (CMI) y Concentraciones Mínimas Letales (CML) del fungicida hacia el hongo fitopatógeno.....	69
2.6. Comparación de las CMI y CML de cada fungicida entre la cepa aislada del fruto de guayaba y la cepa del fruto de aguacate (Facultad de Agrobiología UMSNH), ambas del género <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	70
IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
X. BIBLIOGRAFÍA.....	73
XI. ANEXO.....	82



Índice de Figuras

Figuras	Página
Figura 1. Ciclo de vida de la enfermedad de antracnosis causada por <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> y <i>Glomerella cingulata</i>	33
Figura 2. Antracnosis afectando a las hojas del guayabo.	35
Figura 3. Frutos de guayabo con lesiones típicas de antracnosis.....	35
Figura 4. Frutos de guayabo con lesiones graves de antracnosis.....	36
Figura 5. Los tres principales procesos que sufren los pesticidas en el medio ambiente son adsorción, transferencia y degradación.	38
Figura 6. I. y II. Crecimiento de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> en APD aislado de fruto de guayaba.	59
Figura 7. Morfología microscópica de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i>	60



Índice de Tablas

Tablas	Página
Tabla 1. Composición química del fruto de la guayaba.....	13
Tabla 2. Clasificación por calibres del fruto de guayaba.	16
Tabla 3. Clasificación por peso del fruto de guayaba.....	16
Tabla 4. Clasificación de los fungicidas por grupos químicos.	45
Tabla 5. Dosis recomendadas por el fabricante.	56
Tabla 6. Simbología para el reporte de resultados (Cortés, 2009).....	58
Tabla 7. Tratamientos con Sulfato Tribásico de Cobre (SULTRICOB®).....	61
Tabla 8. Tratamientos con Carbendazim (BAVISTIN®).	63
Tabla 9. Tratamientos con Azosystrobin (BANKIT®).	65
Tabla 10. Tratamientos con Oxicloruro de cobre + Mancoseb	67
Tabla 11. CMI y CML obtenidas con cada tratamiento fúngico.	69



Capítulo I

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, el cultivo de guayaba está cobrando gran importancia, principalmente en México, al contar actualmente con una superficie de 19, 722 ha distribuidas en los estados de Aguascalientes, Michoacán y Zacatecas. En Michoacán, el cultivo de guayaba se vincula a un grupo considerable de productores con 6, 288 ha sobresaliendo como primer productor en el país al abarcar el 41 % de la producción nacional con cerca de 16.2 toneladas por hectárea de fruto producido anualmente. En el territorio mexicano la mayor producción de guayaba es destinada al para consumo en fresco, de tal forma, que se utiliza del 87 al 92 %, mientras que para la industria es del 8 al 13 %. (ASERCA, 1998; Cortés, *et al.*, 1994, Rivera, 1999). Los alcances comerciales del fruto de guayaba han estado en constante desarrollo lo que hace que aumente la demanda en su cultivo para lograr la satisfacción del mercado nacional e internacional. La guayaba es un fruto tropical y su planta como tal, pertenece a la familia de las Mirtáceas, las hay dulces, semiácidas y ácidas; generalmente son de forma redondeada, no muy grande aunque pueden ser globulares, ovoides o piriformes y tener de 2.5 a 15 cm de diámetro longitudinal (William y Harold, 1963).

El fruto posee importantes propiedades nutrimentales principalmente su alto contenido de Vitamina C (superior 5 veces al de los cítricos, condición que caracteriza a la guayaba como la reina de la Vitamina C), otras Vitaminas (A, tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B3 y G4), minerales (como calcio, fósforo y hierro), contenido de hidratos de carbono, además de fibra y bajo contenido de grasas. Estas características le han conferido gran aceptación e integración en la dieta humana, ya que en la actualidad además de su consumo en fresco se utiliza para la industria en la producción de alimentos, bebidas y productos farmacéuticos (Mata y Rodríguez, 2000; INIFAP, 2002).

Sin embargo, pese a todos los valores nutrimentales y a la alta producción nacional de este fruto, no se tiene un pleno conocimiento del control apropiado de las enfermedades que presenta sobre todo en regiones con temperaturas y humedades relativas elevadas, tal es el caso de la antracnosis, causada por el hongo cosmopolita *Colletotrichum gloeosporioides*, siendo la mayor causa de pérdidas en poscosecha en el cultivo de la guayaba (Fitzell y Peak, 1984), por afectar al fruto disminuyendo sus características sensoriales, lo que impide una óptima comercialización y desde luego la pérdida de su valor comercial.

Por lo anterior, se recurre generalmente a las buenas prácticas de manejo del fruto durante la cosecha y su posterior almacenamiento, además de hacer uso del control químico, tal es el caso del uso de fungicidas sintéticos (sistémicos y protectores), para el control de las enfermedades vegetales. Así, el objetivo del presente estudio fue realizar el asilamiento del hongo fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides* causante de antracnosis en el fruto de guayaba (*Psidium guajava*) de la región de Zitácuaro, Michoacán y demostrar su sensibilidad hacia fungicidas comerciales, así como, determinar concentraciones mínimas inhibitorias y mínimas letales del fungicida hacia el hongo.

II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1. IMPORTANCIA ECONÓMICA Y PRODUCCIÓN DE LA GUAYABA

Psidium guajava L.

La guayaba es un cultivo originario de América Tropical y actualmente se encuentra difundido en todo el mundo. Los países productores de guayaba en el mundo son: Pakistán, Egipto, México, Bangladesh, Estados Unidos, Brazil, Colombia, Malasia, Tailandia, Perú, Sudáfrica, Venezuela, Indonesia y República Dominicana (SAGARPA 2007). Mundialmente, el mercado de este fruto para consumo en fresco es limitado, pese a ello, se puede identificar un mercado potencial para los productos procesados industrialmente, sobre todo en los países desarrollados como América del Norte, Europa, Japón, donde existe una exigencia particular en aspectos de sanidad e inocuidad (Marín M., *et al.*, 2004). Actualmente, en México se cultivan alrededor de 23, 387 ha de guayaba. Siendo los estados de Aguascalientes, Zacatecas, Michoacán y el Estado de México los principales productores de este fruto (SAGARPA 2007).

Michoacán ocupa el 1er lugar en producción de guayaba con una superficie superior a las 7,000 hectáreas que ocupan las zonas productoras de los municipios de Zitácuaro, Tuxpan, Jungapeo y Benito Juárez, (<http://www.sagarpa.gob.mx/dlg/michoacan/agricultura/fomento/cultivos/cultivoguyaba.html>).

1.1. CLASIFICACIÓN BOTÁNICA.

Las guayabas (*Psidium spp.*) son un género de especies de arbustos tropicales y árboles pequeños en la familia *Myrtaceae*, representada por más de 3000 especies de árboles y arbustos de áreas tropicales y subtropicales de todo el

mundo. Originalmente, es nativa del Caribe, América Central, América del Norte y el norte de Sudamérica (Encarta 2008). Por otro lado, el género *Psidium* comprende aproximadamente 150 especies dentro de ellas se encuentra *Psidium guajava* L. Etimológicamente, deriva del "psidion", granada, por la aparente semejanza entre ambos frutos. (Mata y Rodríguez, 2000).

1.1.1. DESCRIPCIÓN DE LA PLANTA.

El guayabo es un árbol o arbusto pequeño que no supera los 5 m de altura, tronco de corteza escamosa de color marrón grisáceo, con ramillas cuadrangulares, hojas coriáceas, opuestas de 7 a 15 cm de longitud. Envés pubescente y nerviación destacada con 10 a 20 pares de nervios laterales perforadas de yemas, normalmente crecen en longitud, con flores blancas que nacen en la base de las hojas de 1 a 3 por nudo, en las ramas más jóvenes, con gran cantidad de estambres y un solo pistilo, axilares, solitarias o en pequeños grupos de unos 2.5 cm de diámetro sobre pedúnculos delgados (Mata y Rodríguez, 2000).

La lámina de la hoja contiene alta cantidad de cloroplastos, junto con la epidermis superior e inferior. El espacio aéreo interno de las hojas está directamente conectado con el aire externo a través de pequeños poros o estomas rodeados de dos células oclusivas que abren y cierran el estoma (Bailey y Jeger, 1992).

1.1.2. DESCRIPCIÓN DEL FRUTO.

El fruto, es el resultado del desarrollo de diversos tejidos florales y del tallo de soporte llamado receptáculo que sigue a la fertilización. Es una baya esférica, globosa, elipsoidal o piriforme, con tamaño variable según la variedad, es

averrugado o liso, densamente punteado, brillante con 5 a 12 cm de largo y 5 a 7 cm de ancho, su peso va de 30 a 225 g es el resultado conjunto de las paredes del receptáculo y de los tejidos del ovario, conservando en el ápice los restos del cáliz y aún del pistilo. Su cáscara es cerosa en algunas variedades, de piel lisa, otras rugosa y de un color que va de verde a amarillento según la especie y su grado de maduración (Mata y Rodríguez, 2000).

Durante la maduración del fruto, se puede ver favorecido el crecimiento de algunos fitopatógenos que se encuentran en etapa de latencia como el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*. La presencia de compuestos antifúngicos preformados: 1-acetoxi-2-hidroxi-4-oxo-heneicososa-12, 15-dieno y el 1-acetoxi-2,4-dihidroxi-n-heptadeco-16-eno, inhiben la colonización temprana por fitopatógenos en frutos en maduración. Estos compuestos disminuyen por un aumento en la actividad de la enzima lipooxigenasa (Zamora *et al.*, 2001), propia de los microorganismos invasores y permiten que se desencadene su actividad patogénica. Las infecciones permanecen inmóviles hasta que la fruta madura y causa el desarrollo de síntomas y pérdidas sustanciales en el almacenamiento y comercialización (Freeman *et al.*, 1998).

1.2. COMPOSICIÓN QUÍMICA.

Indudablemente el mayor valor nutritivo de la guayaba radica en su alto contenido de ácido ascórbico (Vitamina C), alrededor de 300 mg/100 g en el mesocarpio (Tabla 1.), destacando también su alto contenido de Vitamina A, así como de fibra (Marín, 1998).

Tabla 1. Composición química del fruto de la guayaba.

Composición química (%)		Contenido vitamínico (unidades)	
Agua	77.00	Vitamina A	200
Proteínas	9.50	Vitamina B3	40
Grasa	0.45	Vitamina C	300
Azúcar	8.85	Vitamina G4	35
Carbohidratos	2.85		
Fibra	8.15		

Tomado de: <http://www.cnp.go.cr>

1.2.1. PROPIEDADES MEDICINALES Y NUTRICIONALES.

A este fruto se le atribuyen principalmente la propiedad de hidratar debido a la gran cantidad de agua que poseen, siendo ideal para las dietas por su bajo valor calórico, proteínas y grasas. Su contenido de vitamina C es muy superior a cítricos como la naranja, llegando a contener proporciones siete veces superiores, por lo que cumple con varias funciones principalmente el fortalecimiento del sistema inmunológico (Suntornsuk, 2002). Además aporta vitaminas del grupo B como B3 (niacina) que es fundamental para la utilización de los denominados “principios inmediatos” que poseen las pocas cantidades de grasas, proteínas e hidratos de carbono. Por su aporte de β -caroteno (compuesto liposoluble fuertemente pigmentado de rojo, anaranjado, o amarillo), ayuda a la visión, beneficiando la formación de dientes, huesos, o el correcto mantenimiento de mucosas, cabello, piel. El sistema nervioso se ve protegido y regulado por la participación e integración de potasio en su ingestión; ayudando además en todo lo relacionado con las funciones musculares, teniendo como ventaja el fortalecimiento del sistema cardiovascular (Yamashiro *et al.*, 2000). La guayaba, actúa como un leve laxante por el aporte de fibra, esta última reduce el riesgo de infecciones, alteraciones y otro tipo de enfermedades (<http://www.nutricion.pro/04-06-2008/alimentos>).

1.2.2. CLASIFICACIÓN DE LA GUAYABA DE ACUERDO AL CODEX ALIMENTARIUS.

Esta Norma se aplica a las variedades comerciales de guayabas obtenidas de *Psidium guajava L.*, de la familia *Myrtaceae*, que habrán de suministrarse frescas al consumidor, después de su acondicionamiento y envasado. Excluyendo a las guayabas destinadas a la elaboración industrial. La clasificación y criterios de calidad, se determinan por varios aspectos, tales como color, tamaño, estado fitosanitario, el peso promedio que oscila entre los 100 y 165 g (CODEX STAN 215-1999, EMD. 1-2005).

1.2.2.1. Clasificación por categorías.

Las guayabas se clasifican en tres categorías, según se definen a continuación (CODEX STAN 215-1999, EMD. 1-2005):

- Categoría “Extra”

Las guayabas de esta categoría deberán ser de calidad superior y características de la variedad y/o tipo comercial. No deberán tener defectos, salvo defectos superficiales muy leves siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase.

- Categoría I

Las guayabas de esta categoría deberán ser de buena calidad y características de la variedad y/o tipo comercial. Podrán permitirse, defectos leves, siempre y cuando no afecten al aspecto general del producto, su calidad, estado de conservación y presentación en el envase:

- ✓ Defectos leves de forma o coloración.

- ✓ Defectos leves de la piel debidos a raspaduras y otros defectos superficiales, tales como quemaduras producidas por el sol, manchas y costras, que no excedan del 5 % de la superficie total.

- Categoría II

Esta categoría comprende las guayabas que no pueden clasificarse en las categorías superiores, pero satisfacen los requisitos mínimos especificados ya mencionados. Podrán permitirse, los siguientes defectos, siempre y cuando las guayabas conserven sus características esenciales en lo que respecta a su calidad, estado de conservación y presentación:

- ✓ Defectos de forma y coloración.
- ✓ Defectos de la piel debidos a raspaduras y otros defectos, tales como quemaduras producidas por el sol, manchas y costras, que no excedan del 10 % de la superficie total.

En ningún caso los defectos deberán afectar a la pulpa del fruto (CODEX STAN 215-1999, EMD. 1-2005).

1.2.2.2. Clasificación por calibres.

El calibre se determina por el peso o el diámetro máximo de la sección ecuatorial o central del fruto, conforme a lo siguiente:

Tabla 2. Clasificación por calibres del fruto de guayaba.

Código del calibre	Peso (g)	Diámetro (mm)
1	> 450	> 100
2	351 – 450	96 – 100
3	257 – 350	86 – 95
4	201 – 250	76 – 85
5	151 – 200	66 – 75
6	101 – 150	54 – 65
7	61 – 100	43 – 53
8	35 – 60	30 – 42
9	< 35	< 30

Tomado de: CODEX STAN 215-1999, EMD. 1-2005.

1.2.2.3. Clasificación por peso.

El fruto también puede ser clasificado de acuerdo a su peso en las siguientes categorías:

Tabla 3. Clasificación por peso del fruto de guayaba.

Categoría	Peso (g)
Extra	> 100
Primera	75 – 100
Segunda	50 – 75

Tomado de: <http://www.aguascalientes.gob.mx/codagea/>

Tomando en consideración la norma antes citada, en la mayoría de las ocasiones en donde los frutos no reúnen las características de calidad adecuadas para ser ubicados en categorías altas, existe una marcada tendencia de culpar al empaque inadecuado de los altos niveles de deterioro del fruto, sin anteponer un análisis detallado de toda la cadena de manipulación y mercadeo, en donde se dan pérdidas considerablemente altas, siendo poco probable que un cambio en el envase dé como resultado una disminución significativa del deterioro del fruto, si no se mejoran al mismo tiempo las técnicas de cosecha, la manipulación en el campo, clasificación adecuada de calidad y el sistema de transporte. **Por ende, es necesario el introducir nuevos tipos de envase que permitan mejorar las técnicas de manipulación a lo largo de toda la cadena de mercadeo** (<http://www.fao.org/docrep/>).

1.3. ÍNDICES DE CALIDAD.

Como indicativo primordial de la calidad de la guayaba, se tiene al color, el cual, es un buen indicador de aspectos como la madurez, tamaño, y forma. Sin embargo, pueden ser importantes para mercados otros factores tales como ausencia de defectos, insectos, pudrición, firmeza, grado de arenosidad (debido a la presencia de células pétreas), color del mesocarpio (que depende del cultivar y puede ser blanco, amarillo, rosa o rojo); cantidad de semillas en el endocarpio (que entre menor sea la cantidad de semillas, el fruto es de mayor calidad), intensidad del aroma, sólidos solubles y la acidez. Completando así, los indicativos que permiten establecer la calidad del fruto (Añorga, 1999).

2. REQUERIMIENTOS ECOLÓGICOS EN EL CULTIVAR DE GUAYABA.

El guayabo se adapta a diferentes condiciones climáticas, pese a su origen trópico, sin embargo, su área ecológica "ideal" es la franja Ecuatorial con límites al

paralelo con 30° de cada hemisferio. Respecto a la altitud, se encuentra desde el nivel del mar hasta los 1500 m ignorando si la altitud afecta la calidad del fruto (Mata y Rodríguez, 2000).

2.1. CLIMA Y SUELO.

- Clima: la precipitación óptima oscila entre los 1000 y los 3800 mm de lluvia anual. Lo que le permite como fruta tropical producir todo el año, por lo que se recomienda el riego en la época seca. Produce desde los 0 m sobre el nivel del mar hasta los 1100 m. Las temperaturas recomendadas para buenas producciones oscilan entre los 15.5 y 34 °C inclusive, a temperaturas menores de 3.2 °C la planta sucumbe (Zeledón y Wan, 1994).
- Suelo: para la obtención de fruta de calidad, se prefieren suelos fértiles, profundos, bien drenados y ricos en materia orgánica. A pesar de que el guayabo produce en casi cualquier tipo de suelo, lo ideal son aquellos con pH entre 5 y 7, aunque se conoce de cultivos moderadamente alcalinos en pH de 7.6 a 8.2 (Zeledón y Wan, 1994).
- Zonas de cultivo: en México se puede producir en casi cualquier parte del territorio nacional, siempre y cuando, se cuente con el riego y un buen manejo agronómico. Generalmente se siembra a principios del invierno para aprovechar el agua de la lluvia, sin embargo, si se cuenta con buen riego se puede sembrar en cualquier época del año (Zeledón y Wan, 1994).

3. MANEJO DEL CULTIVO.

Los nutrimentos son añadidos o removidos de manera continua del suelo mediante diversas vías. La fertilidad de un suelo depende de las tasas relativas de

adición y remoción de las sustancias nutritivas. Otros factores que afectan la cantidad y disponibilidad de los nutrimentos en el suelo son el pH, el contenido de oxígeno y la capacidad de intercambio iónico (Bidwell, 1979).

3.1. FERTILIZACIÓN DEL SUELO.

La aplicación de fertilizantes es una práctica precosecha necesaria en la plantación ya que entre otros, controla la floración y regula el ciclo de producción de frutos, siempre y cuando este sea utilizado de manera adecuada. La fórmula de fertilizante que se aplica es variable, debiendo tener un balance entre los principales macronutrientes destacando el Nitrógeno-Fósforo-Potasio (N-P-K), se debe tomar en cuenta el tipo de suelo, edad, producción y el cultivar a tratar. La carencia de alguno de estos elementos mayores, ocasionan la reducción en el crecimiento de la planta, en el tamaño y rendimiento de abonos y fertilizantes (Mata *et al.*, 2000).

Además de los elementos mayores de la estructura orgánica como el carbono, hidrogeno y oxígeno dispuestos por el aire y el agua, los fertilizantes contienen gran variedad de elementos tales como el nitrógeno, azufre, calcio y algunos metales como componentes de enzimas (Cu^{++} , Fe^{++} , etc.) (Bidwell, 1979).

En general, las cosechas extraen nutrientes del suelo en forma variable según los cultivos. Los nutrientes extraídos deben ser repuestos continuamente para evitar el empobrecimiento o la pérdida de la fertilidad. Esta reposición se realiza mediante el aporte de abonos naturales (materia orgánica, guano) y fertilizantes químicos, que deben aplicarse según las necesidades de los cultivos, pues de otra manera surgen problemas de contaminación y degradación de los suelos (<http://www.peruecologico.com.pe/>).

3.2. RIEGO.

El "calmeo", consiste en suspender el riego una vez terminada la cosecha para provocar un estrés a la planta, respondiendo ésta a la abscisión de sus hojas y la entrada de quiescencia. La maduración del fruto de guayaba, se inicia entre los seis y ocho meses después del primer riego, por lo que este debe aplicarse siete meses antes de la fecha en que se desea obtener la producción. Para estimular nuevamente la brotación del árbol, el primer riego debe acompañarse de una fertilización al suelo (Agostin *et al.*, 1992).

3.3. PODA.

Las ramas terminales se someten a un ligero despunte o pinchado, con lo cual se rompe la dominación apical y se permite que las dos yemas axiales más próximas broten. Estos crecimientos nuevos, son potencialmente productivos, ya que posteriormente florecen, dando lugar consecutivamente al fruto. El tiempo transcurrido desde que se realiza la operación de poda hasta la cosecha es de aproximadamente siete meses (Mata y Rodríguez, 2000).

4. MICROBIOLOGÍA DE FRUTOS.

Todas las plantas poseen una microflora resistente, su fuente de nutrientes provienen de las trazas de carbohidratos, proteínas y sales inorgánicas disueltas en el agua que se condensa de la atmósfera o bien, que es liberada por la planta. El origen, las características físicas, estructurales y la composición química de los frutos, son determinantes en cuanto al contenido cualitativo y cuantitativo de los microorganismos que se desarrollen en él, los cuales en algunos casos son patógenos para el hombre y los animales (Wood *et al.*, 1991).

Durante su desarrollo en campo, los frutos se mantienen expuestos a la contaminación directa por la tierra, el agua, la fauna y la manipulación humana.

Los frutos suelen estar protegidos por una cubierta externa que les preserva del ingreso de microorganismos; en el caso de la guayaba, existen numerosos antimicrobianos que la protegen de la entrada directa de microorganismos, aunque el daño mecánico al cual se pueden ver expuestas rompe dicha barrera haciendo al fruto vulnerable (Wood *et al.*, 1991).

4.1. FUENTES Y MECANISMOS DE CONTAMINACIÓN.

Hoy en día, por parte de los consumidores existe una gran demanda en la adquisición de frutas y verduras como parte fundamental de su dieta, dada la importancia que estos tienen a nivel nutricional. Si bien a través del consumo de estos alimentos se obtiene un aporte nutricional importante, se debe destacar que, todo tipo de microorganismos pueden dar lugar a la contaminación de frutas o verduras, desde bacterias patógenas, hasta hongos saprófitos. Sin embargo, la presencia de bacterias no siempre se representa con enfermedad, ya que pueden estar presentes en el fruto causando solamente deterioro de los mismos (García, 2005).

El estado microbiológico de las frutas y verduras y de los productos alimenticios hasta el tiempo de consumo, está en función de su historia desde el cultivo de la tierra, hasta las técnicas utilizadas para su cosecha y comercialización. Durante la precosecha, cosecha y poscosecha, existen diversas oportunidades para que los microorganismos puedan contaminar los alimentos, en general, las prácticas intensivas del cultivo implican inapropiados procesos de control, contribuyendo considerablemente a la rápida extensión de patógenos tanto en el humano como en animales (García, 2005; Fox y Camerón, 2000).

4.2. NATURALEZA DEL DETERIORO CAUSADO POR PATÓGENOS.

Las pérdidas de frutos por causas patológicas pueden ser de naturaleza cualitativa o cuantitativa. Las causas cualitativas típicamente son el resultado de enfermedades localizadas superficialmente sobre el producto, lo cual los hace menos atractivos aún cuando no haya destrucción real del tejido aprovechable. Estas enfermedades son particularmente importantes en frutas y hortalizas de exportación, en las cuales se enfatiza la calidad visual ya que aún daños pequeños pueden tornar el producto inaceptable en el mercado. Debido a un mal manejo en poscosecha, miles de toneladas de frutas y hortalizas frescas se pierden antes de llegar a la mesa de los consumidores. Por su parte, las pérdidas cuantitativas son el resultado de la destrucción rápida y extensiva de tejido en toda la anatomía del producto, causado por microorganismos. En estos casos generalmente ocurre una infección inicial (o primaria) por uno o más patógenos específicos del producto, seguido por la masiva infección secundaria de una gama amplia de microorganismos oportunistas que son débilmente patogénicos pero que se reproducen en el tejido muerto resultante de la infección primaria. Estos invasores secundarios juegan un papel importante en el deterioro al multiplicarse y aumentar el daño causado por los patógenos primarios (<http://www.infoagro.com>).

4.3. PRECOSECHA.

En los productos hortícolas frescos, existen diversos eventos ocurridos antes de la cosecha, mismos que pueden afectar la calidad microbiológica y seguridad final del producto. Probablemente, la selección del lugar de crecimiento de las frutas y verduras, es el factor inicial que afecta de forma directa su inocuidad. Otro factor que puede afectar la microbiología de los frutos, es la fuente del agua, pues la irrigación con agua que tiene una alta probabilidad de estar contaminada con microorganismos patógenos constituye una actividad peligrosa. Las compostas de estiércol usadas por los agricultores, son otro problema, pudiendo contaminar al

ser utilizada como fertilizante de la tierra de cultivo, cuando llega al agua de riego y cuando los animales defecan cerca del cultivo, por contener microorganismos patógenos como *Salmonella*, *Campylobacter* y *Cryptosporidium*, *Escherichia coli* O157:H7 entre otros, que pueden mostrar una resistencia especial en este material (Cabrera, 2007). Además, la inundación también puede afectar la calidad microbiológica de las tierras de cultivo, ya que el agua de ésta, puede ser contaminada con desechos animales y a su vez contaminar tierras de cosecha (Fernández y Artes, 2000).

4.4. DURANTE LA COSECHA.

La contaminación microbiana directa o indirecta de frutas y verduras antes y durante las actividades de recolección, puede ocurrir como resultado del contacto directo con la tierra, los fertilizantes, agua, los trabajadores o bien, el equipo de recolección. Cualquiera de estos elementos constituye una fuente potencial de microorganismos patógenos. El agua que se usa en la cosecha se asocia con numerosas actividades sobre el terreno, incluyendo, el riego, la aplicación de plaguicidas y fertilizantes, el enfriamiento de las frutas y verduras y la regulación de las heladas. La higiene de los trabajadores, es una de las principales causas de contaminación a través del uso de las manos durante el corte o empaque de frutas y verduras en los campos o huertos, siendo necesario adecuar las condiciones sanitarias de los trabajadores, incluyendo buenas instalaciones con el mismo fin, haciendo conciencia sobre el buen uso de estas últimas (Fernández y Artes, 2000).

Las frutas y verduras, frecuentemente entran en contacto con el equipo de cosecha (cuchillos, machetes, recortadoras, tijeras, guantes), contenedores, cajas, remolques y camiones de transporte, etc. El equipo y los contenedores usados durante las operaciones de cosecha, son frecuentemente hechos de madera, siendo difícil su sanitización, teniendo como principal problema, que la tierra del

campo se incrusta en estos y puede ser potencial fuente de contaminación (Mata y Rodríguez, 2000).

4.5. PATÓGENOS POSCOSECHA Y SUS REQUERIMIENTOS.

Los patógenos más importantes que causan pérdidas poscosecha de frutas y hortalizas son normalmente las bacterias y los hongos; sin embargo, algunos roedores e insectos pueden contribuir a las pérdidas directamente al causar daño mecánico, indirectamente transmitiendo y creando vías de entrada para los patógenos, y ocasionalmente como agentes de riesgo cuarentenario. Las bacterias son a menudo la causa más importante de deterioro en las hortalizas (*Erwinia spp.* y *Pseudomonas*), (Cabrera, 2007). Con mayor frecuencia los hongos son los causantes del deterioro patológico de frutas y productos subterráneos (raíces, tubérculos, cormos, etc.), siendo los más comunes algunas especies de *Alternaria*, *Botrytis*, *Diplodia*, *Monilinia*, *Penicillium*, *Colletotrichum*, *Phomopsis*, *Fusarium*, *Rhizopus* y *Mucor*. Los microorganismos producen estructuras especializadas que deben ser depositadas sobre el producto para poder penetrar, invadir y eventualmente colonizar masivamente el tejido provocando la pérdida del producto y causando daño económico. Estos procesos de contaminación requieren de condiciones húmedas para que la mayoría de los hongos y bacterias puedan germinar y penetrar el tejido del producto (<http://www.infoagro.com>).

Desafortunadamente, esas condiciones con frecuencia existen en los ambientes en los cuales se manipulan los productos. Los hongos y las bacterias son contaminantes y deterioradores que se deben controlar durante el periodo poscosecha de frutas y hortalizas frescas. Adicionalmente, los hongos presentes durante el período poscosecha generalmente muestran crecimiento óptimo de 20 a 25 °C, dependiendo de la especie, aunque algunos de ellos responden a temperaturas ligeramente superiores. La presencia de daños mecánicos en la superficie del producto, es casi un requisito obligatorio para el desarrollo de muchas enfermedades causadas por hongos durante la etapa poscosecha, debido

a que son la vía para penetrar al interior; sin embargo, ciertas especies de hongos son capaces de penetrar directamente la piel de hojas, tallos y frutos y causar el mismo daño. En el caso de las bacterias, la única vía de entrada al interior de las frutas y hortalizas es a través de heridas y de aberturas naturales existentes. Como resultado de lo anterior, la mayoría de las infecciones poscosecha de frutas y hortalizas ocurren como consecuencia de los daños en su integridad física ocasionadas durante y después de la cosecha (<http://www.infoagro.com>).

4.6. PRÁCTICAS RECOMENDADAS PARA REDUCIR PÉRDIDAS EN POSCOSECHA.

- Buen manejo del cultivo en el campo y durante la cosecha.

El control de las pérdidas poscosecha causadas por hongos y bacterias se inicia en el campo. Está demostrado que cualquier práctica orientada a minimizar el estrés del producto cuando está en el campo contribuye posteriormente a asegurar la durabilidad poscosecha de dicho producto. Esto incluye principalmente una adecuada nutrición, suministro adecuado de agua, buen control de plagas y enfermedades (por su efecto en la reducción de fuentes de inóculo), cosecha en el grado de madurez apropiada, buen manejo durante la cosecha y rápida iniciación de la cadena fría (Allende *et al.*, 2003).

- Tratamientos químicos.

Después de la cosecha, las frutas y verduras que lo permiten deberán ser lavadas y tratadas con químicos desinfectantes. El agua de lavado debe ser cambiada con frecuencia y las soluciones desinfectantes deben ser monitoreadas constantemente para mantener la fuerza germicida deseable. El cloro es el desinfectante de amplio espectro utilizado universalmente y con frecuencia se utilizan fungicidas para prevenir específicamente el daño provocado por hongos (Allende *et al.*; 2003).

- Medidas fitosanitarias en ambientes poscosecha.

El mantenimiento de buenas condiciones sanitarias en el almacenamiento es esencial para minimizar la contaminación por microorganismos patógenos y por mohos oportunistas que crecen sobre la superficie de los empaques, paredes y del cielo raso de los cuartos en los cuales prevalecen condiciones de alta humedad relativa. Estos mohos superficiales, aunque generalmente no pudren las frutas y vegetales como agentes primarios, si pueden tener un efecto indeseable al producir etileno y otros volátiles que aceleran la senescencia e inducen sabores raros al producto, o pueden eventualmente actuar como patógenos secundarios. Para reducir la presión de inóculo y las probabilidades de infección, se deben implementar buenas prácticas fitosanitarias en las áreas en las cuales el producto está siendo almacenado, manipulado y/o transportado. Residuos de producto que pudieran albergar inóculo deberán ser eliminados. Las herramientas, cajas, edificios, etc., deberían ser limpiados o esterilizados antes de su uso. Así mismo, debe tenerse extremo cuidado en el manejo del producto en el cual ya hay deterioro patológico evidente, separando el material descompuesto para evitar la diseminación de propágulos; ese material debe descartarse inmediatamente, llevándolo a sitios en los cuales no represente peligro como fuente de inóculo (Allende *et al.*, 2003).

- Empaques protectores.

Los empaques para almacenamiento y para transporte deben proteger el producto de magulladuras de impacto, de compresión y de roces. Sin embargo, hay que considerar que la humedad que se condensa usualmente en el interior de los paquetes puede promover el desarrollo de pudriciones y de mohos superficiales (Allende *et al.*, 2003).

- Manejo de la temperatura.

El enfriamiento inmediatamente después de la cosecha para eliminar el calor de campo y posteriormente el mantener el producto en refrigeración es el método más efectivo para retardar el deterioro de la mayoría de las frutas y hortalizas, ya

que se retrasa el envejecimiento natural, la producción de calor resultante de la respiración, la producción de etileno, la pérdida de agua y la descomposición debido a la invasión por microorganismos. Un empaque adecuado y el mantenimiento de la cadena fría prolonga la vida poscosecha de las frutas frescas. En general, no es posible mejorar la calidad de frutos y hortalizas después de la cosecha y su irreversible deterioro comienza usualmente inmediatamente después de que el producto es cosechado. Entre más cuidadosamente es manejado un producto, más lenta será la tasa de deterioro durante las siguientes operaciones poscosecha (<http://www.infoagro.com>). El buen manejo poscosecha reduce las pérdidas del producto y mejora los ingresos de los productores.

5. CARACTERÍSTICAS DE LAS ENFERMEDADES FÚNGICAS EN CULTIVOS.

Más de las tres cuartas partes de las pérdidas por enfermedades de las plantas, se deben a los hongos. Los hongos parásitos que dañan a las plantas son dos tipos básicos según su biología: necrótrofos que matan las células del hospedante desde las etapas tempranas en el curso del parasitismo y los biótrofos que infectan células que permanecen vivas y aparentemente sanas de donde obtienen sus nutrimentos (Deacon, 1988).

5.1. CARACTERÍSTICAS DE LAS ENFERMEDADES FÚNGICAS.

Aunque las características de las enfermedades fúngicas pueden ser muy diversas dependiendo del patógeno, todas tienen en común la dificultad en el control de las mismas. Esto es debido, principalmente, a que los hongos son extremadamente sensibles a las condiciones medioambientales y exhiben una alta capacidad de adaptación y de colonización de diferentes nichos ecológicos, pudiendo atacar cualquier parte de la planta y en casi cualquier estado de crecimiento, incluso durante el almacenamiento a bajas temperaturas. El inicio y

el mantenimiento de una infección producida por hongos dependen de una compleja secuencia e interacción de sucesos biológicos, tales como la producción, la dispersión, la patogenicidad y la capacidad de supervivencia de los inóculos. Cada evento está predispuesto y determinado por conjuntos de factores ambientales y agrícolas, como temperatura, lluvia, humedad, protección de la cosecha y nutrición (Femenía, 2007).

Que la enfermedad provocada por hongos se traduzca en lesiones agresivas, no agresivas o en latencia viene determinado por los mecanismos de resistencia del huésped, la edad fisiológica de los tejidos infectados, la disponibilidad y el contenido tanto de nutrientes como de agua del suelo y de los tejidos, además de otros factores relacionados con el clima y el tipo de cultivo. Sin embargo, algunas prácticas de cultivo, como la irrigación, aplicación de fertilizantes y de fungicidas pueden, potencialmente, predisponer hacia la enfermedad; al igual que existen factores conocidos que predisponen las cosechas hacia la patogénesis, hay otros que permiten a las plantas evitar la infección y sus consecuencias. Por lo tanto, el control de una epidemia puede sólo realizarse mediante la integración de una amplia variedad de prácticas racionales de gestión de las cosechas (Magnus, 2002).

5.2. HONGOS PROPIOS DE LA GUAYABA QUE DAÑAN LA RAÍZ.

Seta de la pudrición radical, el agente causal es el *Citocybe tabescens* y afecta a muchas especies de árboles, puede vivir como saprófito en la madera de troncos y raíces de árboles muertos. Los síntomas son declinación general y una lenta marchites que es originada por varios géneros y especies reportados que atacan el sistema radical. Como *Fusarium solana*, *Fusarium oxisporium* y *Macrophomina phaseoli*, ésta última ataca al sistema radical mientras que la primera infecta la vegetación sobre el suelo y la región superior del sistema radical (Mata y Rodríguez, 2000).

5.3. HONGOS PROPIOS DE LA GUAYABA QUE DAÑAN LA ESTRUCTURA DEL ÁRBOL.

El fitopatógeno *Botryosphaeria ribis*, es el responsable de la quebradura en la corteza, semejante a un parche de tejido rugoso muerto donde se pueden observar estructuras de hongos negros en las áreas de lesión. El tizón del hielo es originado por *Pellicularia koleroga*, que produce una especie de cuerdas café sobre las hojas y ramas. La pudrición por herida, es provocada por *Polyporus versicolor*, es un hongo macroscópico con semidiscos protuberantes. La marchites por *Myxosporium spp.*, es una enfermedad muy destructiva registrada en Taiwán, originada por el hongo *Myxosporium psidii* y los primeros síntomas aparecen en la punta de los árboles (Mata y Rodríguez, 2000).

5.4. HONGOS PROPIOS DE LA GUAYABA QUE DAÑAN LA HOJA.

El moho oscuro causado por *Alternaria psidii* o *Meliola psidii*, se presenta oscurecimiento superficial que cubre las hojas (Allende-Molar *et al*; 2003). El moteado de las hojas, es originado por *Cercospora psidii*, presentado como manchas circulares en el centro gris y produce cuerpos fructíferos. El tizón, su agente causal es *Puccinia psidii*, se presenta en la superficie de las hojas como una mancha café amarillenta que parece un volcán en miniatura. Las esporas del hongo son polvorientas y son desprendidas de las manchas de la lesión (Mata y rodíguez, 2000).

5.5. HONGOS PROPIOS DE LA GUAYABA QUE DAÑAN EL FRUTO.

Los primeros daños son presenciados en las huertas, y llegan a ser graves después de la cosecha. La pudrición del pedúnculo es causada por el hongo *Botryodiplodia spp.*, Iniciando su infección en el campo con la pudrición en el

pedúnculo extendiéndose uniformemente al principio como un pequeño círculo café que se vuelve más oscuro cuando la enfermedad avanza más hasta que ablanda completamente al fruto, dándole un olor rancio y desagradable. La pudrición del pedúnculo final, es originada por *Phoma spp.*, y se encuentra en regiones con alta precipitación. El área que circula al pedúnculo del fruto, se torna café ligero hasta negro donde se localizan las estructuras negras de fructificación. Pudrición de la corona, el agente causal es el hongo *Dothiorella spp.*, la pudrición se inicia en la corona como una pequeña mancha café que se vuelve más oscura cuando avanza la enfermedad. El tejido se pone blando y la pulpa presenta olor desagradable (López, 2008). En el caso del clavo, el agente causal es el *Pestalotia spp.*, pero puede ocasionar una infección múltiple el *Cytosporina spp.*, cuando el fruto maduro ya ha sido infectado con *Pestalotia spp.*, los síntomas característicos son el desarrollo de manchas o costras y la malformación de frutos jóvenes tienen el aspecto de pústulas negras, mismas que se reproducen en un gran número. Por otra parte, la enfermedad llamada Glomerella, es ocasionada por *Glomerella cingunata*, considerada en Puerto Rico como la enfermedad que más daños ocasiona en el fruto de guayaba, su parasitismo origina la momificación, el oscurecimiento de los frutos en vías de desarrollo y la pudrición de los ya maduros, caracterizada por el cambio de color del fruto de amarillo a amarillo oscuro y finalmente a un tono oscuro en la totalidad del fruto (Mata y Rodríguez, 2000). La *Glomerella cingunata*, es el telemorfo del *Colletotrichum gloeosporioides*, el agente causal de la antracnosis, principal enfermedad del fruto de guayaba (Agostin, 1992).

6. *Colletotrichum gloeosporioides* AGENTE ETIOLÓGICO DE ANTRACNOSIS EN GUAYABA.

La hongo *Colletotrichum spp.*, es considerado el principal agente causal del deterioro en precosecha y poscosecha de muchos frutos tropicales y subtropicales (Bernstein *et al.*, 1995); de acuerdo con numerosas investigaciones, la gran

mayoría de estas enfermedades se atribuyen a ataques del hongo *C. gloeosporioides* (Zulfigar *et al.*, 1996), sin desconocer que también causa daños en otros tejidos de la planta; sin embargo, es durante la poscosecha donde mayores pérdidas económicas se generan en todo el mundo (Ploetz y Prakash, 1997).

6.1. TAXONOMÍA.

Según (Arauz, 2000); la antracnosis en guayaba es causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* (en su estado anaformo), y por *Glomerella cingulata* (Telemorfo), (Zulfigar *et al.*, 1996).

- Estado Telemorfo:

REINO	Fungi
SUBDIVISIÓN	Ascomicotyna
CLASE	Pyrenomicetos
ORDEN	Sphaeriales
GÉNERO	<i>Glomerella cingulata</i>
ESPECIE	<i>cingulata</i>

- Estado Anamorfo:

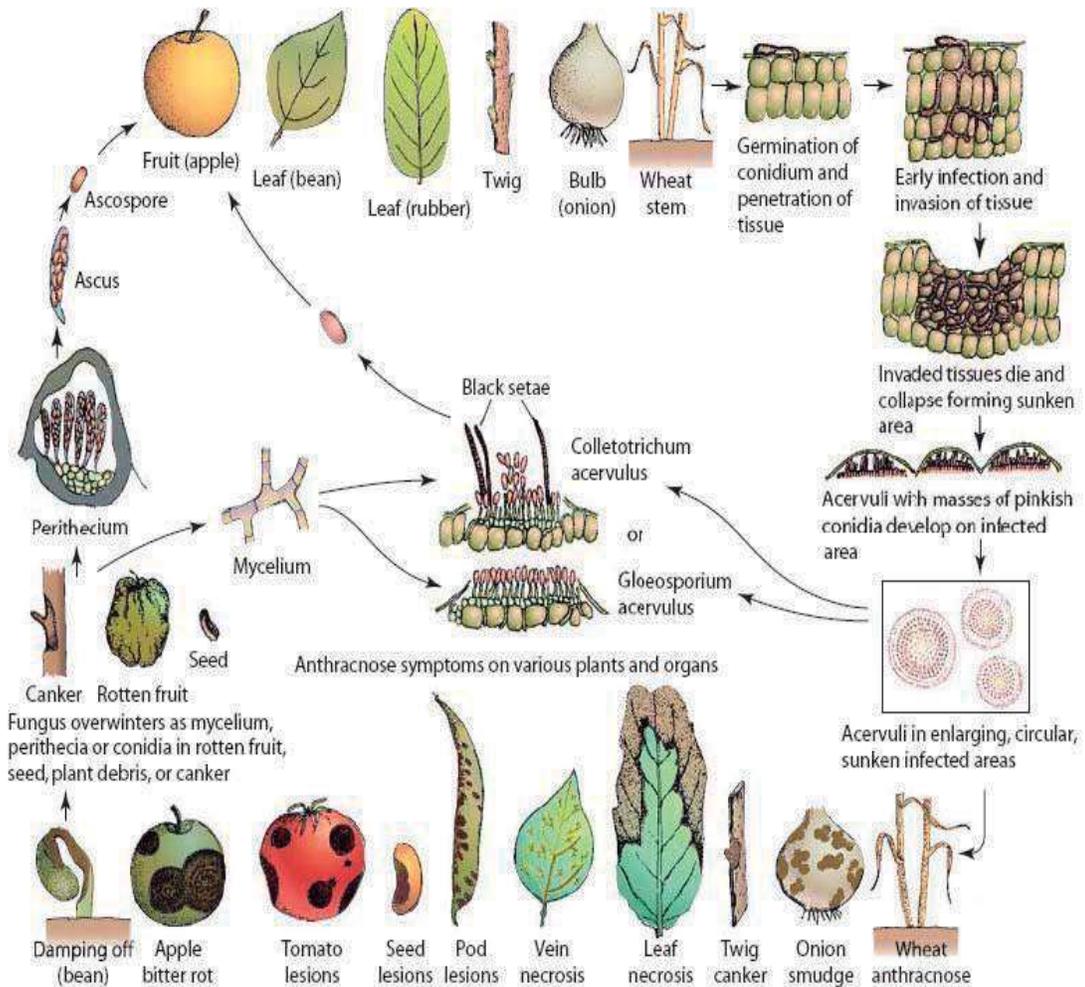
REINO	Fungi
SUBDIVISIÓN	Deuteromicotina
CLASE	Deuteromycetes
ORDEN	Melanconiales
GÉNERO	<i>Colletotrichum</i>
ESPECIE	<i>gloeosporioides</i>

6.2. CICLO DE LA ENFERMEDAD Y EPIDEMIOLOGÍA.

El hongo produce acérvulos (estructuras en forma de disco) en el exterior de las lesiones. Los acérvulos contienen muchos conidióforos cortos y cilíndricos que llevan conidias hialinas, pequeñas, ovoides (3 - 6 x 2 - 8 μm) con membranas mucilaginosas y una o dos manchas refringentes. En agua, las conidias producen tubos germinativos que rápidamente se fijan al sustrato. En otoño, cesa la producción de acérvulos y se forman los esclerocios en el borde de las lesiones de los brotes, estructuras principales que sobreviven durante el invierno. En primavera, se producen las conidias en los esclerocios (Zamora *et al.*, 2001).

En primavera, los esclerocios invernantes producen muchas conidias cuando llueve durante 24 horas o más y con temperaturas por encima de los 2 °C. Después de eso, 2 mm o más de lluvia diseminan las conidias a los tejidos verdes en donde germinan, causando la infección primaria cuando el agua está presente hasta por lo menos 12 horas. Las conidias pueden germinar e infectar en el intervalo de 2 a 32 °C; el periodo siguiente de incubación varía desde tres días a 2 °C hasta cuatro días a 32 °C (Zamora *et al.*, 2001), (Figura 1.). Teniendo como temperaturas óptimas para el desarrollo de la enfermedad aquellas que van de los 24 a 26 °C (<http://www.bayercropscience.com>).

Figura 1. Ciclo de vida de la enfermedad de antracnosis causada por *Colletotrichum gloeosporioides* y *Glomerella cingulata*.



Tomado de: Agrios 2002.

6.3. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL GÉNERO *Colletotrichum*.

Las especies de hongos fitopatógenos pertenecientes al género *Colletotrichum* presentan una amplia distribución en todos los continentes. Los agrónomos y los fitopatólogos lo consideran como uno de los patógenos más importantes en la agricultura, debido a la diversidad de especies vegetales que pueden ser afectadas y la magnitud de los daños ocasionados sobre las plantas. Entre las especies más agresivas pertenecientes a este género, se pueden destacar: C.

gloeosporioides, *C. acutatum*, *C. coccodes* y otras especies con múltiples huéspedes son *C. lindemuthianum*, *C. capsici*, *C. dematium*, *C. graminicola* y *C. truncatum* (Bailey y Jeger, 1992).

Desde el punto de vista económico, estos hongos causan elevadas pérdidas al sector agrícola de todo el mundo. La mayor incidencia de la enfermedad se presenta en las áreas tropicales y subtropicales del planeta, debido a las condiciones ambientales de estas regiones, con temperaturas que van desde medias a altas, lluvias frecuentes y una humedad relativa significativa, que favorecen la dispersión y el desarrollo del patógeno (Femenía, 2007).

En general, *Colletotrichum* puede atacar todas las partes de las plantas. Las más afectadas son las aéreas (tallos, brotes tiernos, inflorescencias, frutos en formación y en estados avanzados de desarrollo), pero también se han observado ataques en los cuellos de los tallos y en las raíces, aunque son poco frecuentes en algunas especies de vegetales. La enfermedad se presenta en todos los estados de crecimiento, desde la germinación de las semillas hasta las plantas adultas, abarcando especies perennes y anuales de monocotiledóneas y dicotiledóneas (Mejía, 2007).

La enfermedad causada por las diferentes especies del género *Colletotrichum* (teleomorfo *Glomerella*) se conoce comúnmente como antracnosis, y se manifiesta por la aparición de manchas oscuras en hojas (Figura 2.) y frutos, con formas redondeadas u ovaladas, con tamaños variables que pueden oscilar entre un diámetro de 1 ó 2 mm hasta 5 cm, en algunas ocasiones, las lesiones se presentan ligeramente sumidas o poseen un contorno levemente elevado, también pueden presentarse con tonalidades negras o marrones y en otras ocasiones, las infecciones aparecen con coloraciones que van del rojo ladrillo al púrpura (Figura 3.), y posteriormente cambian hacia coloraciones pardas oscuras, hasta adquirir tonalidades muy negras (Figura 4.), (el nombre de antracnosis hace alusión al aspecto visual de las manchas), (Bailey y Jeger, 1992).

Figura 2. Antracnosis afectando a las hojas del guayabo.



Tomado de: <http://www.infojardin.net/>

Es muy común observar en los centros de las lesiones más antiguas algunas masas de esporas de color rosa o rojo. Las esporas se localizan en acérvulos que se distribuyen en formaciones concéntricas simulando anillos bien diferenciados; estas agrupaciones de cuerpos reproductivos son muy notorias en las épocas de alta humedad y constituyen la fuente principal de los inóculos de la enfermedad (Femenía, 2007).

En algunos vegetales, la enfermedad produce una disminución significativa del área foliar, que conlleva a un debilitamiento de las plantas por reducción de la capacidad fotosintética. Los ataques a las inflorescencias y a los frutos en formación ocasionan su caída prematura, lo que conduce a una disminución de la productividad; los brotes tiernos y los tallos en formación de las plantas adultas y jóvenes son afectados drásticamente (Mejía, 2007).

Figura 3. Frutos de guayabo con lesiones típicas de antracnosis.



Tomado de: <http://www.infojardin.net/>

Figura 4. Frutos de guayabo con lesiones graves de antracnosis.



Tomado de: <http://www.infojardin.net/>

El ataque ocasiona, en muchos casos, la muerte del huésped, y los efectos de la enfermedad se ven incrementados por la tendencia del patógeno a causar daños en los frutos durante los procesos de poscosecha, forma de ataque a los vegetales ocasionada por el fenómeno de quiescencia (enfermedad latente), característica del género *Colletotrichum*, para todas las especies del género, el periodo de latencia puede durar mucho tiempo, en este lapso no se observan los síntomas típicos de la enfermedad; las primeras lesiones sólo se manifiestan cuando en los frutos comienza el proceso de maduración. Y el desarrollo del patógeno se dispara con los cambios metabólicos que ocurren durante el periodo de maduración del fruto (Femenía, 2007). En el ataque por parte de los hongos fitopatógenos a los vegetales se ha observado que las plantas despliegan estrategias físicas y químicas orientadas hacia la defensa, y sólo aquellos patógenos que pueden vencer estas barreras logran tener éxito en sus ataques. Gran parte del ataque desplegado por los hongos es fitoquímico y está constituido por enzimas y otros compuestos de estructuras moleculares menos complejas, que son capaces de bloquear o romper las defensas exhibidas por las plantas. El *C. gloeosporioides* produce un arsenal de enzimas pectolíticas, incluyendo la poligalacturonasa del liasa de la pectina, estereasa que mutila pectinasa y pectato liasa, considerando a la especie como uno de los hongos con mayor éxito en su estrategia de ataque a los vegetales sustentado en el desarrollo de la enfermedad y las respuestas defensivas por parte del huésped, ya que, en la mayoría de los casos, la producción de fitoalexinas por parte de las variedades de plantas

resistentes es tardía y sólo se presenta cuando la infección ha avanzado significativamente y el hongo ha invadido las células casi en su totalidad. Esto hace pensar que el repertorio químico empleado por el hongo es muy efectivo y pasa desapercibido por las plantas (Alvis, 1997).

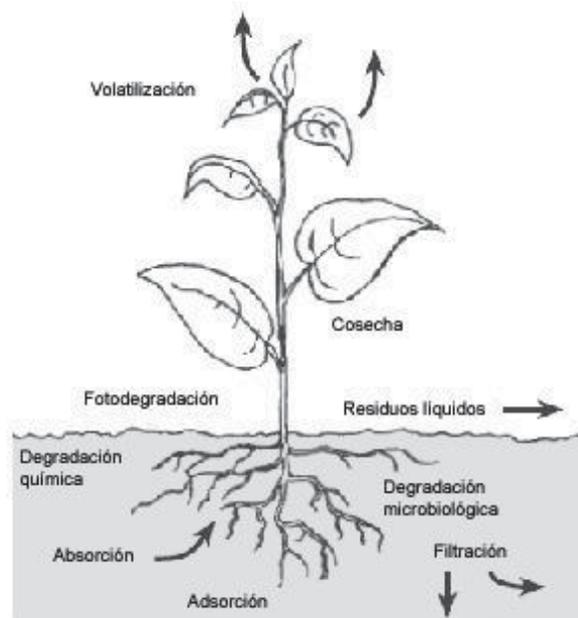
Debido a estas causas, se han sugerido varias hipótesis para explicar el mecanismo de la resistencia de frutas inmaduras tales como: a) los alimentos disponibles para el patógeno se pueden limitar en anfitriones inmaduros, b) los compuestos antifúngicos preformados presentes en frutas inmaduras declinan durante la maduración, c) los compuestos antifúngicos en frutas inmaduras declinan durante la maduración, y d) los factores fungicidas del patógeno se pueden activar principalmente en frutas de maduración debido al pH (Agostin, 1992).

7. TENDENCIAS ACTUALES EN EL DESARROLLO DE NUEVOS MÉTODOS CONTRA EL GÉNERO *Colletotrichum*.

La agricultura en los países desarrollados está sometida a continuos cambios en las preferencias del consumidor y a una mayor preocupación por las consideraciones éticas. La conciencia global de reducir los pesticidas químicos, que están considerados como peligrosos por algunos consumidores, ha favorecido el desarrollo de estrategias de control nuevas, beneficiosas y sostenibles. Muchos pesticidas químicos han sido o están siendo retirados del mercado, (por ejemplo, los insecticidas organoclorados y el bromuro de metilo) debido a su riesgo potencial para la salud humana, a la contaminación ambiental, a efectos en otros organismos no-diana (partes del organismo a los que no afectan determinados productos químicos) o al desarrollo de resistencia a los pesticidas por parte de los patógenos (Volpin, 1983). Una vez que un pesticida es introducido en el medio ambiente, se producen varios procesos (adsorción en el suelo, transferencia y

degradación) que determinan su persistencia, movimiento y destino final (Figura 5.).

Figura 5. Los tres principales procesos que sufren los pesticidas en el medio ambiente son adsorción, transferencia y degradación.



Tomado de: Agricultural Science in Finland (Tauriainen, 1993).

Estos procesos pueden ser beneficiosos, ya que pueden trasladar al pesticida hacia su diana (parte del organismo a los que siempre afectan determinados productos químicos) o destruir los potenciales residuos nocivos que se generen. Sin embargo, algunas veces son perjudiciales, ocasionando un menor control de la enfermedad, afectando a otras plantas y animales, o causando daños medioambientales. Estos procesos pueden ser promovidos o prevenidos por diferentes factores climáticos y prácticas de cultivo (Volpin, 1983).

En la actualidad se están llevando a cabo numerosos estudios sobre nuevos métodos de control de las enfermedades fúngicas, que se pueden clasificar en los siguientes campos de acción: prácticas de cultivo, creación de resistencia en el huésped, control químico (del cual nos compete hablar en la presente investigación), control biológico y control integrado (Bailey y Jeger, 1992).

7.1. LAS PRÁCTICAS DE CULTIVO.

Las Prácticas de cultivo pueden reducir los niveles del inóculo (*Colletotrichum gloeosporioides*) y crear condiciones ambientales que sean menos favorables a una infección. Así, deben entenderse como una mejora y deberían combinarse con otros métodos de control de enfermedades fúngicas (Wattad y Prusky, 1994). Entre las prácticas de cultivo se incluyen:

- Rotación de las cosechas.
- Medidas higiénicas.
- Evitar la dispersión del inóculo.
- Técnicas de cultivo.
- Control térmico.
- Tratamientos físicoquímicos.

8. CONTROL QUÍMICO.

En la actualidad, el control químico es el método más comúnmente utilizado para la erradicación de las plagas, debido a la importancia económica del cultivo. Al disponer de muchas sustancias químicas (ditiocarbamato, benzamidazoles y triazoles, etc.), de origen natural o sintético que se emplea para el control de las mismas, lo cual se conoce como el uso de plaguicidas (teniendo a su vez varias clases: insecticidas, fungicidas, acaricidas, bactericidas, nematocidas, herbicidas, rodenticidas y moluscocidas), (Sarmiento, 2009). Como se mencionó con anterioridad, en el caso de la guayaba, los principales problemas son causados por fitopatógenos, por ello, es necesario, tocar principalmente el tema de los fungicidas (Páez, 2006).

Los fungicidas, son sustancias tóxicas que se emplean para impedir el crecimiento o para matar los hongos y mohos perjudiciales para las plantas, los

animales o el hombre. Como todo producto químico, deben ser utilizados con precaución para evitar cualquier daño a la salud humana, de los animales y del medio ambiente. Se aplican mediante rociado, pulverizado, por revestimiento, por fumigación de locales, mediante impregnación o tinción dependiendo del hospedero. La mayoría de los fungicidas de uso agrícola se aplican o espolvorean sobre las semillas, hojas o frutas para impedir la propagación de enfermedades de las plantas (Sarmiento, 2009). Y se pueden clasificar de diversas formas: atendiendo a la parte de la planta que se pretenda tratar, al tipo de aplicación, al mecanismo de acción que presenten, o bien, por su grupos químicos (Agostin, 1992).

Así, en el presente trabajo, distinguiremos dos tipos principales de fungicidas: los protectores y los sistémicos (clasificados por su ubicación en la planta). Se conoce con el nombre de fungicidas protectores a aquéllos cuya aplicación previene al huésped de una infección. Por su parte, los fungicidas sistémicos se caracterizan por ser asimilados por la planta y por mostrar propiedades protectoras y curativas (Femenía, 2007).

De manera general, los fungicidas continúan siendo de vital importancia para el control de las enfermedades vegetales. Desde su introducción en los años 60, los fungicidas sistémicos han sustituido gradualmente a los protectores, estableciendo mayores niveles de control y abriendo nuevos mercados. Los fungicidas sistémicos, como grupo, aproximadamente duplican en ventas a los protectores. Entre ellos, los SBIs (Inhibidores de la Biosíntesis del Esterol) constituyen el grupo líder. Sin embargo, a pesar de los avances considerables en el descubrimiento, desarrollo y uso de los productos sistémicos, los fungicidas protectores Mancozeb, Clortalonil + cobre y productos azufrados representan el 18% de las ventas totales. En los últimos años, la investigación de fungicidas ha originado diversos productos con nuevos modos de acción, que se espera tengan un impacto significativo en el control de las enfermedades en la próxima década. Las nuevas

clases de fungicidas incluyen anilino pirimidinas, fenoxiquinolinas, espiroxaminas, fenilpirroles y estrobilurinas (Femenía, 2007).

El control de una enfermedad puede llevarse a cabo cuando ya han aparecido los síntomas, como en la eliminación del moho pulverulento en el trigo, o antes de que la enfermedad sea visible. Así podemos diferenciar los términos erradicador, curativo y protector o preventivos (otra clasificación de fungicidas dada por el momento de aplicación). Estrictamente, los fungicidas erradicadores son activos únicamente contra los últimos y visibles estadios del ciclo de vida del hongo, por ejemplo, el micelio externo o los esporangióforos (característicos de hongos de los mohos vellosos) formados después del establecimiento del hongo en el huésped, o estructuras internas de la planta que provocan cambios en la apariencia del tejido afectado. Los fungicidas curativos son activos contra los eventos iniciales, pero posteriores a la penetración, del proceso de infección. El efecto visible de un fungicida curativo es el mismo que el de un compuesto protector, pero la flexibilidad, es decir, el periodo durante el que se puede ejercer control, es mucho mayor. Los fungicidas protectores previenen la infección; son activos frente a la germinación de las esporas, el desarrollo y crecimiento de los tubos germinativos y la formación de los apresorios (Páez, 2006).

8.1. FUNGICIDAS PROTECTORES.

Un fungicida protector previene el desarrollo de un patógeno en la superficie de la planta antes de que tenga lugar la infección, establece una barrera química al patógeno, y no permite que se establezca en el huésped. Tienen que estar presentes en la superficie de la planta antes de que las esporas fúngicas se asienten o germinen. Sólo son efectivos en el lugar de aplicación, no penetran apreciablemente en los tejidos vegetales y, en consecuencia, no son transportados por el sistema vascular de la planta. Cuando la infección aparece, un fungicida protector no puede detener el desarrollo de la enfermedad. Entre sus

desventajas se encuentra la susceptibilidad a las condiciones medioambientales (viento, lluvia y luz solar) durante largos periodos de tiempo. Por otro lado, en los cultivos en crecimiento, la expansión del tejido superficial de la hoja, del tallo y del fruto rompe la capa protectora formada por el fungicida, permitiendo la invasión de los patógenos. Desde el punto de vista de su actividad, los fungicidas protectores pueden tener diversos puntos de acción y tienen, por tanto, un amplio espectro de actividad, siendo compuestos que se aplican frecuentemente, a intervalos de tiempo durante el cultivo (Sarmiento, 2009).

Un buen fungicida protector debe cumplir las siguientes condiciones:

- Fitotoxicidad baja, ya que en caso contrario la planta huésped resultaría muy dañada durante su aplicación.
- Debe ser fungitóxico por sí mismo o ser capaz de convertirse en un fungicida dentro de la espora fúngica, y actuar rápidamente antes de que la infección penetre la cutícula de la planta.
- Debe poder penetrar en la espora fúngica y alcanzar el último sitio de acción en el hongo.
- La mayoría de los fungicidas protectores utilizados en agricultura se aplican por atomización foliar, y deben ser capaces de cubrir completamente la superficie de la planta y de formar depósitos resistentes a las condiciones climáticas durante largos periodos de tiempo.

Dentro de este grupo, podemos distinguir las siguientes clases de fungicidas orgánicos: ditiocarbamatos, etilenbisditiocarbamatos (EBDCs), ftalimidas, fenoles, clorobencenos, fenilpirroles y piridinaminas (Femenía, 2007).

8.2. FUNGICIDAS SISTÉMICOS.

Los fungicidas sistémicos son compuestos capaces de penetrar la cutícula de las hojas y dispersarse en la planta. Se caracterizan por mostrar propiedades protectoras y curativas. Al ser asimilados y redistribuidos a lo largo de la planta, sufren conversiones metabólicas y alteraciones en su estructura, lo que conduce a un complejo patrón de reacciones bioquímicas y fisiológicas, con amplias posibilidades para la interferencia de la actividad biológica, tanto de los patógenos como del huésped. Generalmente son compuestos con un único modo de acción, muy efectivos a bajas concentraciones, flexibles en su uso (es decir, con una eficacia aceptable sobre un amplio rango de crecimiento fúngico y estadios de infección) y que permiten un control de la enfermedad durante largos periodos de tiempo (Bailey y Jeger, 1992).

Estos fungicidas, al distribuirse en la planta, pueden alcanzar los lugares de infección y previenen un mayor desarrollo del patógeno. La ventaja de estos compuestos curativos es que pueden ser aplicados incluso después de que la infección fúngica haya tenido lugar, de modo que la planta tiene la oportunidad de recuperarse. Mientras que el espectro de acción de este tipo de fungicidas es, a menudo, más estrecho que el de los protectores, el grado de control que proporcionan es superior. Desafortunadamente, este mayor control, unido al modo de acción único, se traduce en un mayor riesgo de resistencia al fungicida (López, 2008).

Los tipos de actividades específicas que se han atribuido a muchos fungicidas sistémicos incluyen interferencias con la síntesis de nucleótidos, la formación de polinucleótidos y proteínas, la síntesis de esteroides y de componentes de lipoproteínas de la membrana (Femenía, 2007).

Un fungicida sistémico efectivo debe cumplir las siguientes condiciones:

- Debe ser fungicida o convertirse en un fungitóxico activo dentro de la planta huésped.
- Debe presentar baja fitotoxicidad. Este requisito es especialmente importante, ya que el compuesto está íntimamente en contacto con la planta huésped.
- Debe ser absorbido por las raíces, semillas u hojas de la planta, y después, debe ser translocado, al menos localmente, dentro de la planta.

Entre ellos podemos destacar: dicarboximidias, carbamatos (bencimidazoles y carbanilatos), anilinopirimidinas, inhibidores de la biosíntesis de esteroides (SBIs), compuestos organofosforados y estrobilurinas (Femenía, 2007).

8.3. CLASIFICACIÓN DE LOS FUNGICIDAS POR GRUPOS QUÍMICOS.

La siguiente tabla muestra distintos fungicidas clasificados de acuerdo a su grupo químico.

Tabla 4. Clasificación de los fungicidas por grupos químicos.

GRUPO QUÍMICO	MODO DE ACCIÓN	EJEMPLOS
AZUFRE INORGÁNICO	Contacto y preventivo	Azufre elemental
AZUFRES ORGÁNICOS	Contacto y preventivo	Alkil ditiocarbamatos (propineb, maneb, zineb, mancozeb), metil ditiocarbamatos (ferban, thiram)
CÚPRICOS	Contacto y preventivo	Oxicloruro de cobre, hidróxido de cobre
HETEROCÍCLICOS NITROGENADOS	Contacto y preventivo	Captan
DERIVADOS DE HIDROCARBUROS AROMÁTICOS	Contacto y preventivo	Quintozene
DERIVADOS DEL NITROFENOL	Preventivo y curativo.	Dinocap
DERIVADOS DE COMPUESTOS NO AROMÁTICOS	Contacto, preventivo y curativo	Bromuro de metilo
DICARBOXIMIDAS	Contacto, sistémico, preventivo y curativo	Iprodione y procymidone
ÉSTER ÓRGANO FOSFORADO	Contacto, preventivo y curativo	Tolclofos metil
BENZIMIDAZOLES Y TIOFANATOS	Sistémico, preventivo y curativo	Benomyl, tiabendazol, metil tiofanato
ANTIBIÓTICOS	Sistémico y curativo	Kasugamicina, blastidina, strobilurina.
CARBOXIMIDAS	Sistémico, preventivo y curativo	Carboxina, oxicarboxina
FORMAMIDAS	Sistémico y curative	Triforine

MORFOLINAS	Sistémico, preventivo y curativo	Tridemorf
PIRIMIDINAS	Sistémico y curativo	Fenarimol, bupirimate
FOSFITOS METÁLICOS	Sistémico y curativo	Fosetil aluminio
FOSFOROTIOATOS	Contacto y penetración	Pirazofos
ACILALANINAS	Sistémico, preventivo y curativo en mezcla con ditiocarbamatos	Metalaxil, benalaxil, ofurace, cymoxanil.
TRIAZOLES	Sistémico, preventivo, curativo y erradicante	Miclobutanil, propiconazol, penconazol, triadimefon, triadimenol, bitertanol, diniconazol, tebuconazol, difeconazol.
OTROS IMIDAZOLES	Sistémico, contacto, preventivo y curativo	Imazalil, procloraz, dimethomorph
OTROS	Contacto y preventivo	Trifenilestaño, clorotalonil

Tomado de: Femenia, 2007.

Capítulo II

III. JUSTIFICACIÓN

Las lesiones provocadas por hongos causan grandes pérdidas económicas por daños en frutos evitando así la exportación internacional de productos del campo michoacano. En la actualidad, la sociedad exige calidad en los productos principalmente en los alimentarios, y los hongos fitopatógenos causan daños estéticos en los frutos disminuyendo su nivel de calidad y por consiguiente su valor comercial.

Por lo anterior, se debe identificar el fungicida adecuado que logre exterminar a los hongos aislados del tejido vegetal enfermo.

IV. OBJETIVO GENERAL

Realizar el aislamiento del hongo fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides* causante de antracnosis en el fruto de guayaba (*Psidium guajava*) de la región de Zitácuaro, Michoacán y demostrar su sensibilidad hacia fungicidas comerciales, así como, determinar concentraciones mínimas inhibitorias y mínimas letales del fungicida hacia el hongo.

V. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1. Aislar el fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides* a partir del fruto de guayaba.
2. Demostrar la sensibilidad del fitopatógeno aislado hacia el fungicida comercial Sulfato tribásico de Cobre (SULTRICOB[®]), Carbendazim (BAVISTIN[®]), Azosystrobin (BANKIT[®]) y Oxicloruro de cobre más Mancozeb (CUPRAVIT MIX[®]).

3. Determinar la concentración mínima inhibitoria y la concentración mínima letal de cada fungicida hacia el hongo fitopatógeno.
4. Comparar las concentraciones mínimas inhibitorias y concentraciones mínimas letales de cada fungicida entre la cepa aislada del fruto de guayaba y la cepa aislada del fruto de aguacate (Facultad de Agronomía UMSNH), ambas del género *Colletotrichum gloeosporoides*.

Capítulo III

VI. MATERIALES

MATERIAL:

- ✓ CAJAS PETRI
- ✓ MICROPIPETAS
- ✓ PIPETAS 1 Y 10 ml
- ✓ pH 200 TIRAS REACTIVAS
- ✓ CINTA TESTIGO
- ✓ GASA
- ✓ ALGODÓN
- ✓ PAPEL ABSORBENTE
- ✓ PAPEL ALUMINIO
- ✓ PAPEL DESTRASA
- ✓ UNIDISCOS (PAPEL FILTRO)
- ✓ BISTURI
- ✓ HOJAS DE BISURI
- ✓ ASAS MICOLÓGICAS
- ✓ PINZAS
- ✓ PORTA OBJETOS
- ✓ CUBRE OBJETOS
- ✓ MATRAZ ERLLENMEYER 500 Y 1000 ml
- ✓ MATRAZ VOLUMÉTRICO 50 Y 100 ml
- ✓ VASO PRECIPITADO 250 Y 500 ml

EQUIPO:

- ✓ INCUBADORA Desego E-33
- ✓ MICROSCOPIO Leica CME
- ✓ BALANZA ANALÍTICA SARTORIUS BL 120 S

- ✓ TERMÓMETRO
- ✓ TERMÓMETRO / HUMEDAD
- ✓ POTENCIÓMETRO CORING PINNADE 530

REACTIVOS:

- ✓ HIPOCLORITO DE SODIO AL 2 % (CLORALEX®)
- ✓ ÁCIDO TARTÁRICO AL 1 %
- ✓ FENOL AL 3 %
- ✓ ACEITE DE INMERSIÓN
- ✓ AGUA DESTILADA ESTÉRIL
- ✓ AZUL DE LACTOFENOL (COLORANTE)
- ✓ ALCOHOL ETÍLICO

MEDIOS DE CULTIVO:

- ✓ AGAR PAPA DEXTROSA (APD)

FUNGICIDAS:

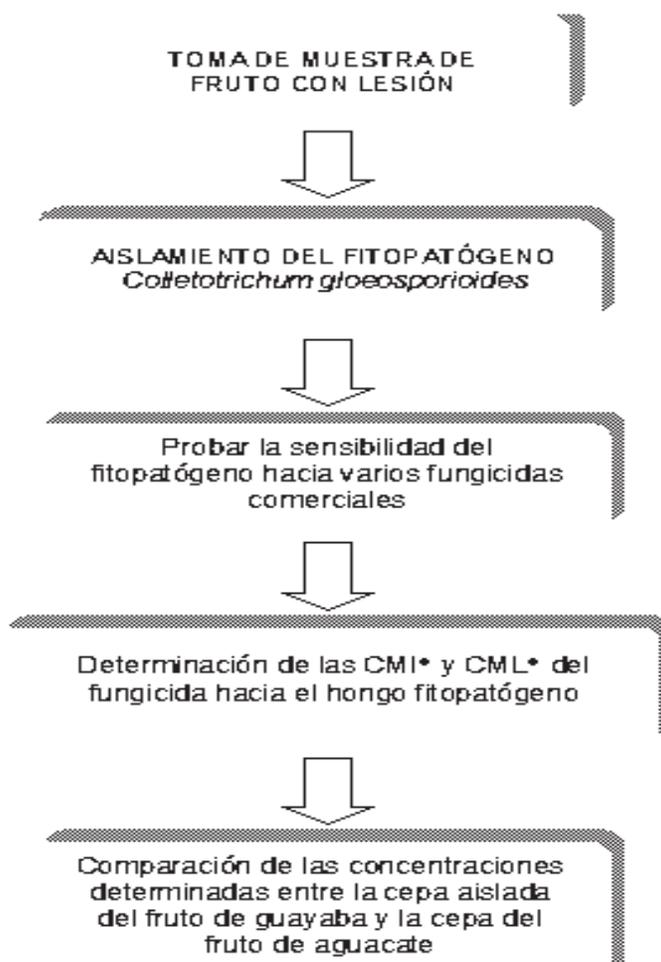
- ✓ Sulfato tribásico de cobre (SULTRICOB®)
- ✓ Carbendazim (BAVISTIN®)
- ✓ Azosystrobin (BANKIT®)
- ✓ Oxiclورو de cobre más Mancozeb (CUPRAVIT MIX®)

VII. MÉTODOS

1. PROCEDIMIENTO GENERAL.

1.1. DIAGRAMA DE BLOQUES.

El procedimiento general se muestra en el siguiente diagrama:



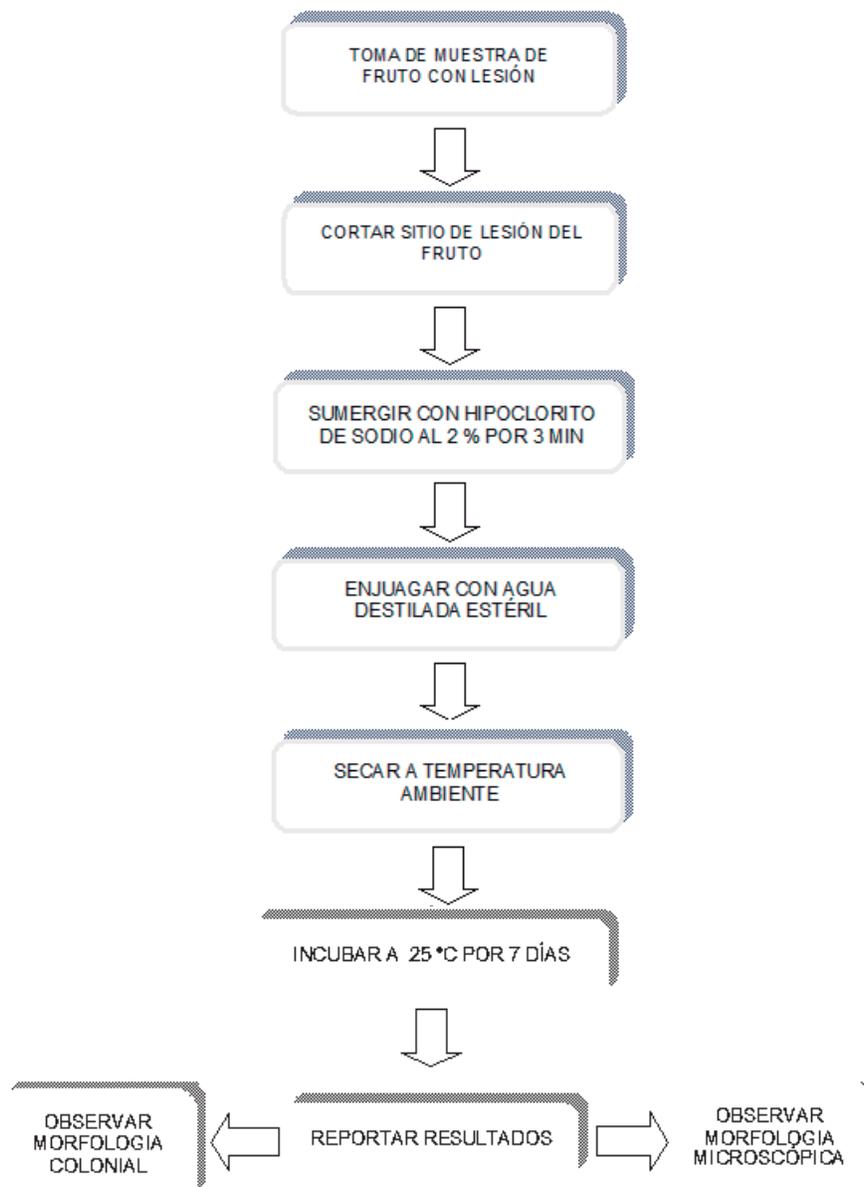
*CMI: Concentración Mínima Inhibitoria

*CML: Concentración Mínima Letal

2. AISLAMIENTO DEL FITOPATÓGENO *Colletotrichum gloeosporioides* EN EL FRUTO DE GUAYABA.

2.1. DIAGRAMA DE BLOQUES.

El procedimiento para el aislamiento de *C. gloeosporioides* en el fruto de guayaba, se muestra en el siguiente diagrama:



3. PREPARACIÓN DE AGAR PAPA - DEXTROSA (PDA).

Medio para el cultivo y enumeración de levaduras y mohos a partir de alimentos y otros materiales. Los hidratos de carbono y la infusión de papa favorecen el crecimiento de levaduras y hongos, en tanto que por el bajo rango de pH, la flora acompañante se reduce significativamente (Collins y Lyne, 1998). Se encuentra comercialmente disponible en forma deshidratada y su formulación es: Infusión de Papa 200 g/litro agua (Dextrosa 10 g, Agar - Agar 20 g, Ajustar el pH a 5.6).

- Preparación del medio de cultivo.

El APD se preparó de acuerdo a las especificaciones del fabricante (en las proporciones de: 9.75 g por cada 240 ml de H₂O destilada), posteriormente se esterilizó (15 - 20 min a 121°C), se enfrió en baño de agua a 45°C ± 1°C, una vez frío se acidificó a un pH de 3,5 ± 0,1 con ácido tartárico estéril al 10 %. Finalmente se permitió la solidificación del medio. A fin de preservar las propiedades gelificantes del medio, no se calentó después de agregar el ácido tartárico (NOM-111-SSA1-1994).

4. FUNGICIDAS COMERCIALES UTILIZADOS EN EL CONTROL QUÍMICO.

En la presente investigación, se realizaron estudios de sensibilidad de los hongos fitopatógenos aislados hacia 4 diferentes fungicidas comerciales utilizados para el control del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, entre ellos se encuentran: SULFATO TRIBÁSICO DE COBRE (SULTRICOB), CARBENDAZIM (BAVISTIN), AZOSYSTROBIN (BANKIT), OXICLORURO DE COBRE MÁS MANCOZEB (CUPRAVIT MIX).

Tabla 5. Dosis recomendadas por el fabricante.

INGREDIENTE ACTIVO	NOMBRE COMERCIAL	DOSIS EN 200 lt DE AGUA
SULFATO TRIBÁSICO DE COBRE	SULTRICOB	300-500 g
CARBENDAZIM	BAVISTIN	150 g
AZOSYSTROBIN	BANKIT	250-300 ml
OXICLORURO DE COBRE MÁS MANCOZEB	CUPRAVIT MIX	300-500 g

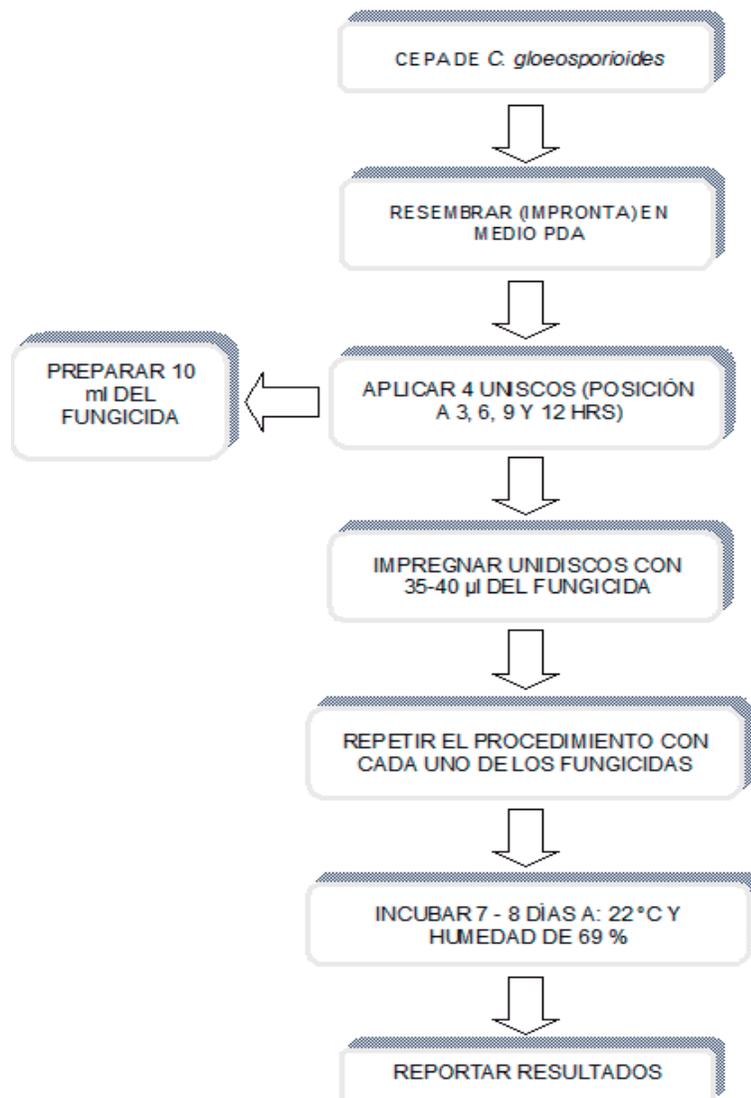
NOTA: LOS 200 lt DE AGUA SE ASPERGAN VÍA FOLIAR EN UNA HECTÁREA DE CULTIVO, REPITIENDO APLICACIONES ALTERNADAS CADA 15 DÍAS EN PROMEDIO.

Tomado de: Fungicidas propiedad de una compañía del Grupo Astra Syngenta, Agro, S.A. de C.V. Fabricación de Agroquímicos y Fungicidas.

5. PRUEBAS DE SENSIBILIDAD DEL FITOPATÓGENO FRENTE A ALGUNOS FUNGICIDAS COMERCIALES.

El procedimiento para demostrar la sensibilidad del fitopatógeno aislado frente al fungicida comercial, es el mismo para todos los tratamientos (Sulfato tribásico de cobre (SULTRICOB[®]), Carbendazim (BAVISTIN[®]), Azosystrobin (BANKIT[®]), Oxidloruro de cobre más Mancozeb (CUPRAVIT MIX[®]). Lo cual se muestra en el siguiente diagrama:

5.1. DIAGRAMA DE BLOQUES.

NOTA:

IMPRONTA: (técnica de conservación de corto o mediano plazo aplicada a los cultivos puros obtenidos no esporulados), (Ramírez *et al.*, 2006).

Se realizaron diluciones de 1:10, 1:100 y 1:1000, para cada uno de los tratamientos, (a partir de los 10 ml de cada fungicida preparado). La determinación de las concentraciones mínimas inhibitorias y concentraciones mínimas letales del fungicida frente al hongo fitopatógeno, se realizaron al observar el crecimiento a

detalle del hongo *Colletotrichum gloeosporoides*, reportando resultados con cruces (Tabla 6.), posteriormente se realizó el comparativo de éstas, entre la cepa aislada del fruto de guayaba y la cepa del fruto de aguacate (Facultad de Agrobiología UMSNH), ambas del género *Colletotrichum gloeosporoides*.

Tabla 6. Simbología para el reporte de resultados (Cortés, 2009).

CRECIMIENTO	SÍMBOLO
MUCHO	+ + + +
MEDIO	+ + +
POCO	+ +
NULO	+

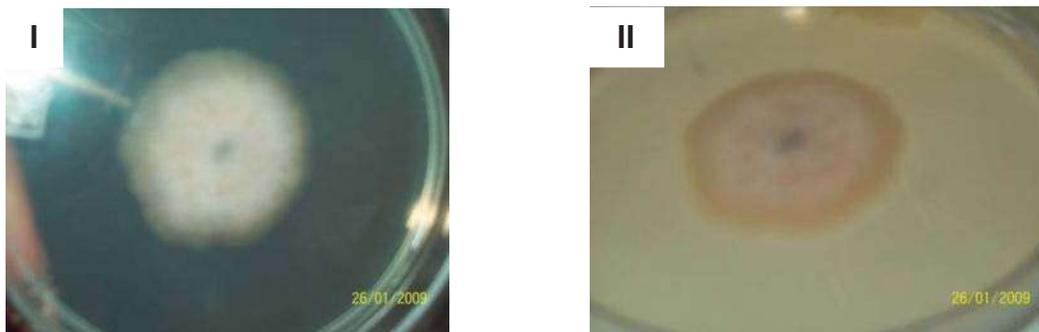
VIII. RESULTADOS

1. AISLAMIENTO DEL FITOPATÓGENO *Colletotrichum gloeosporioides* EN EL FRUTO DE GUAYABO.

Fue posible aislar el fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporioides*, directamente de la lesión del fruto (con síntomas claros de Antracnosis). El crecimiento reportado, se obtuvo en una muestra de fruto incubada en medio APD a 25 °C de 7 – 8 días, Humedad de 69 %, luego del tratamiento previo (Diagrama de bloques 2.1.).

Crecimiento en medio de cultivo APD. Desarrolló un crecimiento micelial poco profuso más denso en la zona del centro con mayor densidad del desarrollo de estructuras, a lo largo de la incubación se observó que el micelio se tornó de un color salmón toda la superficie, además de mostrar un halo levaduriforme fácilmente distinguible.

Figura 6. I. y II. Crecimiento de *Colletotrichum gloeosporioides* en APD aislado de fruto de guayaba.



Microscopia. Al realizar la tinción, se observó la liberación de gran cantidad de conidias hialinas (con presencia de una vacuola en el centro), teñidas con lactofenol azul, unicelulares y de forma recta u ovoide, se observa el micelio con

las hifas presentes en el mismo. Con lo que se reitera la que el hongo aislado corresponde al fitopatógeno en cuestión (*C. gloeosporioides*), aunado a la morfología macroscópica. Sin embargo, pese a su amplio rango de variabilidad es ineficiente proveer una descripción estandarizada.

Cabe señalar que una herramienta adecuada para la identificación de *Colletotrichum spp.*, es la medida de sus apresorios (que van de 6 - 20 x 4 - 12 μm), por ser la estructura más importante en la invasión del hospedero, aumentando el área de superficie y permitiendo la adhesión del hongo a la planta hospedera.

Figura 7. Morfología microscópica de *Colletotrichum gloeosporioides*.



2. PRUEBAS DE SENSIBILIDAD DEL FITOPATÓGENO FRENTE A VARIOS FUNGICIDAS COMERCIALES.

2.1. Sensibilidad del fitopatógeno aislado frente al fungicida comercial Sulfato tribásico de Cobre (SULTRICOB®).

En la siguiente tabla, se muestran los resultados para el tratamiento con el fungicida comercial SULTRICOB®, teniendo un blanco (aplicando la dosis sin diluir), y tres testigos diluidos a 1:10, 1:100 y 1:1000, los tratamientos evaluados fueron cuatro incluyendo el blanco, cuyas dosis de producto comercial y crecimiento presentado después de la incubación a las condiciones requeridas, se presentan en la misma. Dichos ensayos, fueron realizados a la cepa aislada del fruto de guayaba y la cepa del fruto de aguacate (Facultad de Agrobiología UMSNH), ambas del género *Colletotrichum gloeosporoides*.

Tabla 7. Tratamientos con Sulfato Tribásico de Cobre (SULTRICOB®).

SULFATO TRIBÁSICO DE COBRE (SULTRICOB®)						
*** DRF = 300 - 500g/200 lts						
Cepa	Concentraciones	Blanco	Diluciones			
			1:10	1:100	1:1000	
*CgAFG _{ZITM}		+++	+++	+++	+++	
**CgAFA _{URUM}	300 g/200 lts (0.0150 g/10 ml)	++++	++++	++++	++++	
*CgAFG _{ZITM}		+	++	++	+++	
**CgAFA _{URUM}	400 g/200 lts (0.0200 g/10 ml)	++	+++	+++	++++	
*CgAFG _{ZITM}		+	++	++	+++	
**CgAFA _{URUM}	450 g/200 lts (0.0225 g/10 ml)	+	++	++	++	
*CgAFG _{ZITM}		+	+	+++	+++	
**CgAFA _{URUM}	550 g/200 lts (0.0275 g/10 ml)	+++	+++	+++	++++	
*CgAFG _{ZITM}		++	++	++	++	
**CgAFA _{URUM}	650 g/200 lts (0.0325 g/10 ml)	+++	+++	+++	+++	

* CgAFG_{ZITM} *Colletotrichum gloeosporoides* aislado del fruto de Guayaba. Zitácuaro, Mich.
 ** CgAFA_{URUM} *Colletotrichum gloeosporoides* aislado del fruto de Aguacate. Uruapan, Mich.
 *** DRF Dosis recomendada por el fabricante.
 +++ Mucho crecimiento.
 ++ Medio crecimiento.
 + Poco crecimiento.
 + Nulo crecimiento.

Las dosis manejadas son las recomendadas por el fabricante sin embargo, el rango fue ampliado (hasta 650 g/200lts) para observar el modo de acción del fungicida sobre el crecimiento del fitopatógeno *in vitro*.

La dosis de 400 g/200 lts (0.0200 g/10ml) fue la más efectiva para la cepa aislada del fruto de guayaba o CgAFG_{ZITM}, y la dosis de 450 g/200lts (0.0225 g/10ml) para la cepa del fruto de aguacate o CgAFA_{URUM}. Dichas dosis caen dentro del rango establecido por el fabricante.

2.2. Sensibilidad del fitopatógeno aislado frente al fungicida comercial Carbendazim (BAVISTIN®).

En la siguiente tabla, se muestran los resultados para el tratamiento con el fungicida comercial BAVISTIN®, teniendo un blanco (aplicando la dosis sin diluir), y tres testigos diluidos a 1:10, 1:100 y 1:1000, los tratamientos evaluados fueron cuatro incluyendo el blanco, cuyas dosis de producto comercial y crecimiento presentado después de la incubación a las condiciones requeridas, se presentan en la misma. Dichos ensayos, fueron realizados a la cepa aislada del fruto de guayaba y la cepa del fruto de aguacate (Facultad de Agrobiología UMSNH), ambas del género *Colletotrichum gloeosporoides*.

Tabla 8. Tratamientos con Carbendazim (BAVISTIN®).

CARBENDAZIM (BAVISTIN®)					
*** DRF = 150 g/200 lts					
Cepa	Concentraciones	Blanco	Diluciones		
			1:10	1:100	1:1000
*CgAFG _{ZITM}		++	++	+++	+++
**CgAFA _{URUM}	150 g/200 lts (0.0075 g/10 ml)	+++	+++	++++	++++
*CgAFG _{ZITM}		++	++	+++	+++
**CgAFA _{URUM}	155 g/200 lts (0.0077g/10 ml)	+	+++	+++	++++
*CgAFG _{ZITM}		++	++	+++	+++
**CgAFA _{URUM}	160 g/200 lts (0.0080 g/10 ml)	+	+++	+++	++++
*CgAFG _{ZITM}		+	+	++	++
**CgAFA _{URUM}	165 g/200 lts (0.0082 g/10 ml)	++	++	++++	++++
*CgAFG _{ZITM}		+	+	++	++
**CgAFA _{URUM}	170 g/200 lts (0.0085 g/10 ml)	+	++	+++	+++

* CgAFG_{ZITM} *Colletotrichum gloeosporoides* aislado del fruto de Guayaba. Zitácuaro, Mich.
 ** CgAFA_{URUM} *Colletotrichum gloeosporoides* aislado del fruto de Aguacate. Uruapan, Mich.
 *** DRF Dosis recomendada por el fabricante.
 + + + + Mucho crecimiento.
 + + + Medio crecimiento.
 + + Poco crecimiento.
 + Nulo crecimiento.

Las dosis manejadas son las recomendadas por el fabricante sin embargo, el rango fue ampliado (hasta 170 g/200lts) para observar el modo de acción del fungicida sobre el crecimiento del fitopatógeno *in vitro*.

La dosis de 165 g/200 lts (0.0082 g/10ml) fue la más efectiva para la cepa aislada del fruto de guayaba o CgAFG_{ZITM}, y la dosis de 170 g/200lts (0.0085 g/10ml) para la cepa del fruto de aguacate o CgAFA_{URUM}. Dichas dosis sobrepasan el rango establecido por el fabricante.

2.3. Sensibilidad del fitopatógeno aislado frente al fungicida comercial Azosystrobin (BANKIT®).

En la siguiente tabla, se muestran los resultados para el tratamiento con el fungicida comercial BANKIT®, teniendo un blanco (aplicando la dosis sin diluir), y tres testigos diluidos a 1:10, 1:100 y 1:1000, los tratamientos evaluados fueron cuatro incluyendo el blanco, cuyas dosis de producto comercial y crecimiento presentado después de la incubación a las condiciones requeridas, se presentan en la misma. Dichos ensayos, fueron realizados a la cepa aislada del fruto de guayaba y la cepa del fruto de aguacate (Facultad de Agrobiología UMSNH), ambas del género *Colletotrichum gloeosporoides*.

Tabla 9. Tratamientos con Azosystrobin (BANKIT®).

AZOSYSTROBIN (BANKIT®)					
*** DRF = 250 - 300 ml/200 lts					
Cepa	Concentraciones	Blanco	Diluciones		
			1:10	1:100	1:1000
*CgAFG _{ZITM}	250 ml/200 lts (0.0125 ml/10 ml)	++	+++	+++	+++
**CgAFA _{URUM}		+++	+++	++++	++++
*CgAFG _{ZITM}	270 ml/200 lts (0.0135 ml/10 ml)	++	+++	+++	+++
**CgAFA _{URUM}		++	+++	++++	++++
*CgAFG _{ZITM}	300 ml/200 lts (0.0150 ml/10 ml)	+++	+++	+++	+++
**CgAFA _{URUM}		+++	+++	++++	++++
*CgAFG _{ZITM}	330 ml/200 lts (0.0165 ml/10 ml)	+++	+++	+++	+++
**CgAFA _{URUM}		+++	+++	+++	+++
*CgAFG _{ZITM}	360 ml/200 lts (0.0180 ml/10 ml)	+++	+++	+++	+++
**CgAFA _{URUM}		++++	++++	++++	++++

* CgAFG_{ZITM} *Colletotrichum gloeosporoides* aislado del fruto de Guayaba. Zitácuaro, Mich.
 ** CgAFA_{URUM} *Colletotrichum gloeosporoides* aislado del fruto de Aguacate. Uruapan, Mich.
 *** DRF Dosis recomendada por el fabricante.
 ++++ Mucho crecimiento.
 +++ Medio crecimiento.
 ++ Poco crecimiento.
 + Nulo crecimiento.

Las dosis manejadas son las recomendadas por el fabricante sin embargo, el rango fue ampliado (hasta 360 ml/200lts) para observar el modo de acción del fungicida sobre el crecimiento del fitopatógeno *in vitro*.

La dosis de 250 ml/200 lts (0.01250 ml/10ml o 12.5 µl/10ml) fue la más efectiva para la cepa aislada del fruto de guayaba o CgAFG_{ZITM}, y la dosis de 270 ml /200lts (0.0135 ml/10ml o 13.5 µl) para la cepa del fruto de aguacate o CgAFA_{URUM}. Dichas dosis caen dentro del rango establecido por el fabricante.

2.4. Sensibilidad del fitopatógeno aislado frente al fungicida comercial Oxiclورو de cobre más Mancozeb (CUPRAVIT MIX®).

En la siguiente tabla, se muestran los resultados para el tratamiento con el fungicida comercial BANKIT®, teniendo un blanco (aplicando la dosis sin diluir), y tres testigos diluidos a 1:10, 1:100 y 1:1000, los tratamientos evaluados fueron cuatro incluyendo el blanco, cuyas dosis de producto comercial y crecimiento presentado después de la incubación a las condiciones requeridas, se presentan en la misma. Dichos ensayos, fueron realizados a la cepa aislada del fruto de guayaba y la cepa del fruto de aguacate (Facultad de Agrobiología UMSNH), ambas del género *Colletotrichum gloeosporoides*.

Tabla 10. Tratamientos con Oxiclورو de cobre + Mancozeb (CUPRAVIT MIX®).

Oxiclورو de cobre + Mancozeb (CUPRAVIT MIX®)					
*** DRF = 300 - 500 g/200 lts					
Cepa	Concentraciones	Blanco	Diluciones		
			1:10	1:100	1:1000
*CgAFG _{ZITM}	300 g/200 lts (0.0150 g/10 ml)	++	+++	+++	+++
**CgAFA _{URUM}		++++	++++	++++	++++
*CgAFG _{ZITM}	400 g/200 lts (0.0200 g/10 ml)	+	+	+++	+++
**CgAFA _{URUM}		++++	++++	++++	++++
*CgAFG _{ZITM}	500 g/200 lts (0.0250 g/10 ml)	+++	+++	+++	+++
**CgAFA _{URUM}		++	++	++	++
*CgAFG _{ZITM}	650 g/200 lts (0.0300 g/10 ml)	+++	+++	+++	+++
**CgAFA _{URUM}		+++	++++	++++	++++
*CgAFG _{ZITM}	680 g/200 lts (0.0325 g/10 ml)	+++	+++	+++	+++
**CgAFA _{URUM}		+++	+++	+++	+++

* CgAFG_{ZITM} *Colletotrichum gloeosporoides* aislado del fruto de Guayaba. Zitácuaro, Mich.
 ** CgAFA_{URUM} *Colletotrichum gloeosporoides* aislado del fruto de Aguacate. Uruapan, Mich.
 *** DRF Dosis recomendada por el fabricante.
 ++++ Mucho crecimiento.
 +++ Medio crecimiento.
 ++ Poco crecimiento.
 + Nulo crecimiento.

Las dosis manejadas son las recomendadas por el fabricante sin embargo, el rango fue ampliado (hasta 680 g/200lts) para observar el modo de acción del fungicida sobre el crecimiento del fitopatógeno *in vitro*.

La dosis de 400 g/200 lts (0.0200 ml/10ml) fue la más efectiva para la cepa aislada del fruto de guayaba o CgAFG_{ZITM}, y la dosis de 500 ml /200lts (0.0250 ml/10ml) para la cepa del fruto de aguacate o CgAFA_{URUM}. Dichas dosis caen dentro del rango establecido por el fabricante.

2.5. Concentraciones Mínimas Inhibitorias (CMI) y Concentraciones Mínimas Letales (CML) del fungicida hacia el hongo fitopatógeno.

En los tratamientos aplicados al control químico del hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, con los cinco fungicidas manejados, se logró obtener un buen grado de efectividad biológica. Pudiendo con ello determinar las concentraciones mínimas tanto las inhibitorias (CMI) como las mínimas letales (CML) del fungicida, que permiten inhibir y/o matar el desarrollo del fitopatógeno causante de la antracnosis en el cultivo de la guayaba, las cuales se especifican en la siguiente tabla.

Tabla 11. CMI y CML obtenidas con cada tratamiento fúngico.

			DOSIS			
			CMI		CML	
Fungicida	Nombre comercial	*** DRF (en 200 lts de agua)	* CgAFG _{ZITM}	** CgAFA _{URUM}	* CgAFG _{ZITM}	** CgAFA _{URUM}
Sulfato tribásico de cobre	SULTRICOB®	300 – 500 g	400g/200lts	400g/200lts	400g/200lts	450g/200lts
			0.02000g/10ml	0.0200g/10ml	0.0200g/10ml	0.0225g/10ml
Carbendazim	BAVISTIN®	150 g	155g/200lts	160g/200lts	165g/200lts	170g/200lts
			0.0077g/10ml	0.0080g/10ml	0.0082g/10ml	0.0085g/10ml
Azosystrobin	BANKIT®	250 – 300	250g/200lts	250g/200lts	250ml/200lts	270ml/200lts
			0.0125ml/10ml	0.0125ml/10ml	0.0125ml/10ml (12.5ml/10ml)	0.0135ml/10ml (13.5ml/10ml)
Oxicloruro de cobre + Mancoseb	CUPRAVIT Mix®	300 – 500 g	300g/200lts	400g/200lts	400g/200lts	500g/200lts
			0.0150g/10ml	0.0200g/10ml	0.020g/10ml	0.0250g/10ml

* CgAFG_{ZITM} *Colletotrichum gloeosporioides* aislado del fruto de Guayaba. Zitácuaro, Mich.
 ** CgAFA_{URUM} *Colletotrichum gloeosporioides* aislado del fruto de Aguacate. Uruapan, Mich.
 *** DRF Dosis recomendada por el fabricante.
 CMI = Concentración Mínima Inhibitoria.
 CML = Concentración Mínima Letal.

2.6. Comparación de las CMI y CML de cada fungicida entre la cepa aislada del fruto de guayaba y la cepa del fruto de aguacate (Facultad de Agrobiología UMSNH), ambas del género *Colletotrichum gloeosporoides*.

Los resultados presentados (en la Tabla 11.), nos permiten establecer la buena eficacia de todos los fungicidas comerciales en el control de la antracnosis en el cultivo de guayaba, además de actuar eficazmente en los tratamientos aplicados a la cepa del fruto de aguacate, la cual demuestra efectividad biológica en el estudio.

De acuerdo a los resultados, el fungicida de acción mayor, fue el Azosystrobin (Bankit), a concentraciones mínimas, el resto de los fungicidas (Sulfato Tribásico de Cobre, Carbendazim y Oxiclورو de Cobre más Mancozeb) actuaron de manera similar aunque con un efecto un poco lento, sin embargo, todos logran inhibir el desarrollo del patógeno a su CMI obtenida y desde luego, a su CML (Las cuales fueron muy similares para los tratamientos con ambas cepas). Aunque la cepa del fruto de aguacate (CgAFA_{URUM}) presenta mayor resistencia a los tratamientos fúngicos, ya que su CML fue más alta con respecto de la CML de la cepa del fruto de guayaba (CgAFG_{ZITM}), en los tratamientos con los fungicidas SULTRICOB[®], BANKIT[®] y CUPRAVIT Mix[®].

El realizar el tratamiento a distintas concentraciones del fungicida, permite extraer datos más precisos y exactos sobre las CMI y las CML necesarias para el control del fitopatógeno *in vitro* para su posterior aplicación en el campo, por lo cual se realizaron las diluciones 1:10, 1:100 y 1: 1000 de cada concentración para todos los tratamientos manejados (para ambas cepas), pese a ello, en todas ellas el crecimiento prolifera, y se observa que entre más diluido este el fungida, menor es su capacidad por atacar al fitopatógeno, haciendo innecesario este paso.

Capítulo IV

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El control químico es el método más utilizado en la actualidad, ello para la erradicación de las plagas, debido a la importancia económica del cultivo. Lo cual, ayuda a un control de las enfermedades en los frutos, tanto en la producción como en la cosecha, respaldado por análisis de laboratorio que permiten ampliar las técnicas de aplicación en el campo con mayor eficacia al contar con las concentraciones mínimas adecuadas.

La severidad de esta enfermedad, conlleva al uso excesivo de fungicidas con un costo elevado, además de ser nocivo para el ambiente y mostrar poca eficacia. Sumado a esto, la poca investigación que existe del hongo en el cultivo de guayaba.

Las variaciones morfológicas del fitopatógeno *Colletotrichum gloeosporoides* son muy variadas, lo cual parece ser característico de este hongo, por ello, se recomienda realizar estudios moleculares, que de alguna manera permitan su identificación con mayor porcentaje de credibilidad debido a su amplia diversidad y comportamiento morfológico.

X. BIBLIOGRAFÍA

1. Agrios J. P. 2002. Morphological and pathological characteristics of strains of *Colletotrichum gloeosporioides* from citrus. *Phytopathology* No. 82. Pp. 1377 – 1382.
2. Agostin C. T., Fuentes, G., Martínez, C. 1992. Molecular taxonomic, epidemiological and population genetic approaches to understanding yam anthracnose disease. *African Journal of Biothechnology*. Vol. 2 (12). Pp. 486 – 496.
3. *Agricultural Science in Finland*. 1993. Vol. 5 (10). Pp. 12 – 14.
4. Alvis R. 1997. Characterization of *Colletotrichum acutatum* causing anthracnose of almond and peach in California. *Phytopatology*. No. 87 (9). Pp. 979 – 987.
5. Allende M. J., Carlos F. Sandoval Coronado., Eliseo S. González., Lilia H. Morales Ramos. 2003. Sensibilidad in Vitro de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) a Fungicidas Orgánicos derivados de Extractos Vegetales. Universidad Autónoma de Nuevo León. Facultad de Ciencias Biológicas. Pp. 414 – 435. San Nicolás de los Garza N. L. México.
6. Añorga Morales. J. 1999. Uso de Dimensiones e Indicadores para evaluar la Calidad de la Guayaba en todas las Etapas de Cosecha. Pp. 456 – 478.
7. Arauz A. M. 2000. Epidemiología y Control de la Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) en Mango. *Avances de Investigación*. Colegio de Postgraduados. Instituto de Fitosanidad. Pp. 331 – 340.

8. ASERCA. 1998. La guayaba en México. Un largo camino por recorrer. In: De Nuestra Cosecha. Calidades Agropecuarias. ASERCA México. No. 59. Pp. 3 – 14.
9. Bailey J. A. y Jeger M. J. 1992. Infection Strategies of *Colletotrichum gloeosporioides* species. En: *Colletotrichum: biology, pathology and control* (Bailey JA y Jeger MJ, Eds.). CAB International Wallingford. Pp. 88 – 120.
10. BASF Mexicana, S.A. de C.V. Planta Altamira.
11. Bernstein D. y N. T. Keen. 1995. Involvement of preformed antifungal compounds in the resistance of subtropical fruit decay. *Plant Dis.* (77). Pp. 114 – 119.
12. Bidwell, R. G. S. 1979. *Fisiología Vegetal*. Primera edición. AGT Editor S. A. México.
13. Cabrera Díaz, 2007. *Uso de Estiércol Animal en la Agricultura*. Departamento de Salud Pública. Centro Universitario de Ciencia Biológicas y Agropecuarias.
14. CODEX Alimentarius. Norma del Codex para la Guayaba. CODEX STAN 215-1999, EMD. 1-2005 CODEX STAN 215. Pp. 1 – 4.
15. Collins C.H, Lyne Patricia. 1999. *Métodos Microbiológicos* Edición Acribia, S.A, quinta edición. Zaragoza, España.
16. Comisión para el Desarrollo Agropecuario del Estado de Aguascalientes. [En línea]. <<http://www.aguascalientes.gob.mx/codagea/>> [Consulta: Agosto 2009].

17. Consejo Nacional de Producción. [En línea]. <<http://www.cnp.go.cr>> [Consulta: Agosto 2009].
18. Cortés P. 2009. Laboratorio de Investigación en Biotecnología de Alimentos. Q.F.B. U.M.S.N.H. Michoacán, México.
19. Cortés B. J. O., A. Nava C. y V. H. Santoyo C. 1994. Perspectivas del Cultivo del Guayabo en la Región Centro-Norte de México ante el TLC. In: El TLC y sus Repercusiones en el Sector Agropecuario del Centro. Norte de México (Ed) Schewentesius, R: R:, M: A. Gómez C:, J:C.
20. Deacon C. W. 1988. Introductory Mycology. 4th ed. John Wiley & Sons, Inc. united States.
21. Deterioro en Poscosecha de Frutas y Hortalizas. [En línea]. <http://www.infoagro.com/frutas/deterioro_poscosecha_frutas_hortalizas.ht> [Consulta: Marzo 2009].
22. Ecología y Características Climáticas. [En línea]. <<http://www.peruecologico.com.pe/>> [Consulta: Agosto 2009].
23. Encarta 2008. Enciclopedia Multimedia publicada por la compañía de software Microsoft.
24. Facultad de Agrobiología. UMSNH. Av. Revolución esq. Berlín. Uruapan, Michoacán.
25. Femenía R. 2007. Caracterización química de cepas de hongos del género *Colletotrichum*: síntesis del Gloeosporiol. Diseño y síntesis de modelos de los agentes fungiestáticos. Puerto Real.

26. Fernández T. J. y Artes, F. 2000. Keeping quality of cold stored peaches using intermittent warming Food Res. Inter. Pp. 441 – 450.
27. Fitopatologías Comunes. [En línea]. <<http://www.infojardin.net/>> [Consulta: Mayo 2009].
28. Fitzell S. F. y Peak A. L. 1984. Color Atlas of Post-harvest Diseases and Disorders of Fruit and Vegetables. No. 1. Pp. 56 – 65.
29. Food and Agriculture Organization of the United Nations (helping to build a world without hunger). [En línea]. <<http://www.fao.org/docrep/>> [Consulta: Agosto 2009].
30. Fox B. y A. Camerón 2000. Ciencia de los Alimentos, Nutrición y Dietética. Editorial Limusa. México. Pp. 299, 303 y 307.
31. Freeman S., Katan T. y Shabi E. 1998. Characterization of *Colletotrichum* spp. Species responsible for anthracnose disease of various fruit. Plant Dis. No. 82. Pp. 596 – 605.
32. Fungicidas propiedad de una compañía del Grupo Astra Syngenta, Agro, S.A. de C.V. Fabricación de Agroquímicos y Fungicidas.
33. García F. A. 2005. Índices de Cosecha de Frutas y Hortalizas In: Manejo Postcosecha de Frutas y Verduras Iberoamérica CYTED-RITEP. Baez S. R. Hermosillo, Son. Pp. 218 – 219.
34. Hawksworth H. L. y Hunter B. B. 1995. Illustrated genera of imperfect Fungi. Cuarta Edición. Minesota. APS Press. Pp. 218 – 219.

35. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. 2002. INIFAP. México.
36. López I. 2008. Identificación de Patógenos Post - cosecha en frutos de guayaba (*Psidium guajava*, L.) cultivados en el Valle de Culiacán, Sinaloa. Licenciatura. Universidad Autónoma de Sinaloa. Director: Dr. Raymundo García Estrada.
37. López R. 2003. Características Morfológicas, Culturales y Patogenicidad de Aislamientos de *Colletotrichum spp.*, Obtenidos de frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.). Revista Mexicana de Fitopatología, Enero-Junio. Sociedad Mexicana de Fitopatología, A.C. No. 001. Ciudad Obregón, México. Pp. 24 – 30.
38. Magnus W. W. 2002. Structure-based *Design* of Agrochemicals. Nat. Prod. Rep. 19. Pp. 278 – 291.
39. Marín F. 1998. Manejo Poscosecha de Guayaba (*Psidium guajava* L.) en Pacayitas de Turrialba. Consejo Nacional de Producción. San José.
40. Marín M., Sawyer R., Egan H. A. 2004. Investigación, producción y manejo poscosecha de frutas. Investigación y producción del guayabo (*Psidium guajava* L.) en Venezuela. VII Congreso Venezolano de Fruticultura Foro 1. Venezuela.
41. Mata Beltrán I., Rodríguez M. A., Quintero H. M. 2000. En: Cultivo y producción del guayabo. Segunda edición, Ed. Trillas, México.
42. Mejía J. R. 2007. Fitopatología. Segunda reimpresión. Noriega Editores. México, D.F. Pp. 384 – 387.

43. Microsoft Encarta. 2008. Student Premium. Software Microsoft.
44. Norma Oficial Mexicana NOM-018-STPS-2000, Sistema para la Identificación y Comunicación de Peligros y Riesgos por Sustancias Químicas Peligrosas en los Centros de Trabajo.
45. Norma Oficial Mexicana NOM-111-SSA1-1994, Bienes y Servicios. Método para la cuenta de Mohos y Levaduras en Alimentos.
46. Nutrición. [En línea]. <<http://www.nutricion.pro/04-06-2008/alimentos.html>> [Consulta: Marzo 2009].
47. Páez A. 2006. Tecnologías sostenibles para el manejo de la antracnosis en papaya y mango. Boletín Técnico No. 8. CORPOICA. Valledupar.
48. Ploetz y Prakash E. D. 1997. Characterization of *Colletotrichum* species responsible for Anthracnose Diseases of various Fruits. Plant Disease. 82 (6). Pp. 596 – 605.
49. Prescott L., Harley J. P., Klein D. A. 1999. Microbiología. Cuarta edición. Mc Graw-Hill-Interamericana de España, S. A. U. Pp. 539 – 556, 959 – 969.
50. Principales producciones vegetales en México. [En línea]. <<http://www.ocwus.us.es/produccion-vegetal/>> [Consulta: Marzo 2009].
51. Ramírez G., R. M., B. Luna Millán, O. Velásquez Madrazo, L. Vierna García, A. Mejía Chávez, G. Tsuzuki Reyes, L. Hernández Gómez, I. Müggenburg, A. Camacho Cruz y M del C. Urzúa Hernández. 2006. Manual de Prácticas de Microbiología General. Quinta edición. Facultad de Química, UNAM. México.

52. Rivera V. J. 1999. El comercio Internacional de la Guayaba. En: Primer encuentro estatal de Productores de Guayaba. Michoacán. SAGAR. ASERCA. (Dirección General de Desarrollo de Mercados). México. Pp. 6 - 7.
53. SAGARPA. El Cultivo de la Guayaba en México. [En línea]. <http://www.sagarpa.gob.mx/michoacan/agricultura/fomento/cultivos/cultivo_guayaba.html> [Consulta: Agosto 2009].
54. Sánchez C. F. y Escarlante R. E. 1983. Cultivo de la Guayaba y enfermedades que esta sufre durante su crecimiento. Universidad Autónoma de Chapingo. Pp. 18 – 34.
55. Sarmiento. 2009. Detección de *Colletotrichum* (Penz) Sacc en estructuras vegetativas y reproductivas de *Lulo Solanum quitoense* Lam. Trabajo de grado presentado como requisito para la maestría en Ciencias Agrarias con énfasis en Fitopatología. Universidad Nacional de Colombia.
56. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. (SAGARPA). 2007. México.
57. Suntornsuk J. T. 2002. Manejo integrado de la antracnosis (*Colletotrichum gloesporioides* Penz.) en el cultivo de tomate de árbol (*Cyphomandra betacea*) en el municipio de Manizales. Tesis Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad de Caldas. Pp. 15 – 25.
58. Tauriainen 1993. Agricultural and Food Science in Finland. Effect of Anionic salts on some blood and Urine Minerals, acid-base Balance and Udder Oedema of dry pregnant cows. Finland. Vol. 12. Pp. 83 – 93.

59. Volpin T. R. 1983. Quiescent infections in post-harvest diseases. In: Dennis, C. Post-harvest Pathology of fruits and vegetables. Academic Press, London. Pp. 1 – 21.
60. Wattad y Prusky K. M. 1994. *Colletotrichum* Diseases of Perennial and other Cash Crops. En: *Colletotrichum: biology, pathology and control*. Bailey, Jy Jeger, M., (eds). CBA internacional pp. 167 – 170.
61. Wood E. W., Rogers L. M., Kottukudy P. E. 1991. Infección asociada al Consumo de Frutos en fresco. Estudio realizado a Población Abierta. Atlanta. Pp. 69 – 73.
62. William V. y Harold F. G. 1963. The number of nuclei in spores of three species of *Colletotrichum*. Mycologia. No. 81. Pp. 147 - 149.
63. Yamashiro S., Noguchi, K., T., Miyagi, K., Nakasone, J., Sakanashi, M., Sakanashi, M., KUKITA, i., Aniya, Y. adn Sakanashi, M. 2000. Cardioprotective effercts of extracts from *Psidium guajava* L and *Limonium wrightii* Okinawam medicinal plants, against ischemia-reperfusion injury in perfused rat hearts. Pharmacology. No. 67 (3). Pp. 128 – 135.
64. Zamora T., Cárdenas E., Cjuste J. F., Colinas M. T. 2001. Anatomía del Daño por Rozamiento y por el *Colletotrichum gloesporioides* Penz. En fruto de Aguacate Hass. Agrociencia. No. 35. Pp. 237 – 244.
65. Zeledón R., Wan Fuh J. 1994 El cultivo de la guayaba Cañas Guanacaste, Costa Rica.
66. Zulfiqar M., Bransky, R. H., Timmer, L.W. 1996. Infection of flower and vegetative tissues of citrus by *Colletotrichum acutatum* and *Colletotrichum gloesporioides*. Mycologia. No. 88. Pp. 121 – 128.

Capítulo V

XI. ANEXO

DESCRIPCIÓN DE LOS FUNGICIDAS UTILIZADOS

✓ **SULTRICOB® 53**

Es un fungicida inorgánico cúprico de acción preventiva para el control de diversas enfermedades de los cultivos agrícolas. El ingrediente activo es el Sulfato tribásico de cobre monohidratado (Syngenta, Agro, S.A. de C.V.).

COMPOSICIÓN QUÍMICA:

- Ingrediente activo: Sulfato de cobre (Sulfato tribásico de cobre monohidratado).
- Con un contenido de cobre metálico como elemento no menor de 54 % en peso. No menos de: 92.60 %.
- Ingredientes inertes: Diluyentes, humectantes y dispersantes. No más de: 7.40 %. Total: 100.00 %.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

- Apariencia: Polvo fino homogéneo.
- Color: Verde.
- Densidad: 0.500 – 0.600 g/cm³.
- Olor: Inodoro.
- pH 5.0 – 7.0 (a 20°C).
- Temperatura de solidificación: -7 °C.
- Punto de inflamación: No se inflama.
- Punto de fusión: Descompone a 300 °C (572 °F).
- Solubilidad en agua: Insoluble pero dispersa para formar una suspensión.

FÓRMULA QUÍMICA: $\text{CuSO}_4 \cdot 3 \text{Cu} (\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

GRUPO QUÍMICO: INORGÁNICOS.

CATEGORÍA TOXICOLÓGICA: IV (Ligeramente tóxico).

MODO DE ACCIÓN:

Es un fungicida cúprico preventivo, útil para prevenir y controlar enfermedades fungosas que dañan a los cultivos. Como todos los compuestos de cobre, libera pequeñas cantidades del ión cobre en contacto con el agua desplazando a otros minerales esenciales para la vida de los hongos.

VENTAJAS:

- Previene gran variedad de enfermedades fungosas.
- Es un producto económico y fácil de manejar.
- No tapa las boquillas de su equipo de aplicación.

FITOTOXICIDAD:

No es fitotóxico si se utiliza en los cultivos y a las dosis recomendadas. Cuando se desconozca la compatibilidad de alguna mezcla de uso agrícola, deberá hacerse una prueba previa a su aplicación para evitar efectos fitotóxicos.

COMPATIBILIDAD:

SULTRICOB[®] 53 (Polvo humectable) es compatible con la mayoría de los plaguicidas formulados comercialmente. No es compatible con plaguicidas altamente alcalinos, ni con fenvalerato, paratión, clorpirifós ó dicloram. Se

recomienda usar las mezclas tan pronto se preparen y asegurarse que juntas tengan buena suspensión.

PRESENTACIÓN: Polvo humectable.

✓ **BAVISTIN®**

Es un fungicida sistémico de acción preventiva y curativa. El ingrediente activo es el Carbendazim: metil 1H-benzimidazol-2-il carbamato y está formulado como suspensión concentrada (BASF Mexicana, S.A. de C.V.).

COMPOSICIÓN QUÍMICA:

- Ingrediente activo: Carbendazim: metil 1H-benzimidazol-2-il carbamato. Con no menos de 50.00 %.
- Ingredientes inertes: Diluyente, humectante, dispersante y compuestos relacionados. No más de 50.00 %. Total 100.00 %.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

- Apariencia: Líquido, concentrado en suspensión (SC).
- Color: Blanco – gris.
- Densidad: 1.14 - 1.20 kg/l.
- Olor: Característico.
- pH (Sin diluir): 6.5 - 8.5 (a 20°C).
- Temperatura de solidificación: -7 °C.
- Punto de inflamación: No se inflama.
- Solubilidad en agua: Dispersable.
- Viscosidad: < 250 mPa.s (20°C).
- Tiempo de goteo: 60 sec. (20°C).

FÓRMULA QUÍMICA: $C_9H_9N_3O$.

GRUPO QUÍMICO: INORGÁNICOS.

CATEGORÍA TOXICOLÓGICA: III (Medianamente tóxico).

MODO DE ACCIÓN:

Es un fungicida de acción sistémica local, es absorbido por la planta y transportado a sus ápices mediante el flujo de savia. De esta manera la materia activa se distribuye en la planta a las partes situadas por arriba del lugar de penetración. La materia activa no pasa de las hojas hacia el tallo o tronco.

VENTAJAS:

- Tiene buenas propiedades adherentes.
- Protección adecuada contra pudriciones.
- Ideal para rotación y mezclas fungicidas.
- Amplio espectro de control.

FITOTOXICIDAD:

No es fitotóxico si se utiliza en los cultivos y a las dosis recomendadas.

COMPATIBILIDAD:

Compatible con muchos otros plaguicidas, pero incompatible con materiales alcalinos. En mezcla con triforine (SAPROL[®]) ofrece un buen efecto.

PRESENTACIÓN: Suspensión concentrada.

✓ BANKIT®

Es un fungicida sistémico de amplio espectro de acción, para el control preventivo y curativo de enfermedades fungosas en las plantas, con una estructura química basada en un producto de origen natural, que ofrece un efectivo control de los hongos. Su mecanismo de acción está relacionado con la inhibición de la respiración mitocondrial de los mismos y actúa sobre hongos que presentan pérdida de sensibilidad a otros grupos químicos (BASF Mexicana, S.A. de C.V.).

COMPOSICIÓN QUÍMICA:

- Ingrediente activo: Azoxistrobin (Metil (E)-2-2-6-(2-cianofenoxi)), pirimidin-4-iloxi-fenil-3-metoxiacrilato. No menos de: 23.75 %
- Ingredientes inertes: Adherentes, antiespumante, bactericida y agua. No más de: 76.25 %. Total: 100 %.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

- Apariencia: suspensión de color blanco a blanco – naranja.
- Olor: No disponible.
- Punto de fusión: No disponible.
- Punto de ebullición: No disponible.
- Densidad: 1.10 g/cm³ (20°C).
- pH: 7.0.
- Solubilidad en H₂O: Azoxistrobina: 6 mg/l (20°C).
- Presión de vapor: Azoxistrobina: 8.25 X10⁻¹³ mm Hg (20°C).

FÓRMULA QUÍMICA: C₂₂H₁₇N₃O₅.

GRUPO QUÍMICO: FUNGICIDA BETA-METOXIACRILATO.

CATEGORÍA TOXICOLÓGICA: IV (Ligeramente tóxico).

MODO DE ACCIÓN:

Al ser aplicado a las hojas infectadas, es absorbido presentando ligero movimiento a través de las nervaduras de la hoja vía xilema y movimiento translaminar; controlando infecciones ya establecidas, con un efecto curativo de 14 a 16 días. La actividad fungicida de BANKIT[®] resulta de la inhibición de la respiración mitocondrial en el hongo. Actúa sobre hongos que presentan pérdida de sensibilidad a otros grupos químicos.

VENTAJAS: Fungicida amigable con el ambiente.

FITOTOXICIDAD:

No se presentan síntomas de fitotoxicidad aplicando BANKIT[®] a las dosis recomendadas.

COMPATIBILIDAD:

Es compatible con la mayoría de los insecticidas y fungicidas usados en los cultivos de plátano y cambur/banano principalmente.

PRESENTACIÓN: Suspensión concentrada.

✓ **CUPRAVIT MIX[®]**

Es un fungicida que contiene un fungicida cúprico más un ditiocarbamato, ambos con acción por contacto que complementan los programas de alternancia de fungicidas sistémicos. Debe aplicarse preventivamente antes de que aparezcan los primeros síntomas (Syngenta, Agro, S.A. de C.V.).

COMPOSICIÓN QUÍMICA:

- Ingrediente activo: Oxiclورو de cobre + Mancozeb (Oxiclورو de cobre + Producto de coordinación del ión zinc y etilen bis ditiocarbamato de manganeso). Oxiclورو de cobre al 39.0 % y Mancozeb al 30.0 %.
- Ingredientes inertes: Diluyente, humectante y dispersante. No más de: 31.0 %. Total: 100.0 %.

PROPIEDADES FÍSICAS Y QUÍMICAS.

- Apariencia: Polvo fino homogéneo, verde claro – pardo.
- Olor: Débil.
- Punto de fusión: No disponible.
- Punto de ebullición: No disponible.
- Densidad: 1.20 g/cm³ (20°C).
- pH: 7.0.
- Solubilidad en H₂O: Insoluble (ingredientes activos).

FÓRMULA QUÍMICA:

- OXICLORURO DE COBRE: $3 \text{ Cu}(\text{OH})_2 \cdot \text{CuCl}_2$
- MANCOZEB: $[\text{-SCSNHCH}_2\text{CH}_2\text{NHCSSMN-}]_x (\text{Zn})_y$

GRUPO QUÍMICO: SALES INORGÁNICAS (COBRE) + DITIOCARBAMATOS.

CATEGORÍA TOXICOLÓGICA: IV (Ligeramente tóxico).

MODO DE ACCIÓN:

El cobre contenido en las partículas del compuesto cúprico se disuelve en una pequeña proporción y los iones de cobre son concentrados por el organismo. El

Cobre sustituye a otros metales esenciales para la vida de los organismos en cantidades infinitesimales produciendo una intoxicación y consecuentemente la muerte. Su mezcla con Mancozeb aumenta y complementa el campo de acción del producto.

VENTAJAS:

- Debido a la acción sinérgica del Cobre y Mancozeb, posee efecto sobre una gran variedad de patógenos que atacan los cultivos agrícolas.
- Su formulación es fácil de manejar en campo. No genera grumos en el equipo de aplicación.
- Por su fino tamaño de partícula evita taponamientos en el equipo de aspersión.

FITOTOXICIDAD: No es fitotóxico si se utiliza en los cultivos y a las dosis recomendadas. Cuando se desconozca la compatibilidad de alguna mezcla de uso agrícola, deberá hacerse una prueba previa a su aplicación para evitar efectos fitotóxicos.

COMPATIBILIDAD:

Es compatible con los plaguicidas de uso común en la agricultura. No mezclar con productos de reacción alcalina. La mezcla con otros productos será con aquellos que tengan registro vigente.

PRESENTACIÓN: Polvo humectable.