

Universidad de Guadalajara

CENTRO UNIVERSITARIO DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y
AGROPECUARIAS

DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y AMBIENTALES



Pudrición blanda en el fruto de mango (*Mangifera indica*) causada por el
hongo *Choanephora* sp.

TESIS PROFESIONAL

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN BIOLOGÍA

PRESENTA:

Karla Verónica Beas Ruvalcaba.

LAS AGUJAS, ZAPOPAN, JAL., OCTUBRE DE 2007.



Universidad de Guadalajara
Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias

*Coordinación de Titulación y Carrera de Licenciatura
en Biología*
447/ C. C. BIOLOGÍA

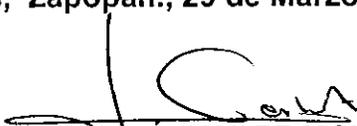
C. KARLA VERONICA BEAS RUVALCABA
PRESENTE

Manifestamos a usted que con esta fecha ha sido aprobado su tema de titulación en la modalidad de: **TESIS E INFORMES** opción **TESIS** con el título : **“Putridión Blanda En el Fruto De Mango(*Magnifera indica*) Causada por El Hongo *Choanephora sp* ”** para obtener la Licenciatura en Biología.

Al mismo tiempo le informamos que ha sido aceptado como Director / a de dicho trabajo al/la: **DR. JOSE LUIS MARTÍNEZ RAMÍREZ** y como asesor/a:

Sin más por el momento, le envío un caluroso saludo.

ATENTAMENTE
“PIENSA Y TRABAJA”
Las Agujas, Zapopan., 29 de Marzo del 2006.


DR. CARLOS ÁLVAREZ MOYA
PRESIDENTE DEL COMITÉ DE TITULACIÓN


DRA. LAURA GUADALUPE MEDINA CEJA
SECRETARIO DEL COMITÉ DE TITULACIÓN



COORDINACIÓN DE LA CARRERA DE
LICENCIADO EN BIOLOGÍA

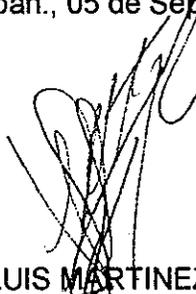
C.c.p. DR. JOSE LUIS MARTÍNEZ RAMÍREZ - Director del trabajo

Dr. Fco. Martín Huerta Martínez.
Presidente del Comité de Titulación.
Licenciatura en Biología.
CUCBA.
Presente

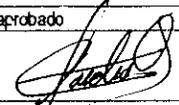
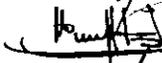
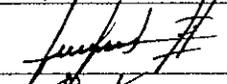
Nos permitimos informar a usted que habiendo revisado el trabajo de titulación, modalidad **TESIS E INFORMES**, opción **TESIS** con el título: "**Pudrición blanda en el fruto de mango (*Mangifera indica*) causada por el hongo *Choanephora sp.***" que realizó el/la pasante **Karla Verónica Beas Ruvalcaba** con número de código **398256245** consideramos que ha quedado debidamente concluido, por lo que ponemos a su consideración el escrito final para autorizar su impresión.

Sin otro particular quedamos de usted con un cordial saludo.

Atentamente
Las Agujas, Zapopan., 05 de Septiembre de 2007.



DR. JOSE LUIS MARTINEZ RAMIREZ
Director del trabajo

Nombre completo de los Sinodales asignados por el Comité de Titulación	Firma de aprobado	Fecha de aprobación
M. C. Luz Elena Claudio García		21/09/07
M.C. Gregorio Nieves Hernández		10-09-07
M.C. Hector Luquín Sánchez		10-09-07
Supl. M.C. Francisco Zamora Natera		10-09-07

Dr. Fco. Martín Huerta Martínez.
Presidente del Comité de Titulación.
Licenciatura en Biología.
CUCBA.
Presente

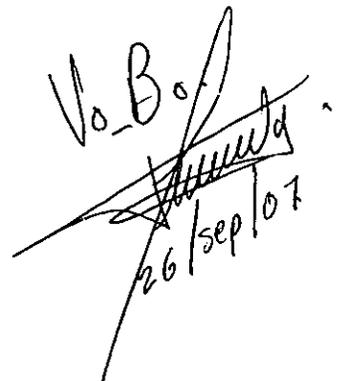
Esperando que se encuentre en las mejores condiciones, deseo pedir el permiso para imprimir mi tesis en tamaño carta ya que la misma contiene imágenes que tienen detalles que solo se pueden apreciar en un tamaño un poco mas grande y de color, he acudido a los lugares donde las imprimen, pero están a un precio que no puedo costear; en otro lugar puedo conseguir las impresiones mas económicas y nítidas las imágenes pero solo en tamaño carta, razón por la cual deseo que se analice mi caso y si es posible se me permita imprimirla así.

Sin mas por el momento, aprovecho para enviarle un cordial saludo y quedo de usted como S.s.

Atentamente


Karla Verónica Beas Ruvalcaba
Codigo 398256245

Las Agujas, Zapopan., 24 de Septiembre de 2007.


Vo. Bo.
26/sep/07

“La verdadera ciencia está muy por encima de los apasionamientos políticos, de las diferencias de raza e idioma y de los sectarismos religiosos”.

Orison Swett Marden (1850-1924)

“Poca ciencia aleja muchas veces de Dios, y mucha ciencia conduce siempre a él”.

Sir Francis Bacon (1561-1626)

DEDICATORIA

A DIOS, por otorgarme la vida e iluminar mi camino, por darme la capacidad para realizar mis estudios y libertad para alcanzar mis sueños.

A MI QUERIDISIMA MADRE, Guadalupe Ruvalcaba Ornelas, por estar siempre conmigo, por impulsarme y apoyarme en todos los momentos felices pero sobretodo en los momentos de tristeza en los que me dio consuelo y acogió como si fuera aun una niña. Por sacarme adelante y darme una carrera profesional.

A MI ESPOSO, Juan Andres Robles Gómez, el amor de mi vida, por acompañarme siempre, por darme su cariño y apoyo, por siempre estar ahí cuando mas lo necesitaba. Por todos los momentos de felicidad que me ha brindado y que lo sigue haciendo.

A MIS HERMANOS, Carlos Gerardo, Karen Christina, Erick Armando y mi sobrino José Manuel, que de una forma u otra me han impulsado para seguir adelante y me han ayudado a cumplir mis metas.

A MIS AMIGOS, por darme algo tan importante como lo es la amistad y los momentos de felicidad que compartimos.

AGRADECIMIENTOS

A mi *Alma mater*, la Universidad de Guadalajara, por darme la oportunidad de pertenecer a ella y formarme profesionalmente.

Al Dr. José Luis Martínez Ramírez mi director de tesis, por compartirme sus conocimientos, experiencia, sus valiosas sugerencias para la elaboración de mi tesis y estar siempre dispuesto a solucionar mis dudas.

A mis sinodales M.C. Luz Elena Claudio, M.C. Hector Luquín S., M.C. Gregorio Nieves H., y Dr. Francisco Zamora Natera, por su disposición para la revisión de mi tesis y sus acertadas correcciones así como sus consejos.

A todas las personas que de manera directa o indirecta me apoyaron para llevar buen a termino mi tesis..... a todos gracias.

ÍNDICE DE CONTENIDO

Índice de contenido	i
Índice de cuadros y figuras.....	v
Resumen.....	vi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Objetivo general.....	3
1.2. Objetivos particulares.....	3
1.3. Hipótesis.....	3
II. ANTECEDENTES.....	4
2.1 Nombres y significados.....	5
2.2 Área de distribución.	5
2.3 Taxonomía.....	6
2.3.1. Descripción de la especie.....	6
2.3.1.1. Porte del árbol.....	6
2.3.1.2. Flores y fenologías.....	6
2.3.1.3. Frutos.....	7
2.3.1.4. La semilla.....	7
2.3.1.5. Cultivo.....	8
2.3.1.6. Importancia del género.....	8
2.3.1.7. Variedades.....	8
2.4. Requerimientos del cultivo.....	9
2.4.1 Temperatura.	9

2.4.2 Luminosidad.....	10
2.4.3 Precipitación pluvial.....	10
2.4.4 Vientos.....	10
2.4.5 Altitud.....	10
2.4.6 Suelos.....	11
2.5. Importancia económica.....	11
2.6. Problemas fitosanitarios del cultivo.....	13
2.6.1. Antracnosis.....	14
2.6.2. La pudrición por <i>Alternaria</i> o mancha negra.....	14
2.6.3. Roña.....	14
2.6.4. Pudrición del pedúnculo.....	14
2.6.5. Escoba de bruja o malformación.....	14
2.6.6. Cenicilla.....	15
2.6.7. Pudrición texana.....	15
2.6.8. Muerte descendente.....	16
2.6.9. Cáncer de tronco.....	16
2.6.10. Mancha foliar.....	16
2.6.11. Enfermedad rosa.....	16
2.6.12. Enfermedades ocasionadas por bacterias.....	17
2.7. Generalidades de los hongos fitopatógenos.....	17
2.8. Descripción de <i>Choanephora cucurbitarum</i>	18
2.8.1. Características principales.....	18
2.8.2. Características taxonómicas del hongo.....	19

2.8.3. Clasificación taxonómica	20
2.8.4. Síntomas.....	20
2.8.5. Control del hongo.....	20
2.8.6. Medios de cultivo.....	21
2.9. Los postulados de Koch en la fitopatología.....	21
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	23
3.1. Primer postulado de Koch.....	23
3.2. Segundo postulado de Koch.....	23
3.2.1. Preparación de medio de cultivo.....	23
3.2.2. Desinfección de material enfermo.....	24
3.2.3. Obtención y purificación de la cepa	24
3.2.4. Identificación del fitopatógeno.....	24
3.3. Tercer postulado de Koch	24
3.3.1. Pruebas de patogenicidad.....	24
3.4. Cuarto postulado de Koch.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
4.1. Primer postulado de Koch.....	27
4.2. Segundo postulado de Koch	27
4.2.1. Obtención y purificación de la cepa.....	27
4.2.2. Identificación del fitopatógeno en fresco.....	27
4.3. Tercer postulado de Koch.....	27
4.3.1. Pruebas de patogenicidad.....	27
4.4. Cuarto postulado de Koch.....	30

4.5. Ciclo de vida de <i>Choanephora cucurbitarum</i>	32
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	34
VI. LITERATURA CITADA.....	35

ÍNDICE DE CUADROS Y FIGURAS

Figura 1. El área sombreada representa de forma aproximada las regiones de distribución natural del mango.....	4
Figura 2. Distribución mundial del mango.....	6
Cuadro 1. Medios de cultivo utilizados para el género <i>Choanephora</i>	21
Figura 3. Esquema de los pasos a seguir en la metodología.....	26
Figura 4. Mancha inicial después de realizar inoculación.....	28
Figuras 5 y 6. Tejido interno necrosado.	29
Figura. 7. Inicio de invasión de micelio en el fruto del mango.....	29
Figuras 8 y 9. a) Micelio cubriendo frutos de mango; b) Tejido necrosado interno.....	30
Figura 10. a) Conidióforo de <i>Choanephora cucurbitarum</i> , b y c) esporangióforos, d) Micelio, e y f) Esporangiosporas de <i>Choanephora cucurbitarum</i>	31
Figura 11. Ciclo de vida de <i>Choanephora cucurbitarum</i>	32

RESUMEN

En el estado de Nayarit y del estado de Jalisco en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, se detectaron brotes de una enfermedad desconocida que afecta el fruto del mango (*Mangifera indica*); por tal motivo, se realizaron trabajos de laboratorio, para determinar correctamente la etiología de la enfermedad. Se colectaron muestras de frutos enfermos y se aplicaron los postulados de Koch para la identificación del patógeno; las muestras de dichos frutos, se desinfectaron y sembraron en medio de cultivo de PDA (Papa Dextrosa Agar) e incubaron a temperatura ambiente. Consistentemente se obtuvo al hongo *Choanephora cucurbitarum*. Se realizaron pruebas de patogenicidad usando frutos sanos de mango, se inocularon depositando una gota de suspensión de esporas con una concentración de 1.3×10^{-6} propágulos por mililitro; se inocularon otros frutos de mango hiriendo con una aguja la epidermis del fruto. Se colocaron en una cámara húmeda durante una semana, haciendo revisiones diarias para registrar el avance de la infección. A los dos días de iniciada la prueba, se observó una pequeña mancha de color gris, que posteriormente cambió a un tono oscuro casi negro, idéntico al observado en los frutos colectados en campo. Para los siguientes 5 días la pudrición de los frutos inoculados avanzó internamente, hasta llegar a la semilla, como pasó en forma natural en los árboles de Nayarit. Los frutos no inoculados usados como testigo permanecieron sanos. Al final del experimento se realizaron aislamientos de los frutos inoculados, usando la misma técnica. Nuevamente se aisló e identificó al hongo causante de dicha enfermedad cumpliendo así con los postulados de Koch. Con los resultados obtenidos se concluyó que *Choanephora cucurbitarum* es el hongo causante de la pudrición blanda en el fruto de mango.

I. INTRODUCCIÓN

México se considera como el principal exportador mundial de mango con 53.4% del volumen producido y ocupa el tercer lugar como productor de dicho cultivo (FAO, 2005).

La producción nacional de esta fruta, en los últimos años, ha oscilado alrededor de 1.5 millones de toneladas en una superficie de 170 mil Has localizadas principalmente en los estados de Sinaloa, Nayarit, Colima, Michoacán, Oaxaca, Jalisco (Mata y Mosqueda, 1998) y Chiapas que aportan poco más del 90% del volumen de la exportación nacional (Zarazúa y Ponce, 2004).

El cultivo de mango en México representa una fuente importante de empleo permanente para aproximadamente 15,000 pobladores de las áreas rurales (Rico y Rosales, 1998), además, las exportaciones de este fruto a diferentes países como Canadá, Estado Unidos y Japón generan continuamente importantes divisas (Mata y Mosqueda, 1998; Galán-Saúco, 1999).

Sin embargo, como en otros cultivos, el ataque de enfermedades ocasionadas por hongos fitopatógenos es uno de los principales factores que reducen los rendimientos, ejemplo de ello son la antracnosis o la mancha negra ocasionada por *alternaria*, enfermedades severas que ocasionan daños desde la flor hasta frutos cosechados. En el año 2000 en San Blas en el estado de Nayarit, se detectó en las huertas productoras de mango una enfermedad que ocasiona el secado de panículas y la pudrición del fruto por lo que en ese mismo año se realizó una investigación arrojando que el fitopatógeno causal era *Choanephora cucurbitarum*. Mas adelante fue observada la enfermedad en frutos de mango variedad Criollo Barranqueño, en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, aislándose al mismo hongo. La enfermedad se volvió a presentar en el año 2005 en la localidad de Milpas Viejas también en el estado de Nayarit, causando fuertes perdidas a los productores (Martínez-Ramírez, 2005).

Se ha encontrado que el hongo *Choanephora cucurbitarum* es favorecido para su proliferación por temperaturas iguales o superiores a los 25° C combinadas con periodos largos de humedad (APS, 1999); y el suelo donde este ha proliferado queda contaminado por las zigosporas que se mantienen

latentes para conservarse viable hasta que las condiciones vuelvan a ser favorables (Agrios, 2004).

En este sentido, el trabajo tuvo como objetivos determinar correctamente la etiología de la enfermedad y confirmar el agente causal de la pudrición blanda del mango mediante los postulados de Koch; ésto permitirá posteriormente la detección de la enfermedad en su fase temprana y así mismo realizar las recomendaciones necesarias para su control biológico y/o químico con la intención de contribuir en reducir las pérdidas económicas que se dan en las regiones productoras del país.

1.1. Objetivo General.

Identificar el hongo fitopatógeno causante de la pudrición blanda del fruto de mango mediante los postulados de Koch.

1.2. Objetivos particulares.

- Aislar e identificar las características taxonómicas del patógeno causante de la pudrición blanda del fruto del mango mediante microscopía de luz.
- Comprobar mediante los postulados de Koch que *Choanephora* sp. es el agente causal de la pudrición blanda del fruto del mango.

1.3. Hipótesis.

El hongo fitopatógeno *Choanephora* sp. es el agente causal de la pudrición blanda del fruto de mango.

II. ANTECEDENTES

El mango, junto con el aguacate y la papaya es considerado uno de los frutos tropicales de mayor importancia y la especie mas representativa dentro de la familia a la que pertenece (Anacardiaceae), (Galán-Saúco, 1999).

Desde épocas remotas, su fino sabor y aroma, su atractivo color y su valor nutritivo, lo hicieron favorito del hombre (Arellano, 1976).

A pesar de que se desconoce su centro de origen, se considera que el mango es probablemente nativo de los bosques montanos bajos del este de la India, Bangladesh y Myanmar (Burma), que se encuentra entre los 16° y 28° de latitud norte. Algunos autores creen que su distribución natural tal vez incluya los bosques del centro y sudoeste de la India, Tailandia, Laos, Vietnam, Kampuchea y la península Malaya (Parrotta, 1993). Fig. 1.

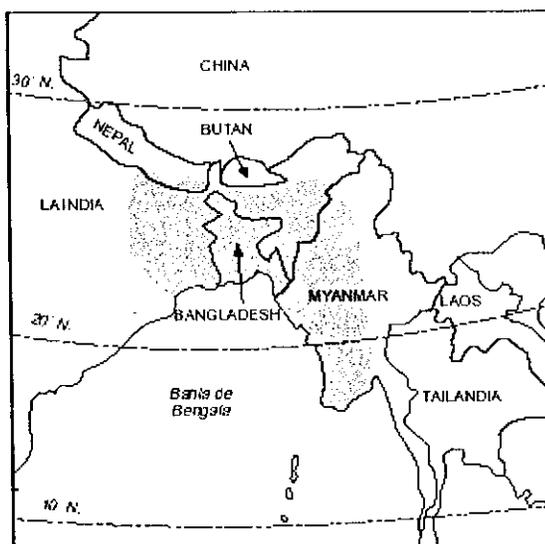


Figura 1. Regiones de distribución natural del mango (Área sombreada), (Parrotta, 1993).

El mango se cultiva desde tiempos remotos como lo prueban las referencias en los libros de los Vedas (Sagradas Escrituras hindúes escritas entre el 2000 y el 1500 a. C.) en el que se habla del antiguo origen del mango (Popenoe, 1920). Algunos botánicos han estimado que esta planta fue domesticada por el hombre desde hace 6000 años (Galán-Saúco, 1999). Durante los siglos quinto y cuarto antes de Cristo, monjes budistas llevaron el mango desde la India, a la península Malaya y a otras partes del sudeste y este de Asia. En el siglo décimo después de Cristo, los persas lo transportaron de la India al Medio

Oriente y en el siglo dieciséis se introdujo de Goa (India) al África del este y del oeste por comerciantes portugueses (Parrotta, 1993). En el siglo XVII, los portugueses lo llevaron a las costas de Brasil y de allí se distribuyó al resto del continente americano, llegando de la Isla Barbados a la costa del Golfo de México en el Estado de Veracruz (Labeaga *et al*, 1993). Estos mismos autores mencionan que el mango fue introducido a México, por dos vías distintas, la de las Filipinas traído en galeones por los españoles que viajaban entre Manila y Acapulco, desde antes del año 1779 y de las Islas hindúes del Oeste, a principios del siglo XVIII, de donde se propagó a Hawai (Nava, 1984). La dispersión del mango por el subcontinente hindú y por el archipiélago malayo, fue sin duda muy rápida; de hecho se ha sugerido que la domesticación de esta especie, pudo haber ocurrido independientemente en varias áreas del sudeste de Asia; lo que explicaría las diferencias existentes entre los cultivares poliembrionicos de Myanmar, Tailandia, Indochina y Vietnam; y los cultivares monoembrionicos de la India (Bompard y Schnell, 1997).

2.1. Nombres y significados.

La palabra de la lengua sánscrita para el mango es "amra" que significa "perteneciente a la gente", pues esto se atribuye a que el mango es parte integral de la vida cotidiana de la gente que vive cerca de los trópicos. Los nombres tamiles "man-kay", "man-gay", "man-gass" (gass = árbol) del que deriva el nombre malayo "mangga", han dado lugar a la actual denominación de la fruta "*mango*" en español e inglés y *manga* en portugués (Kosterman y Bompard, 1993).

2.2. Área de distribución.

El mango ha sido cultivado y naturalizado tan extensamente, que su distribución mundial se puede considerar como pantropical, pues abarca desde

los 33° de latitud Sur a los 36° de latitud Norte (Galán-Saúco, 1999). Fig. 2.

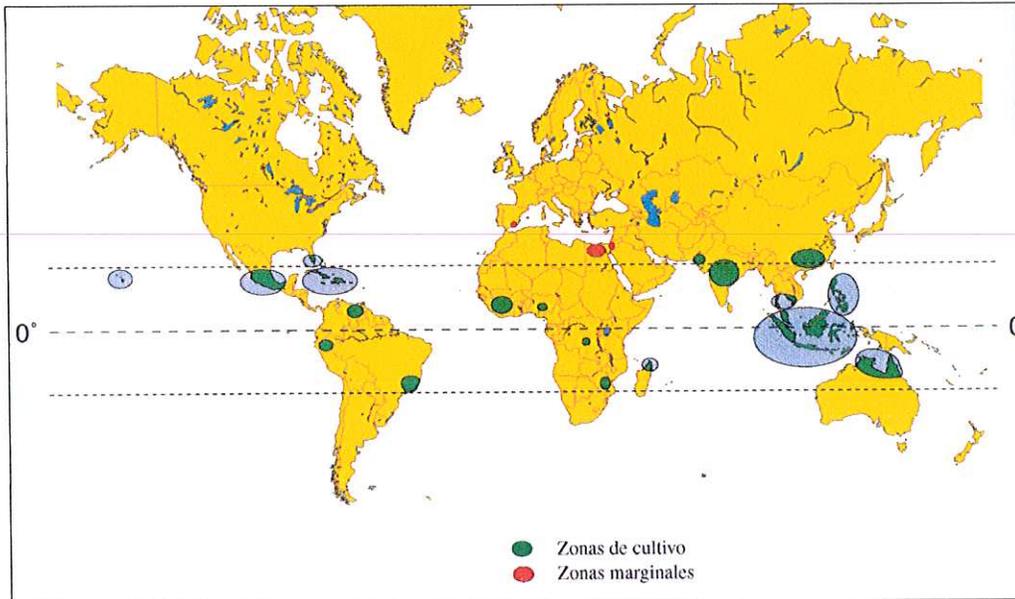


Figura 2. Distribución mundial del cultivo del mango (Galán-Saúco, 1999).

2.3. Taxonomía.

De acuerdo a Galán-Saúco (1999), la clasificación taxonómica del mango es la siguiente:

División:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Subclase:	Rosidae
Orden:	Sapindales
Familia:	Anacardiaceae
Género:	<i>Mangifera</i>
Especie:	<i>Mangifera indica</i>

2.3.1. Descripción de la especie.

2.3.1.1. Porte del árbol. El mango es un árbol siempreverde de tamaño mediano a grande, que típicamente crece a una altura de 25 m con una copa redondeada muy densa, con hojas verde oscuro y un tronco robusto, con corteza gruesa y áspera.

2.3.1.2. Flores y fenología. Las flores, fragantes y con un cabillo corto, tienen en su superficie vellos finos y son en parte masculinas y en parte bisexuales (polígamas) y forman racimos terminales de buen tamaño (panículas) de 15 a 20 cm de largo con ramificaciones vellosas y rojizas

conteniendo hasta 6,000 flores. Las flores individuales consisten de un cáliz amarillo verdusco con lóbulos muy marcados y de 1.5 mm de largo; cinco pétalos extendidos de 3 a 4 mm de largo, de un color que va de rojo a rosado o blanco; cinco estambres; y, en flores bisexuales, un pistilo con un ovario de una sola célula y un estilo delgado lateral. Los principales agentes polinizadores son los insectos, particularmente de los órdenes Díptera, Himenóptera, Lepidóptera y Coleóptera.

La fenología de la florescencia, difiere dependiendo de la variedad y la localidad. Mientras que unas pocas variedades en la India florecen a través de un período extenso, con dos a tres florescencias por año, la mayoría lo hace solamente una vez al año. La florescencia ocurre por lo general de febrero a abril en el norte de la India, de enero a marzo en el sur de la India, de enero a febrero en el oeste de África y de noviembre a julio en Puerto Rico y otras regiones del Caribe. En México se lleva a cabo entre octubre y mayo, con un pico entre diciembre y enero. El número de flores producido tiende a ser muy variable de año a año en muchas variedades de mango.

Usualmente el mango florece por primera vez, cuando los árboles tienen aproximadamente 10 años; sin embargo, árboles que han sido propagados vegetativamente (mediante injertos) pueden florecer durante el primer año y dar fruto en 4 ó 5 años.

2.3.1.3. Frutos. Los frutos o drupas poseen una sola semilla y son aromáticos y de forma elíptica, madurando de 2 a 4 meses después de la florescencia, dependiendo de la variedad y la localidad. Los frutos salvajes son de aproximadamente 3.5 a 10 cm de largo, mientras que las de variedades de cultivo son considerablemente más grandes, por lo general de 8 a 20 cm de largo y de 6 a 12 cm de ancho, ligeramente aplastados y angostos en la región del ápice. El desarrollo fisiológico del fruto, a partir de su amarre, se lleva a cabo en aproximadamente 16 semanas (dependiendo de la variedad). En ese periodo se registra un continuo aumento en el peso y dimensiones, mismo que reduce considerablemente entre la novena y catorceava semana, tiempo en el cual se desarrolla el hueso (Litz, 1994; Rodríguez *et al*, 1995).

2.3.1.4. La semilla. Está cubierta de una pepita fibrosa y en medio de una pulpa anaranjada, gruesa y jugosa, y pesa aproximadamente 25 g ó aproximadamente el 13 % de el peso total de la fruta. La semilla es aplanada,

constituida en su mayor parte por los cotiledones. Algunas semillas son monoembriónicas con un embrión zigótico solamente; otros son poliembriónicos con 2 a 12 embriones en los cuales los embriones apomíticos se producen desde las células epidérmicas de la nucela y el embrión zigótico puede o no puede estar suprimido. Los embriones que no se derivan del proceso sexual, dan origen a plantas genéticamente idénticas a la planta madre. La mayoría de los cultivares hindúes son monoembriónicos con la evolución de líneas poliembriónicas en las regiones de Malasia y Filipinas (Ramírez, 1991).

Los mamíferos que se alimentan de la fruta, como murciélagos frugívoros en su área de distribución natural, son los principales agentes dispersadores de semillas. En otras áreas de su distribución, las semillas son dispersadas por el ganado y los seres humanos.

2.3.1.5. Cultivo. Las semillas para el cultivo, deben ser recolectadas de frutas plenamente maduras que han caído del árbol naturalmente y han sido secadas al aire en un lugar fresco después de remover la pulpa (Parrotta, 1993).

2.3.1.6. Importancia del género. El género *Mangifera* cuenta con 62 especies (Parrotta, 1993), de las que sólo 15 especies producen fruta comestible (Litz, 1994), entre las que podemos encontrar *M. altísima*, *M. caesia*, *M. odorata*, que son especies nativas en el sudeste asiático e islas circunvecinas y *M. indica* es la que principalmente se cultiva para su comercialización. Otras especies restantes son importantes como "portainjertos" o tienen importancia potencial en programas de mejoramiento genético, ya que poseen flores con 5 estambres fértiles, mientras que el mango comercial cuenta con sólo 1 o 2 estambres fértiles por flor y son diploides pues tienen $2n = 40$ cromosomas (Arellano, 1976; Rodríguez *et al*, 1995).

2.3.1.7. Variedades. Dentro de las variedades que se cultivan en nuestro país están las siguientes:

Tommy atkins. Fruto de excelente calidad, de forma redonda y tamaño mediano (350 a 450 g), en el que predomina el color rojo. La pulpa es jugosa con poco contenido de fibra. Tiene la desventaja de que si no se corta en su madurez óptima, presenta problemas en el manejo pos-cosecha (Arellano, 1976; Orozco, 1983; Rico y Rosales, 1998).

Haden. Fruto que presenta una base de color amarillo en chapeo rojo, que lo hace muy atractivo, tanto para el mercado nacional como para el de exportación. Los frutos registran un peso de 300 a 400 g. Su pulpa es jugosa con poca fibra y de buen sabor (Rico y Rosales, 1998).

Manila. Produce frutos de tamaño medio de 200 - 275 g, de forma elíptica y de color amarillo, con cáscara delgada, pulpa amarilla firme, muy dulce y sabrosa. Cuenta con un bajo contenido en fibra. Esta variedad es ampliamente aceptada en el mercado nacional, tanto para consumo en fresco como de productos industrializados (Rico y Rosales, 1998).

Kent. Los frutos pesan 500 a 700 g. La base es de color verde amarillento con chapeo rojo. Presenta la desventaja de ser muy susceptible a la antracnosis, debido a que la época de cosecha coincide con la temporada lluviosa (Rico y Rosales, 1998).

Keitt. Fruto grande, con un peso que varía de 600 a 800 g. La base del fruto es de color verde con chapeo rosa-rojizo. Tiene una pulpa muy dulce con escaso contenido de fibra (Rico y Rosales, 1998).

Ataulfo. Su fruto tiene gran aceptación por su excelente calidad; es de color amarillo, resistente al manejo y con un peso promedio que varía de 200 a 370 g. El color de la pulpa es amarillo y no presenta fibras (Rico y Rosales, 1998).

Irwin. El color del fruto es rojizo, con chapeo púrpura y su peso oscila entre 250 a 310 g. La pulpa es de color amarillo intenso, con nulo contenido de fibra y exquisito sabor. Su defecto principal es que el fruto no resiste el manejo, por lo cual, no es apto para exportación y su mercado es limitado (Rico y Rosales, 1998).

2.4. Requerimientos del cultivo.

2.4.1. Temperatura. Puede desarrollarse bien en climas donde la media del mes más frío no sea menor a 15°C, pues los árboles son sensibles a bajas temperaturas y mueren cuando se exponen a temperaturas cercanas al punto de congelación. Pursglove (1968, citado por Galán-Saúco, 1999), indica que la temperatura óptima para el crecimiento del mango es de 24 - 27°C, mientras que Chochko (1986, citado por Galán-Saúco, 1999) señala 30 - 34°C es el rango de temperatura ideal tanto para floración y maduración del fruto .

2.4.2. Luminosidad. El mango es muy exigente de niveles adecuados de radiación solar para su floración y fructificación. No obstante, se ha observado que el tiempo húmedo y nublado produce buena floración (Mata y Mosqueda, 1998).

Aun sin haber sido experimentalmente documentado, la luz puede influir en el tamaño del fruto; a menor iluminación, menor tamaño. Un hecho bien conocido es que los frutos con mayor exposición a la luz, desarrollan una coloración rosa-roja, debido al incremento de pigmentos antocianicos (Galán-Saúco, 1999).

2.4.3. Precipitación pluvial. El mango es una planta de clima monzónico; para vegetar y fructificar normalmente necesita de una estación seca alternada con un periodo lluvioso (Gascón, 1978; Rodríguez, 1995; Mata y Mosqueda, 1998). Este puede desarrollarse en áreas donde la precipitación varía de 240 a 5000 mm anuales. Pero más que la cantidad, importa el periodo en que ocurre, ya que a bajas precipitaciones durante el tiempo de fructificación, la producción puede ser satisfactoria y a veces excelente (Mata y Mosqueda, 1998). Los mejores rendimientos proceden de sitios que reciben entre 750 y 1300 mm de precipitación, con una estación seca bien definida durante la florescencia (Párrotta, 1993).

2.4.4. Vientos. Los vientos fuertes y fríos, en algunas regiones son limitantes para el cultivo comercial del mango, pues pueden ocasionar fuertes pérdidas en la floración y aún en la fruta próxima a cosechar; los vientos calientes acompañados de temperaturas altas y baja humedad relativa, llegan a romper el equilibrio hídrico de la planta por una excesiva evapotranspiración (Mata y Mosqueda, 1998). Los daños son directamente proporcionales a la intensidad de los mismos (Galán-Saúco, 1999).

2.4.5. Altitud. En la mayor parte de su distribución natural, el mango crece en bosques a altitudes de entre 300 y 900 m, pero se ha cultivado con éxito a altitudes cercanas al nivel del mar hasta 1500 m, a pesar de que crece mejor a menos de 600 m (Párrotta, 1993). En el subtrópico, las huertas comerciales deben establecerse a nivel del mar. En México, el mango se cultiva comercialmente en áreas costeras y en algunas cuencas interiores, pero nunca arriba de 650 m.s.n.m. (Mata y Mosqueda, 1998).

2.4.6. Suelos. El mango prefiere suelos arcillosos aluviales con buen drenaje y arcillas arenosas, dentro de su área de distribución natural y artificial se caracterizan por suelos derivados de gneis y de otros materiales cristalinos y metamórficos. El mango crece de manera pobre en arcillas compactas, suelos calcáreos y suelos con un subsuelo rocoso (Parrotta, 1993). Los suelos ácidos dañan el cultivo en especial los de pH menores de 5.5. Los límites más adecuados están entre los 5.5 -7.5.

2.5. Importancia económica.

Actualmente el mango se cultiva, por lo menos, en 87 países de los cinco continentes y se logra una producción estimada de 23 millones de toneladas anuales (Allende-Molar, *et al*, 2002). Los principales países productores son la India, que es el más importante productor, ya que aporta un 50.7% de la producción a nivel mundial (Lamb, 1998). Le sigue China, México y Tailandia (Allende-Molar *et al*, 2002), Brasil, Filipinas e Indonesia que aún siguen perteneciendo al grupo de mayores productores del mundo (FAO, 2003).

México es el principal exportador mundial de mango con 53.4% del volumen producido (Rico y Rosales, 1998); le siguen en volúmenes exportados, Filipinas con el 12.5%, la India con el 7.8%, Pakistán 4.7%, Holanda 4.2%, Brasil 3.7%, Hong Kong 3% y Sudáfrica con el 2.7%. En conjunto totalizan el 92% de las exportaciones mundiales (FAO, 1997).

Las razones por las que México domine el mercado norteamericano es por la cercanía con este, oferta de fruta, antigüedad y ante todo al crédito que se otorga al mango mexicano por ser de mejor calidad con respecto al de la fruta procedente de Haití y otros países del Caribe, Centro y Sudamérica.

En 1997, México exportó a EUA mangos por un valor algo inferior a \$97.5 millones de dólares (Industry Canadá, 1999) con un total aproximado de 150,000 toneladas, que representa 80% del total comercializado.

Análogamente, México es el principal abastecedor del mercado canadiense con aproximadamente un 78% y una aportación del 6% para Europa y Japón (Galán-Saúco, 1999).

Como EUA resulta es el principal importador mundial de mango y México su principal abastecedor, los precios de aquel país son la referencia principal (Rico y Rosales, 1998).

Actualmente, los comercializadores mexicanos están ampliando el destino de sus exportaciones de mango, con el fin de llegar a un número mayor de países europeos, tales como Escandinavia, Suecia, Italia y España y a mediano plazo a los mercados de Europa oriental y del cercano oriente como una estrategia para evitar sobreabastecimiento del mercado americano (Lamb,1998).

En México a lo que se refiere al mercado nacional, Japón esta considerado como uno de los principales importadores de mango Manila, pues se han tenido incrementos en el consumo de esta variedad en los últimos años por dicho país (Mata y Mosqueda, 1998).

Debido a que México cuenta con condiciones agroclimáticas favorables para la producción de mango, durante la mayor parte del año, cuando ingresa al mercado sus exportaciones son superiores a los 5 millones de dólares mensuales, que oscilan entre 5 000 y 38 000 toneladas. En solo cinco meses del año se obtiene el 80% de la producción total del país (Rico y Rosales, 1998). La cosecha se inicia desde el mes de febrero en el sureste y termina en noviembre en Baja California Sur, pero se concentra principalmente en los meses de abril a mayo, cuando se tiene la producción procedente del estado de Veracruz.

Haití y Guatemala son los principales competidores de México, pero sus exportaciones mensuales, en conjunto, no superan los 4 millones de dólares y las 6 000 toneladas (Lamb, 1998).

La producción en campo en el año 2002 fue de 1.4 millones de toneladas y exportó 198.5 mil toneladas; el valor de dicha producción fue de 3 590 millones de pesos generando divisas por unos 129 millones de dólares (Zarazúa y Ponce, 2004).

La producción nacional de esta fruta, en los últimos años, ha oscilado alrededor de 1.5 millones de toneladas en una superficie de 170 mil has localizadas principalmente en los estados de Sinaloa, Nayarit, Colima, Michoacán, Oaxaca, Jalisco (Mata y Mosqueda, 1998) y Chiapas que aportan poco más del 90% del volumen de la exportación nacional (Zarazúa y Ponce, 2004).

Las variedades rojas más populares en el comercio internacional especialmente en EUA son: Kent, Haden, Tommy atkins e Irwin red.

La variedad verde que se está posicionando con mayor rapidez dentro del mercado internacional principalmente el mercado europeo es: Keitt.

Recientemente se inicio la comercialización de las variedades amarillas Ataulfo y Manila, que son consumidas preferentemente por la población oriental y latina residente en Europa y EUA.

Las variedades principales que México comercializa son: Tommy atkins (49%), Haden (23%), Kent (24%) y Keitt (4%). En los últimos años han cobrado auge las exportaciones de la variedad Ataulfo, que representó casi el 5% del total de mango mexicano que se envió a Estados Unidos en 1997 (Lamb, 1998).

La variedad Tommy atkins es la mas común en los mercados ya que se adapta muy bien a las condiciones de transporte a grandes distancias y tiene un mayor tiempo de maduración, pero no tiene las características mejores en cuanto a sabor y aroma; en cambio, las variedades Keitt, Irwin, Kent y Ataulfo o criollo mexicano, destacan por su sabor (Lamb, 1998).

Actualmente, se comercializan el mango criollo y las variedades mejoradas, pero se tiene mas demanda por el mango Manila (Mata y Mosqueda, 1998).

Mata y Mosqueda (1998) mencionan que el mercado nacional absorbe el 90% de la producción como fruta fresca y se estima que el consumo per capita es de 12.31 kg.

Los principales centros de consumo nacional son: el Distrito Federal, siguiéndole Guadalajara, Monterrey, Torreón y Oaxaca (Mata y Mosqueda, 1998).

2.6. Problemas fitosanitarios del cultivo.

Las poblaciones del mango al igual que las de otros cultivos, están expuestas al ataque de enfermedades en sus diversas etapas del desarrollo. Estas pueden ir desde aquellas que atacan a tallo, hojas y raíces, hasta las que propician deformaciones de sus órganos reproductores, y son una limitante en la producción de dicho cultivo a nivel local y mundial. Dichas enfermedades ocasionan daños muy severos a las plantas en vivero, huertos y en su almacenamiento; esto ultimo como resultado de cambios fisiológicos, que ocurren en los frutos, y favorecen el desarrollo de patógenos.

Entre las principales enfermedades que afectan al de mango se encuentran:

2.6.1. Antracnosis: Esta enfermedad es causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides* y probablemente sea la enfermedad más importante en todos los sitios de producción de mango. Causa daños considerables en las flores, hojas y frutos. Las pérdidas ocurren durante la floración, en el amarre de frutos y en postcosecha. Los síntomas de la enfermedad son manchas hundidas de color negro en la superficie del fruto. Las lesiones se concentran muy cerca de la inserción con el pedúnculo (Renteria *et al.*, 1990). La enfermedad es más severa después de periodos húmedos (Ploetz, 1994a; Mata y Mosqueda, 1998; Arauz, 2000; Allende-Molar *et al.*, 2002). En nuestro país se ha registrado en 24 estados productores (Renteria *et al.*, 1990).

2.6.2. La pudrición por alternaria o mancha negra: El hongo que la ocasiona es *Alternaria alternata*, y causa el tizón de las flores y pudrición de frutos; las manchas se desarrollan alrededor de las lenticelas que se ubican cerca del pedúnculo, la mancha puede crecer y cubrir hasta la mitad del fruto. (Prusky, 1994; Allende-Molar *et al.*, 2002).

2.6.3. Roña: Es causada por el hongo *Elsinoe mangiferae*. El hongo puede atacar hojas jóvenes, renuevos, flores y tejidos del fruto. Las lesiones en frutos jóvenes son grises a café grisáceo, con márgenes oscuros e irregulares. Las lesiones se agrandan conforme el fruto se desarrolla, dando una apariencia corchosa y agrietada a los frutos afectados (Ploetz, 1994b; Mata y Mosqueda, 1998; Allende-Molar *et al.*, 2002).

2.6.4. Pudrición del pedúnculo: Es una enfermedad que puede ser ocasionada por un complejo de hongos, entre los que se encuentran *Lasiodiplodia* sp., *Dothiorella* sp., *Citosphaera mangiferae* y *Pestalotiopsis mangiferae*. Los síntomas dependen del hongo involucrado, sin embargo, la lesión se ubica principalmente en el pedúnculo. Los síntomas incluyen áreas difusas de aspecto húmedo, que crecen a partir del pedúnculo en proyecciones en forma de dedo, las que rápidamente se tornan de un color oscuro y coalescen en lesiones circulares con márgenes irregulares. Es común que la epidermis afectada, se rompa y un líquido de color café fluya del pedúnculo o de las heridas abiertas (Johnson, 1994a; Allende-Molar *et al.*, 2002).

2.6.5. Escoba de Bruja o Malformación: Esta enfermedad se reportó por primera vez en la India, en 1891; posteriormente en otros países productores

de mango entre los que se encuentra México. La enfermedad es ocasionada por los hongos *Fusarium moniliforme*, *F. oxysporum* y *F. subglutinans*.

En plantas recién injertadas, se manifiesta reducción de entrenudos, detención del crecimiento por pérdida de dominancia apical y proliferación de brotes, dando una completa deformación vegetativa, de ahí el nombre de malformación. La enfermedad se presenta en la punta de las ramas y posteriormente se produce una reducción general del área foliar. El daño más significativo, se presenta en las inflorescencias por lo que impide la fructificación de los árboles (Ploetz, 1994; Mata y Mosqueda, 1998; Noriega-Cantú *et al.*, 1999; Freeman *et al.*, 1999). La enfermedad esta asociada con desordenes fisiológicos y desequilibrios hormonales (Noriega-Cantú *et al.*, 1999).

2.6.6. Cenicilla: Esta enfermedad se encuentra ampliamente distribuida en las regiones productoras de mango. En México representa un serio problema en los estados de Colima, Chiapas, Guerrero, Jalisco, Nayarit, Sinaloa, San Luis Potosí, Tamaulipas, Oaxaca y Veracruz por los daños que causa en la floración.

El hongo que provoca esta enfermedad es *Oidium mangiferae*; afecta los tejidos jóvenes de inflorescencias, hojas y frutos. El daño principal se observa al momento de la floración, observándose un polvillo blanquecino sobre las panículas, donde el raquis y raquideos se secan y en consecuencia, se origina la perdida de flores y el bajo "amarre" de frutos. La enfermedad provoca clorosis y deformación de frutos pequeños y los que logran permanecer en el árbol, presentan tejidos corchosos en las superficies afectadas que en ocasiones se confunden con la roña del fruto (Parrotta, 1993; Johnson, 1994b; Mata y Mosqueda, 1998).

2.6.7. Pudrición texana: Afecta a diversos frutales, pero el único reporte del daño a las poblaciones del mango es en México, y se presenta en los estados de Morelos, Sinaloa, San Luis Potosí, Tamaulipas, Nayarit y Veracruz.

Los síntomas principales de esta enfermedad son el debilitamiento de la planta semejante a la deficiencia de agua; el follaje adquiere una tonalidad verde ceniza y en poco tiempo se seca. En la raíz se puede observar pudrición que se inicia en la punta y avanza hacia la base del tallo, la pudrición sube por

el tronco pero solo hasta el nivel del suelo. La especie causante de la enfermedad es *Phymatotrichum omnivorum* (Mata y Mosqueda, 1998).

2.6.8. Muerte descendente: La enfermedad se ha reportado en Indonesia, Puerto Rico, El Salvador y México. Los síntomas son graduales, empezando con el secamiento de las ramas terminales de los árboles; avanza de la punta hacia la base de la rama y le siguen las hojas, continua de forma progresiva, hasta que termina secando todo el árbol. La pudrición no afecta las raíces. En algunos casos se reporta un exudado de goma característico de la enfermedad en tronco o ramas. El hongo responsable es *Botryodiplodia theobromae* (Mata y Mosqueda, 1998).

2.6.9. Cáncer del tronco: Es una enfermedad no muy frecuente, sólo se ha reportado en huertas en el estado de Veracruz. Los síntomas son: amarillamiento del follaje el cual se seca, empezando por la parte superior del árbol; hay un momento en que la corteza del árbol queda desnuda y puede observarse una pudrición de los tejidos con una coloración café y el borde de la misma se torna rojiza, las raíces también se pudren. Esta enfermedad es ocasionada por *Phytophthora cinnamoni* (Mata y Mosqueda, 1998).

2.6.10. Mancha foliar: Se reportó por primera vez en Ceylán en 1932 y actualmente se encuentra distribuida en zonas productoras de mango. El hongo causante es *Pestalotia mangiferae*. Se caracteriza por la presencia de manchas irregulares de color café, rodeadas por un halo amarillento localizado sobre toda la superficie de la hoja. Estas manchas, con el tiempo adquieren un color blanco en el centro y puede observarse sobre ellas puntitos negros. En frutos maduros se forman pequeñas lesiones de color café claro que gradualmente aumentan en tamaño y cambian a un color café oscuro (Lim, 1994a; Mata y Mosqueda, 1998).

2.6.11. Enfermedad rosa: Es la más destructiva de los troncos de los mangos. Los primeros síntomas son estrías blancas algodonosas que aparecen en el exterior de la corteza, en las uniones de las ramas y brotes.

Bajo condiciones favorables de humedad alta, las manchas se agrandan envolviendo las ramas y dándoles un color rosado característico. A medida que la corteza se va muriendo, las manchas se van secando. El hongo penetra la corteza y la madera produciendo la muerte de los tallos situados por encima del

lugar del ataque. La costra rosada de la corteza se cuartea irregularmente originando una capa blanca-rosada sobre la misma. En ocasiones se puede observar la presencia de pústulas de color naranja en la corteza invadida. Las hojas de las ramas situadas por encima de las zonas afectadas se marchitan, se necrosan y se secan. El agente causal es el basidiomycete, *Erythricium salmonicolor* syn. *Corticium salmonicolor* (Lim, 1994b; Galán- Saúco, 1999).

Martínez-Ramírez (2005) halló en cultivares de Tommy atkins en el municipio de San Blas y después en la localidad Milpas Viejas, ambos lugares en el estado de Nayarit y después en el Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias en árboles de mango criollo, una mancha negra que inicia en el fruto y comenzaba a podrirlo, por lo que realizó algunos aislamientos señalando al hongo *Choanephora* sp. como el causante de tizón en flores y pudrición del fruto de mango.

2.6.12. Enfermedades ocasionadas por bacterias. Respecto a enfermedades ocasionadas por bacterias en mango se tienen registradas las siguientes: Agalla de la corona ocasionada por *Agrobacterium tumefaciens*; pudrición de la fruta provocada por *Erwinia caratovora* Subs. *caratovora* (Cazorla *et al*, 1998), *Xantomonas campestris* pv. *mangiferaeindicae* que es una de las enfermedades más conocidas que provocan mancha negra en el fruto del mango (Manicom y Pruvost, 1994; Cazorla, 1998). Se han realizado trabajos donde se menciona a la bacteria *Pseudomonas syringae* pv. *syringae* la cual provoca la necrosis apical del mango en el sur de España, se puede observar una necrosis de flores y cuerpos vegetativos durante la dormancia en el invierno que es cuando suele ser mas destructiva; Cazorla (1998), Gagnevín y Pruvast (2001), mencionan cómo ésta, se ha ido diseminando por el mundo teniendo como ejemplo a los siguientes países: Sur de África, Australia, Isla de Comora, India, Japón, Kenya, Malasia, Mauritania, Nueva Caledonia, Pakistán, las Filipinas y en los Emiratos Árabes.

2.7. Generalidades de los hongos fitopatógenos.

Los hongos son eucariotas, portadores de esporas, con nutrición por absorción, carentes de clorofila y que se reproducen de forma sexual y asexual (Prescott *et al.*, 2004). Los hongos pueden establecer cierta asociación con

alguna planta que le sirva de hospedero durante todo su ciclo de vida, otros se pueden desarrollar y reproducir tanto en plantas vivas como en materia orgánica muerta (Agrios, 2004). En consecuencia, los hongos son los causantes de las pérdidas económicas mayores en el campo agrícola, ya que invaden desde la semilla hasta la planta adulta (De la I. de Bauer, 1984).

Se sabe de tres géneros de zigomycetos que causan enfermedades en las plantas o en sus tejidos, estos géneros son *Choanephora*, *Rhizopus* y *Mucor*; estos fitopatógenos son generalmente débiles y se desarrollan como saprofitos en restos vegetales o productos vegetales procesados, y en caso de que infecten a los tejidos vivos de una planta, atacan primero a los tejidos dañados o muertos. En los tejidos muertos, el hongo forma grandes masas de micelio, después entra en contacto con tejidos vivos y segrega enzimas que desorganizan y matan a las células, facilitando entonces, el desarrollo del micelio (Agrios, 2004).

2.8. Descripción de *Choanephora cucurbitarum*.

Este hongo fue descrito por primera vez en Estados Unidos de América por M. J. Berkeley en 1875 como *Rophalomyces cucurbitarum* y fué colectado por Rabéenle en el sur de Carolina de frutos de calabaza en grado muy avanzado de madurez. Thaxter lo colectó en calabazas en Waverley, Massachussets y en especies cultivadas de *Hibiscus* y en malvas silvestres en Eustis, Florida; en sus escritos lo reporta como el género *Choanephora* en 1903 (Wolf, 1917).

Provoca podredumbres estilares húmedas que se cubren rápidamente de un abundante moho aéreo negro y una licuefacción de tejidos, principalmente en frutos de cucurbitáceas cultivadas al aire libre. Pero también se tienen registros que presentan síntomas similares otros cultivos como en el quimbombó (Blancard *et al.*, 1996; Agrios, 2004), además de provocar añublo en *Catharanthus roseus* (Holcomb, 1998), añublo en ejote, pimiento (Roberts y Urs, 2003) y en petunia (Holcomb, 2003). También los cultivos de *Cucumis* y *Gassypium* se han visto afectados por dicho patógeno (Romero, 1988). Pero cabe señalar que muestra mayor severidad en la calabaza de verano.

2.8.1. Características principales. *Choanephora* es un género de hongos mucorales que ataca principalmente cultivares de lugares con clima tropical. Se instala en corolas marchitas antes de colonizar y producir podredumbre en los

frutos. Son saprofitos capaces de mantenerse en el suelo y en restos vegetales diversos.

Estos hongos también disponen de estructuras particulares como clamidosporas y zigosporas, que les permite permanecer en el suelo y aseguran su perennidad. Los sistemas enzimáticos les permiten degradar un gran número de sustratos vegetales y mantenerse en el suelo de un año a otro (Blancard *et al.*, 1996; Agrios, 2004).

La penetración del patógeno es a través de heridas, grietas de crecimiento, quemaduras solares, picaduras de insectos o golpes, presentes en los frutos que se encuentran en contacto con el suelo. También en ciertas ocasiones pueden penetrar directamente a través de la cutícula. Estos hongos suelen fructificar abundantemente sobre los frutos; el viento, la lluvia y los riegos por aspersión (originando salpicaduras y proyecciones de partículas de suelo) aseguran su diseminación. Algunos contaminan las semillas y son transportados por los insectos vectores como las moscas y abejas; estos insectos al chupar el azúcar liberado de los frutos podridos, se cargan de esporas que diseminan posteriormente (Blancard *et al.*, 1996). Los daños producidos son especialmente graves después de lluvias importantes. El agua que se encuentra sobre los frutos o entre estos y el suelo, durante varias horas es propicia para el desarrollo de esporangióforos y esporangios del hongo, como consecuencia de la alta humedad relativa.

2.8.2. Características taxonómicas del hongo. Presenta micelio blanco y extensivo de coloración cafésosa en medio de cultivo y carece de septos. Sus esporas asexuales se forman dentro de esporangios (Agrios, 2004), largos y simples con el ápice encorvado, terminales, esféricos provistos de columela bien definida; a estas esporas se les denomina esporangiosporas o conidios, son esféricos, ovoides a fusiformes, ocasionalmente inequiláteras o triangulares, lisas y con un racimo de apéndices finos en sus extremos; conidioforos erectos que terminen en una vesícula capitada, de la cual emergen ramas cortas; estas también se ensanchan en sus extremos formando vesículas secundarias que al madurar se cubren de esterigmas cortos productores de conidios. Conidios con estrías longitudinales y un apéndice basal corto, hialino; zigosporas observadas en alguna especies (Romero, 1988). Se diseminan por insectos, lluvia y viento (Zitter, 1996).

Las esporas sexuales se forman mediante la fusión de un par de células sexuales de forma más o menos similar, a estas se les denomina zigosporas (Wolf, 1917; Agrios, 2004).

2.8.3. Clasificación taxonómica de *Choanephora*: De acuerdo a Herrera y Ulloa (1990), la clasificación taxonómica del hongo *Choanephora cucurbitarum* es la siguiente:

División:	Eumycota
Subdivisión:	Phycomycotina
Clase:	Zygomycetes
Orden:	Mucorales
Familia:	Choanephoraceae
Género:	<i>Choanephora</i>
Especie:	<i>Choanephora cucurbitarum</i>

2.8.4. Síntomas. Inicialmente las zonas infectadas (en órganos carnosos), se reblandecen y va perdiendo humedad gradualmente hasta que se momifica el fruto. La cáscara de los tejidos que han sido afectados se puede mantener intacta, pero se rompe por la manipulación, cuando se aplica cierta presión como ocurre cuando se amontonan los frutos. En poco tiempo, las hifas del hongo crecen hacia fuera a través de las heridas del fruto y cubren las zonas afectadas al producir grupos de esporangióforos. El hongo se extiende hasta la superficie de las porciones sanas de los frutos afectados cuando se humedecen son exudados líquidos hasta incluso en la superficie de los recipientes donde se almacenan los frutos. Cuando la humedad disminuye con gran rapidez, los órganos infectados se secan.

2.8.5. Control del hongo. Es difícil combatir eficazmente con fungicidas a este tipo de hongo, pues es común encontrar los frutos escondidos bajo o entre la vegetación resultando parcialmente tratados, por lo que se requiere aplicaciones regulares. Si se utiliza el riego por aspersión no debe ser nunca excesivo. Se debe retirar los frutos que presenten licuefacción de tejidos del piso y si es posible de los árboles.

2.8.6. Medios de cultivo.

2.8.6. Medios de cultivo.

Los medios de cultivo son la mezcla de sustancias nutritivas que permite el crecimiento de organismos en condiciones controladas de laboratorio (French y Hebert, 1980).

Para este género se tienen registrados los siguientes medios de cultivo.

MEDIO	OBSERVACIONES	REFERENCIA
PDA (Papa Dextrosa Agar)	Medio ampliamente utilizado para aislamiento, crecimiento y almacenamiento de hongos; además favorece la esporulación de numerosas especies.	Tuite, 1969. Hesseltine y Benjamín (1957), Subba, <i>et al.</i> (1990).
APDA (Papa Dextrosa Agar Acidificado)	Se usa para aislamientos de hongos de ciertas partes de la planta.	Roberts y Urs (2003) y Holcomb (1998 y 2003).
V8- Juice Agar	Es muy útil en la esporulación de muchos tipos de hongos.	Holcomb (1998).
MYE (Extracto de Lavadura de Malta)	Medio de cultivo para desarrollar micelio y esporas.	Roberts y Urs (2003)
AA (Agar-Agua)	Se utiliza para aislar y hacer germinar esporas, obtener cultivos monospóricos y verificar la viabilidad del inóculo.	Subba, <i>et al.</i> (1990).

Cuadro 1. Medios de cultivo utilizados para el género *Choanephora*.

2.9. Los postulados de Koch en la fitopatología.

El primer eslabón del ciclo de la enfermedad es el patógeno; una vez identificada la enfermedad en una población los especialistas deben correlacionar el brote de esta con un patógeno específico, por lo que es preciso descubrir la causa exacta de la enfermedad, aquí es donde se emplean los postulados de Koch y sus modificaciones, para determinar la etiología o causa de la enfermedad (Prescott *et al.*, 2004).

En esencia Koch postuló, que para comprobar que un patógeno causa enfermedad se debe demostrar que el parasito y la enfermedad no solo están correlacionados, sino relacionados en cuanto causa, la causa verídica y directa de la enfermedad; esto depende de la separación del patógeno y su reintroducción a un organismo, con la subsiguiente producción de síntomas, incluyendo la reaparición del agente causal en el organismo enfermo. Estos se formalizan a continuación:

Los postulados de Koch son los siguientes:

- 1) El microorganismo siempre debe estar asociado con la enfermedad, y la enfermedad no debe presentarse sin que el organismo o agente causal se encuentre presente, o haya estado presente.
- 2) El microorganismo en cuestión debe ser aislado en cultivo puro y sus características determinadas.
- 3) La inoculación del microorganismo debe resultar en los mismos síntomas de la enfermedad.
- 4) El microorganismo debe ser reaislado y sus características deben coincidir con las determinadas en el segundo postulado (French y Hebert, 1980).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Para su mejor comprensión este apartado se va ir describiendo de acuerdo con los postulados de Koch.

3.1 Primer Postulado: “el microorganismo debe encontrarse asociado con la enfermedad en todas las plantas enfermas que se examinen”.

En cultivares de mango de la variedad Tommy atkins en el municipio de Acaponeta en la localidad de Milpas Viejas en el Estado de Nayarit, se examinaron los árboles y se observó que un gran número de ellos, presentaba la sintomatología descrita por Martínez-Ramírez (2005), esto es, secado de panículas y pudrición blanda en los frutos. Se tomaron muestras al azar y se colocaron en bolsas de plástico tratando de sacar la mayor parte de aire que tuviera la bolsa y se transportaron al laboratorio de Control de Plagas Urbanas y Áreas Verdes del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara, para poder identificar el organismo causante de la enfermedad.

3.2 Segundo Postulado: “el hongo debe aislarse y desarrollarse en un cultivo puro en medios nutritivos y se deben describir sus características”.

Así como lo menciona este postulado, se preparó medio de cultivo y se siguieron una serie de pasos para aislar en un cultivo puro al hongo fitopatógeno y posteriormente identificarlo.

3.2.1. Preparación de Medio de cultivo.

Se preparó medio Papa Dextrosa Agar (PDA; 200 g de papa, 10 g de Dextrosa y 15 g de Agar). Se cocieron 200 g de papa y el cocimiento se tamizó en cedazos de 150 y 120 μ , acto seguido se depositó en un matraz de 1000 ml el que se puso a calentar con un poco de agua destilada. Después se fue agregando poco a poco la dextrosa y finalmente el agar, todo esto bajo fuego y mezclando continuamente. Cuando se fundieron estos componentes, el contenido se aforó a un litro y finalmente se llevó a la autoclave y se esterilizó a 15 lb por 20 minutos (Tuite, 1969; Mier *et al.*, 2002). El medio se vació en cajas de petri y se dejó solidificar.

3.2.2. Desinfección de material enfermo.

Para efectuar esta tarea, se utilizó una navaja desechable para realizar cortes de aproximadamente 0.5 cm de diámetro en las panículas y en las áreas necrosadas de los frutos, cuidando tomar tejido sano con tejido dañado. Los trozos de este material se colocaron en una caja de petri con hipoclorito al 1% durante 2 minutos, se enjuagaron después en agua destilada estéril y se dejaron escurrir en otra caja para su posterior establecimiento (French y Hebert, 1980).

3.2.3. Obtención y purificación de la cepa.

Se tomaron trozos previamente desinfectados de tejido y se colocaron en número de cuatro en cada caja de petri. Las placas sembradas se incubaron a temperatura ambiente (25°- 28°C) durante una semana.

En los casos donde se encontró contaminación, se hicieron reaislamientos del micelio aun no contaminado hasta que se obtuvo la cepa pura.

3.2.4. Identificación del fitopatógeno.

La identificación del fitopatógeno se realizó hasta el momento en que se lograron obtener las cepas puras y estuvieron desarrollados sus esporangios. Se realizaron preparaciones en fresco, se tomó un fragmento de agar con micelio y se depositó en un portaobjetos, se le agregó una gota de lactofenol y con la flama de un cerillo se derritió el agar y se colocó un cubreobjetos en la muestra, después las preparaciones fueron observadas con un microscopio de campo claro (Leica DM LB100), donde se pudieron ver las características morfológicas del hongo, como tipo de micelio, coloración, forma de las esporangiosporas, particularidades y sus medidas, finalmente se tomaron fotos de esto. Con estos datos se procedió a identificarlas con claves taxonómicas para hongos imperfectos propuestas por Barnett y Hunter (1999).

3.3. Tercer Postulado: "la inoculación del microorganismo debe ocasionar los mismos síntomas de la enfermedad".

3.3.1. Pruebas de Patogenicidad.

Para cumplir con este postulado se realizaron las pruebas de patogenicidad en frutos no totalmente maduros.

Para el experimento se utilizaron 40 frutos de mango de la variedad Tommy atkins, estos se escogieron que no presentaran ningún tipo de mancha

necrótica o grieta para que no interfiriera con el experimento; los frutos se limpiaron superficialmente con algodón impregnado en alcohol de 96° con el fin de quitar el exceso de polvo y goma. Enseguida se colocaron en número de 10 en 10 en cuatro cajas de plástico, las cajas se lavaron primero con detergente, después se dejaron escurrir y se limpiaron con hipoclorito al 1%, posteriormente se colocó en el fondo toallas de papel (Sanitas), humedecidas previamente con agua destilada estéril, para simular cámaras húmedas (French y Hebert, 1980).

Cuando se obtuvieron las cepas puras y esporulando, con la ayuda de un portaobjetos estéril y agua destilada estéril se realizó la remoción de micelio libre de medio de cultivo y se depositó en un vaso de precipitado y posteriormente se vació a un matraz de 250 ml.

A los frutos se les aplicó con ayuda de una pipeta graduada una gota de la suspensión de micelio y esporas a una concentración de 1.3×10^{-6} propágulos por mililitro, la concentración de propágulos se calculó con un hematocímetro como lo indica French y Hebert (1980).

Se hicieron cuatro repeticiones de 10 mangos, de los cuales una caja con 10 mangos constituyeron el testigo, por lo que se les agregó una gota de agua estéril para que estuvieran en las mismas condiciones que las repeticiones. Las cajas fueron marcadas con los números del 1 al 3 y en el caso de los testigos se marcó con la letra T.

El experimento se repitió dos veces más utilizando el mismo número de frutos, esto se hizo con la finalidad de que los datos obtenidos se revistan con mayor fidelidad posible, proporcionando mas seguridad en la hipótesis formulada y poder emitir una conclusión lo mas acertada posible (Montiel y Arellano, 2005).

En la ultima repetición del experimento, se hizo una modificación, pues los cultivares de mango al igual que otros cultivos tiene plagas de insectos que se alimentan del fruto, y para no descartar la idea de que pueden participar en la infección de frutos sanos, se realizó esta, tomándose la suspensión con una jeringa desechable estéril y se efectuó una herida punzante sobre la superficie del fruto simulando una picadura y se depositó una gota de la solución inoculante. En todos los casos se realizaron revisiones diarias para observar si

había invasión de micelio en los tejidos del fruto de mango y ocasionaba esto la enfermedad.

3.4. Cuarto postulado: “el hongo debe aislarse una vez mas en un cultivo puro y sus características deben corresponder a las anotadas en el segundo postulado”.

Cuando los síntomas de la infección se hicieron presentes se tomó material aparentemente sano y se colocaron cuatro explantes sobre cajas de petri que contenía medio de PDA. Se hicieron reaislamientos para purificar la cepa, cuando esta presentaba indicios de contaminación. Las cajas se dejaron incubar a temperatura ambiente hasta que se desarrolló el micelio con sus estructuras reproductoras.

Cuando estuvo el micelio libre de contaminación se hicieron preparaciones en fresco de dicho patógeno y se observó en el microscopio. Se identificó taxonómicamente utilizando las estructuras reproductoras observadas.

La metodología descrita anteriormente puede observarse gráficamente en la figura 3.

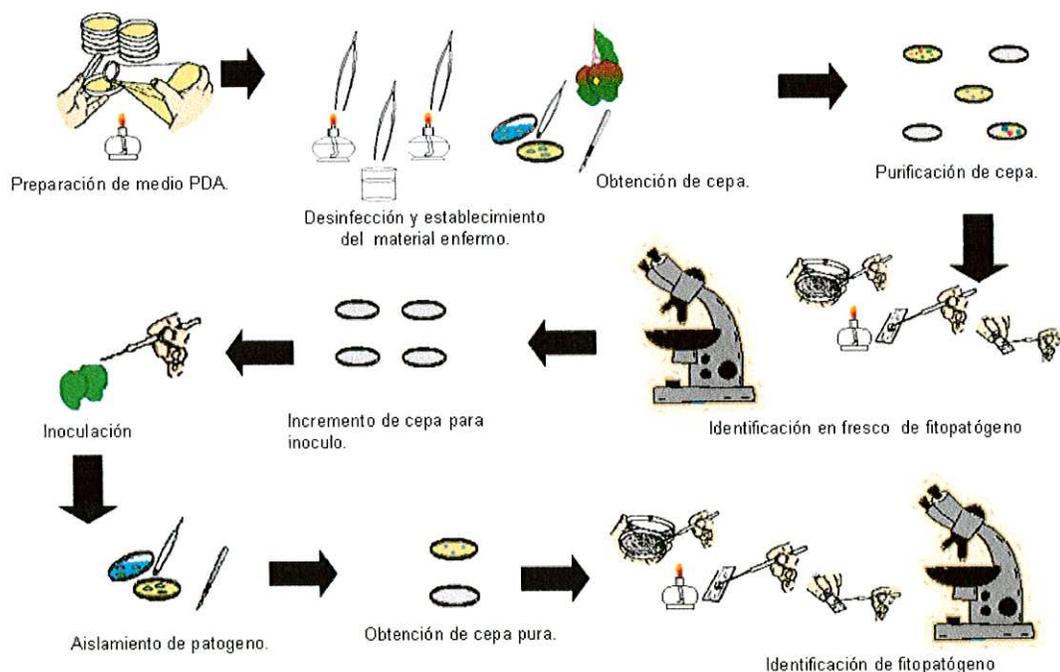


Figura 3. Esquema de los pasos a seguir en la metodología.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.

4.1 Primer Postulado.

En todos los casos se encontró el mismo patógeno asociado a los síntomas que presentaron las muestras extraídas de los cultivares de mango. Por lo que se cumple el primer postulado de Koch, donde el microorganismo se encontró asociado a la enfermedad, ya que se presentó en las muestras que se examinaron.

4.2 Segundo Postulado.

4.2.1. Obtención y purificación de la cepa.

Se obtuvieron buenos resultados, ya que en una semana se vio el crecimiento de micelio que se tomó del material, se presentaron algunas contaminaciones pero siempre se pudo rescatar el micelio de interés.

Cuando el micelio presentó contaminaciones se cambió varias veces a cajas con medio PDA, hasta que finalmente se obtuvieron varias cepas puras.

4.2.2. Identificación del fitopatógeno en fresco.

Con las preparaciones en fresco se pudo observar lo siguiente:

Micelio de color blanco, extensivo y de rápido crecimiento en el cultivo puro, esporangióforos largos agrandándose y ramificándose en el ápice, esporangiolos elipsoides de 15 a 20 x 8 a 14 μm , café claro a café rojizo con marcadas estrías longitudinales. Las esporangiosporas son en general elipsoides de 16 a 31 x 8 a 12 μm , café claro a café rojizo con casi indistinguibles estrías finas y hialinas. La descripción fue comparada con las claves taxonómicas de Barnett y Hunter (1999) y las medidas de las esporas están dentro del rango dadas para *Choanephora cucurbitarum* según Wolf (1917), Moreau (1950) y Holcomb (2003).

Aquí es donde se cumple el segundo postulado de Koch, pues el hongo pudo ser aislado del material enfermo y después se identificó.

4.3 Tercer postulado.

4.3.1. Pruebas de patogenicidad.

Después de las inoculaciones se observó lo siguiente en cada una de las repeticiones:

Los testigos permanecieron sanos tanto los inoculados con pipeta como a los que se les realizó una herida.

En la caja uno y dos se pudieron apreciar a partir del segundo día los síntomas iniciales de la enfermedad, observándose originalmente una mancha oscura en la epidermis del fruto como puede apreciarse en la Fig. 4.



Figura 4. Mancha inicial después de realizar inoculación.

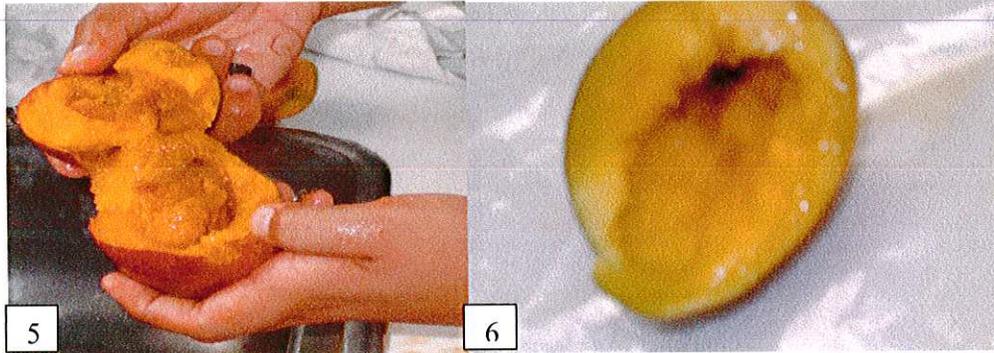
A los diez días, no se veía un avance de la enfermedad pues nada más presentaba la mancha inicial; al tocarse se pudo observar una inconsistencia en el tejido interno; entonces esto alentó hacer la disección de cada uno de los frutos, lográndose ver en el interior del fruto el tejido reblandecido así como una necrosis avanzada causada por el micelio invasor (Fig. 5 y 6).

En la segunda repetición del experimento en la caja uno y dos se presentó la misma mancha inicial pero se pudo percibir que la cáscara estaba cubierta por un exudado y al día siguiente el micelio cubrió una parte del fruto (Fig. 7).

En las dos primeras repeticiones del experimento se encontró que de 2 – 5 de cada 10 frutos fueron atacados por el hongo.

Los resultados obtenidos tras la inoculación son semejantes a los descritos por Martínez-Ramírez (2005), ya que el agente causal provoca la misma sintomatología, esta fue comparada con la descrita por Blancard y Col. (1996),

y Zitter (1996) y aunque son diferentes hospederos, en todos los casos es común ver el reblandecimiento de tejido así como la invasión masiva de micelio aéreo en los frutos.



Figuras 5 y 6. Tejido interno necrosado.

En la última repetición se modificó la metodología haciendo una herida y se pudo advertir una mancha inicial en la región lesionada donde se colocó la solución inoculante. A los tres días se pudo observar que los frutos estaban totalmente cubiertos por una masa de micelio de color blanquecino a gris ligero el cual ya se encontraba esporulando abundantemente. Al realizar la disección se observó en su interior una necrosis total del tejido (Figs. 8 y 9). Las repeticiones, mostraron una frecuencia de contaminación de 7 – 9 de cada 10 frutos.

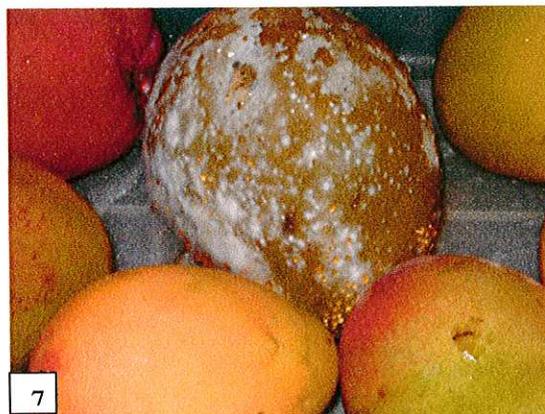
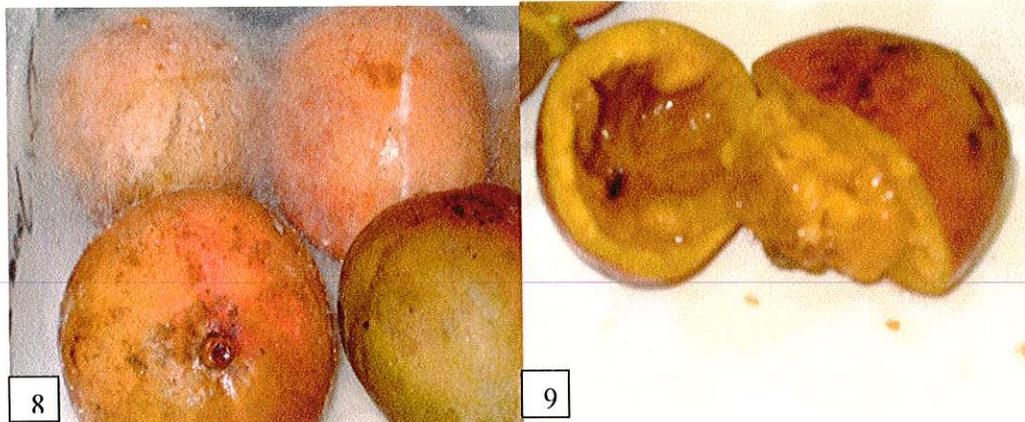


Figura 7. Inicio de invasión de micelio en el fruto del mango.



Figuras 8 y 9. a) Micelio cubriendo frutos de mango; b) Tejido Necrosado Interno.

Comparando dichos resultados con Roberts y Urs (2003), se coincide en que es necesario realizar una herida hecha mecánicamente para que el patógeno pueda producir la infección en el material sano y que es muy baja la frecuencia de contaminación cuando dicho material es inoculado sobre la epidermis con una gota. Por lo que se sospecha que en campo, la inoculación ha de ser de una forma similar y las heridas hechas mecánicamente pueden ser producidas por algunos insectos que se alimentan de frutos enfermos y después de frutos sanos. Esta puede ser una forma de dispersión del patógeno pues Blancard y Col. (1996) reportan que este hongo en cucurbitáceas puede entrar en contacto con el fruto mediante insectos chupadores.

Se cree que otra manera de introducirse el hongo es por medio de las flores marchitas del mango ya que de acuerdo a Wolf (1917), Zitter (1996), y Holcomb (1998 y 2003) mencionan que este invade primero flores marchitas y después se pasa a frutos en grado avanzado de madurez o también en frutos inmaduros (Blancard y Col., 1996), con heridas a los cuales puede invadir con el complejo de enzimas que tiene para desorganizar y matar el tejido (Agris, 2004).

Con base a esto se puede decir que se cumplió el tercer postulado de Koch, pues se pudieron replicar los síntomas de la enfermedad.

4.4 Cuarto postulado.

Cuando se obtuvieron las cepas puras de los tratamientos se identificaron en el microscopio (Fig. 9), obteniendo en ella las características representativas de *Choanephora* al igual que en el material de las pruebas de patogenicidad, por lo que se puede decir que se trata de este género.

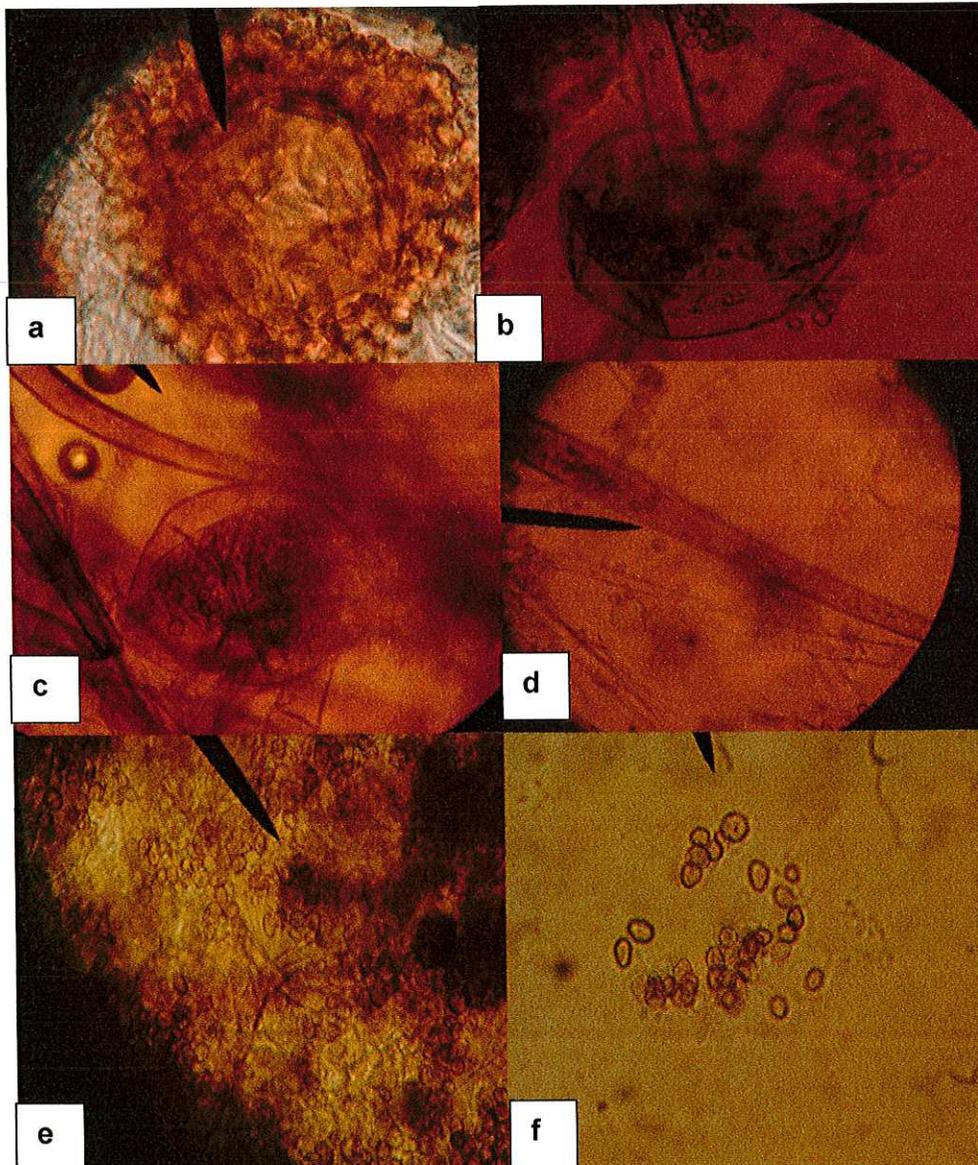


Figura 10. a) Conidióforo de *Choanephora cucurbitarum*, b y c) esporangios, d) Micelio, e y f) Esporangiosporas de *Choanephora cucurbitarum*.

En general la información obtenida fue comparada con los resultados obtenidos por Poitras (1955), Hesseltine y Benjamín (1957), Romero (1988), respecto a la taxonomía y se llegó a la conclusión de que se trata del mismo hongo, ya que todos los autores describen al patógeno tal como fue observado en el microscopio y acerca de la sintomatología mostrada se corroboró con Holcomb (1998), Zitter (1996), Blancard (1996), y Roberts y Urs (2003), viéndose que ataca de manera similar a los frutos de diferentes especies. Aquí se cumple el cuarto postulado de Koch ya que se pudo reproducir la enfermedad y se aisló nuevamente el fitopatógeno.

4.5 Ciclo de vida de *Choanephora cucurbitarum*.

El siguiente ciclo de vida de *Choanephora cucurbitarum* se propone para su mejor comprensión:

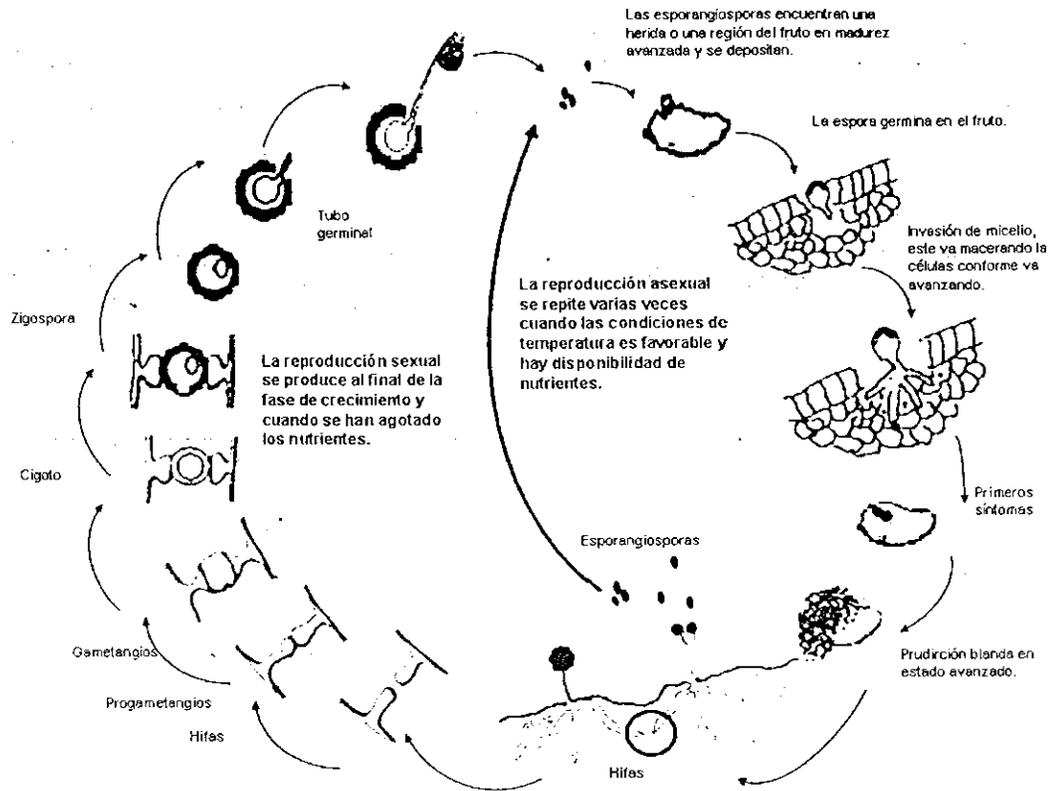


Figura 11. Ciclo de vida de *Choanephora cucurbitarum*

Cuando el micelio llega a su madurez, las condiciones del medio son favorables y existe suficiente abastecimiento de nutrientes, se producen en las hifas somáticas esporangióforos con esporangios, estos liberan esporangiosporas unicelulares al medio que pueden quedar suspendidas en el aire, en el suelo o sobre residuos vegetales por largos periodos de tiempo. Germinan cuando la temperatura se eleva y la humedad por causa de lluvia excesiva, riegos abundantes o mal drenaje y se depositan en frutos con heridas u órganos de las plantas susceptibles a estas. Las hifas producidas secretan enzimas que van a desorganizar el tejido vivo y conforme se incrementa la invasión de micelio sobre el fruto, se da una mayor licuefacción de tejidos; los primeros síntomas van observarse como una simple mancha en la superficie del fruto pero después de 1 a 3 días será notoria la invasión masiva de micelio aéreo, además, de una pudrición blanda en estado avanzado. Mientras tanto

del fruto pero después de 1 a 3 días será notoria la invasión masiva de micelio aéreo, además, de una pudrición blanda en estado avanzado. Mientras tanto las hifas que se especialicen van a seguir formando esporangióforos para liberar a su vez mas esporangiosporas. Algunas hifas adyacentes forman pequeñas ramas llamadas progametangios y entran en contacto fusionándose para formar una célula de origen sexual; la célula va creciendo poco a poco y forma finalmente una pared celular gruesa que se conoce como Zigospora, estas actúan como semillas de propagación y son resistentes a condiciones adversas como sequía, bajas temperaturas y falta de nutrientes. Cuando las zigosporas germinan producen un esporangio que liberara mas esporangiosporas que germinaran cuando encuentren un sustrato nutritivo como los frutos o las flores y se comienza nuevamente el ciclo.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.

- ☑ En las primeras repeticiones aunque en baja incidencia, siempre se encontró la presencia del mismo hongo.
- ☑ En la ultima repetición en la que se modificó la metodología, se encontró que había mayor numero de mangos afectados por el hongo, concluyendo que posiblemente la enfermedad se propague con mayor facilidad por la intervención de insectos que sirvan como vectores.
- ☑ Habiéndose cumplido con cada uno de los postulados de Koch, ya que se pudo aislar e identificar las características taxonómicas del patógeno, reproducir los síntomas originales de la enfermedad y de acuerdo con la hipótesis planteada se concluye que el fitopatógeno *Choanephora cucurbitarum* es el agente causal de la pudrición blanda del fruto del mango en la localidad de Milpas Viejas, la cual no había sido reportada aun.
- ☑ No se conocen las pérdidas que causa este fitopatógeno por lo que es recomendable realizar estudios complementarios para conocer los daños que causa en la producción de mango, así como utilizar medidas de prevención para disminuir la incidencia de esta enfermedad.

VI. LITERATURA CITADA.

1. Agrios, G. N. 2004. Fitopatología. Limusa. 2da. Ed. México. 838p.
2. Allende-Molar, R. García R.S. y Carrillo A. 2002. Enfermedades poscosecha de mangos cultivados en Sinaloa. Departamento de Protección y Nutrición Vegetal, Centro de investigación en alimentación y desarrollo- Unidad de Culiacán. Boletín CiAD 11(3): 21-24.
3. APS (American Phytopathological Society). 1999. APSnet. <http://www.apsnet.org/online/archive/1999/iw00007.htm>. (Accesado: 15/06/07).
4. Arauz, L.F. 2000. Mango Anthracnose: Economic Impact and Current Options for Integrated Management. Plant. Dis. 84: 600-601.
5. Arellano, A. F. 1976. El cultivo del mango en el Estado de Jalisco. Tesis de Lic. Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara. 79p.
6. Blancard, D, Lecoq H. y Pitrat M., 1996. Enfermedades de las cucurbitáceas. Mundi-Prensa. Barcelona. P. 183, 219-220.
7. Bompard, J.M., y Schnell R. 1997. The mango, botany, production and uses. CAB-International. Wallingford. Oxon. P.21-28
8. Cazorla F.M., Torés J.A., Olalla L., Pérez-García A., Farré J.M., y De Vicente A. 1998. Bacterial apical necrosis of mango in southern Spain: a disease caused by *Pseudomonas syringae* pv. *syringae*. Phytopathology 88:614-620.
9. De la I de Bauer. 1984. Fitopatología. Colegio de Postgraduados. México. 378 p.

10. FAOSTAT. 1997. Base de Datos.
<http://faostat.fao.org/site/499/DesktopDefault.aspx?PageID=499>
(Accesado:07/11/05).
11. FAO. 2003. Producción de frutas tropicales en 2002. [http:// www.Fao.org/es/esc/es/20953/21038/highlight.26407es.html](http://www.Fao.org/es/esc/es/20953/21038/highlight.26407es.html) (Accesado: 25/09/2005).
12. FAO. 2005. Compendio sobre las frutas tropicales.
http://www.fao.org/es/esc/common/ecg/108849_es_partcomp_2005.pdf
(Accesado: 13/09/2006).
13. Freemans, S., Mainmon M. y Pinkas Y. 1999. Use of Gus transformants of *Fusarium subglutinans* for determining etiology of mango malformation disease. *Phytopathology* 89:456-460.
14. French, E. R. y T.T. Hebert. 1980. Métodos de Investigación Fitopatológica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Editorial IICA. P. 140
15. Gagnevin, L. y O. Pruvost. 2001. Epidemiology and Control of Mango Bacterial Black Spot. *Plant Dis* 85: 928-935.
16. Galán-Saúco, V. 1999. El cultivo del mango. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid. 298 p.
17. Gascón, J.E., 1978. Análisis y perspectivas del cultivo del mango en el Estado de Jalisco. Tesis de Lic. Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara. P.13-16.
18. Herrera, T. y Ulloa M. 1990. El reino de los hongos. Micología básica y aplicada. Fondo de Cultura Económica. México. 552 p.

19. Hesseltine, C.V. y Benjamin C.R. 1957. Notes on the Choanephoraceae. *Mycologia* 49: 723-733.
20. Holcomb G. E. 1998. First report of *Choanephora* flower spot and blight of periwinkle. *Plant Dis* 82: 447.
21. Holcomb G. E. 2003. First report of petunia blight caused by *Choanephora cucurbitarum* in the United States. *Plant Dis* 87: 751.
22. Industry Canada. 1999. Trade Data Online. Trade by Products HS Code. http://strategist.ic.ca/sc.mrkti/tdst/engdoc/tr_prod.html. (Accesado: 28/09/2005)
23. Johnson G. L. 1994a. Stem- End Rot. In: compendium of tropical fruit diseases. APS. St. Paul MN. p 39-40.
24. Johnson G. L. 1994b. Powdery Mildew. In: compendium of tropical fruit diseases. APS. St. Paul MN. p 38.
25. Kosterman, A.J.G.H. y J.M., Bompard. 1993. The mangoes, their botany, nomenclature, horticulture and utilization. Academic Press. Londres. 233p.
26. Labeaga J.C., Luna, J.L., Ferrusco, J.F., Alarcón, F. 1993. Implantación de un huerto frutícola de mango en el municipio de Tequila, Jalisco. Tesis de Lic. Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara. 67p.
27. Lamb, J. 1998. Mango (1). Boletín CCI.: SIM. Perfil de Producto. No.1. Corporación Colombiana Internacional. <http://www.cci.org.co/publicaciones/Perfil%20de%20producto/perfilmango1.html> (Accesado: 29/09/05).
28. Lim, T.K. 1994a. Gray Leaf Spot. In: Compendium Of Tropical Fruit Diseases. APS. St. Paul MN. p 36.

29. Lim, T.K. 1994b. Pink disease. In: Compendium Of Tropical Fruit Diseases. APS. St. Paul MN. p 37-38.
30. Litz, R.E., 1994. Mango. In: Compendium Of Tropical Fruit Diseases. APS. St. Paul MN. 36p.
31. Mata B. Y R. Mosqueda. 1998. La producción del mango en México. Editorial Limusa. México. 150p.
32. Manicom, B. Q. and O.P. Pruvost. 1994. Bacterial Black Spot. In: Compendium Of Tropical Fruit Diseases. APS. St. Paul MN. p 41-42.
33. Martínez- Ramírez. 2005. (Comunicación personal).
34. Mier, T. Toriello, C. Ulloa, M. 2002. Hongos microscopicos saprobios y parásitos: Métodos de laboratorio. México, D.F.: UAM y UNAM. 90p.
35. Montiel S.,D. Arellano M.,H. 2005. Manual para aislamiento e identificación de « Bacterias » fitopatógenas. México, D.F.: UAM. 31p.
36. Moreau, C. Moreau M. 1950. Une curieuse mucorinée: *Choanephora cucurbitarum* (Berk. et Rav.) Thaxter. In: Extrait du Bulletin de la Société Mycologique de France. 66(4): 222-227.
37. Nava, P., 1984. El cultivo del mango en el estado de Nayarit. Tesis de Lic. Facultad de Agronomía. Universidad de Guadalajara. P. 20-24.
38. Noriega-Cantú, D.H. Teliz, D. Mora-Aguilera, G. Rodríguez-Alcazar, J., Zavaleta-Mejía, E., Otero-Colinas, G., Campbell, C. L. 1999. Epidemiology of Mango Malformation in Guerrero, México with Tradicional and Integrated Management. Plant Dis. 83:223-228.

39. Orozco, U.C. 1983. Rehabilitación de un huerto de mango por descopado e injerto sobre brotes, en el Valle, La Huerta, Jalisco. Tesis de Lic. Agronomía. Universidad de Guadalajara. p. 4-21.
40. Parrotta, John A. 1993. *Mangifera indica* L. Mango. SO-ITF-SM-63. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 6 p.
41. Ploetz R.C. 1994a. Anthracnose. In: Compendium of tropical fruit diseases. APS, St. Paul MN. p35-36.
42. Ploetz R.C. 1994b. Scab. In: Compendium of tropical fruit diseases. APS, St. Paul MN. p 39.
43. Ploetz R.C. 1994c. Malformation. In: Compendium of tropical fruit diseases. APS, St. Paul MN. p36-37.
44. Poitras, A.W. 1955. Observations on asexual and sexual reproductive structures of the Choanephoraceae. *Mycologia* 47:702-713.
45. Popenoe, W. 1920. Manual of tropical and subtropical fruits. McMillan, New York.
46. Prusky, D. 1994. Alternaria Rot (Black Spot). In: Compendium of tropical fruit diseases. APS, St. Paul MN. p 34-35.
47. Rentería, F., Rivera, J.E., Rodríguez, R., 1990. Combate de la antracnosis del mango con el fungicida Omicron-D en las costas de Jalisco. Tesis de Lic. Agronomía. Universidad de Guadalajara. P.2-5.
48. Rico, L. Y J. Rosales. 1998. La producción de mango en el municipio de Tomatlán, Jalisco y la perspectiva en el mercado norteamericano. Tesis de Lic. Agronomía. Universidad Autónoma de Chapingo. 108 p.

49. Roberts, P.D. and R. R. U's. 2003. Out break of *Choanephora cucurbitarum* on Green Bean and Pepper in Florida. Plant Dis 87: 1149.
50. Rodríguez, S. Olivares, M. Zepeda, J.C., 1995. Importancia etnobotánica del mango (*Mangifera indica*). Tesis de Lic. Agronomía. Universidad de Guadalajara. 42 p.
51. Romero, C.S. 1988. Hongos Fitopatógenos. Universidad Autónoma Chapingo. México, D.F., México. 347 p.
52. Subba R., K.V. Padgett, G.B. Berner, D.K. G.T. Berggren and J.P. Snow. 1990. *Choanephora* leaf blight of soybeans in Louisiana. Plant. Dis. 74:614.
53. Tuite, J. 1969. Plant pathological methods; fungi and bacteria. Minneapolis, Burgess Publishing. 239p.
54. Wolf. F. A. 1917. A squash disease caused by *Choanephora cucurbitarum*. Journal of Agricultural Research 8: 319-327.
55. Zarazúa A. Y P. Ponce. 2004. Situación y perspectivas del mango en México: el caso de los productos convenientes. Congreso Nacional Agroindustrial.
<http://www.chapingo.mx/agroind/congreso/ponencia/ponencias/Mesa%20I/Cartel/Situaci%F3n%20y%20perspectivas%20del%20mango....pdf>
(Accesado: 20/09/05).
56. Zitter T.A., 1996. *Choanephora fruti rot*. In: Compendium Of cucurbit diseases. American Phytopathological Society, St. Paul MN. p 39.