

Universidad Michoacana de San  
Nicolás de Hidalgo



## ESCUELA DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

**AFECTACIÓN DE LA ESCOBA DE BRUJA (*Fusarium sp.*) EN EL CULTIVO DEL MANGO (*Mangifera indica L.*) Y SUS EFECTOS EN LAS EXPECTATIVAS DE LOS PRODUCTORES DEL MUNICIPIO DE APATZINGÁN.**

TESINA QUE PRESENTA

***MARCO ANTONIO ZAMORA RIVAS***

COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER  
EL TÍTULO DE:

**INGENIERO AGRONOMO HORTICULTOR**

*ASESOR: ING. SALVADOR VENEGAS FLORES*

*Apatzingán, Mich. Enero del 2009*

## DEDICATORIA

A mi padre Antonio por mostrarme los beneficios que obtienen las personas al desempeñarse durante su vida con honradez.

A mi madre Ma. Teresa (+) por otorgarme su amor incondicional a lo largo de toda su vida, además de enseñarme un gran amor por el trabajo y nunca desfallecer aunque las condiciones no fueran favorables.

A mi esposa Vianey por brindarme la felicidad más grande en mi vida que es ser padre y alentarme en realizar este trabajo para concluir esta etapa de crecimiento.

A mi hijo (Marco Antonio) por regalarme su sonrisa todos los días y tener la dicha de escuchar su voz, y esperando poder representar para él un ejemplo de superación.

A mis hermanos María, Arnoldo (+), Miguel Ángel, Norma Inés (+), Ma. Natividad y Juan Carlos, a quienes debo un profundo agradecimiento, por acompañarme y apoyarme a lo largo de la vida que hemos pasado juntos; además de brindarme su amor y la calidez de su compañía cada vez que nuestro tiempo lo permite.

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Escuela de Ciencias Agropecuarias dependiente de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, por la oportunidad brindada al estudiar mi carrera universitaria en sus aulas, y así contribuir a mi desarrollo personal e intelectual.

Al Ing. Salvador Venegas Flores por su valiosa experiencia en el asesoramiento de este trabajo.

Al Lic. José Pulido Gaona, por su contribución en la planeación, desarrollo y conclusión de esta obra.

Al QFB. Juan López Añorve por contribuir con sus conocimientos a lo largo de mi carrera y animarme a cerrar un ciclo en mi vida.

Al ING. J. Jaime Herrera H. por el apoyo otorgado a lo largo de mi carrera universitaria y en la realización de esta investigación.

# INDICE

I. INTRODUCCIÓN.....	1
II OBJETIVOS E HIPÓTESIS.....	8
2.1. OBJETIVOS.....	8
2.2. HIPÓTESIS.....	8
III. REVISIÓN DE LITERATURA .....	9
3.1. EL CULTIVO DEL MANGO.....	9
3.1.1. Origen del mango.....	9
3.1.2. Clasificación taxonómica.....	9
3.1.3. Descripción botánica.....	10
3.1.4. Condiciones ambientales requeridas por el cultivo del mango.....	11
3.1.5 Cultivares.....	12
3.1.6. Manejo del cultivo en Michoacán.....	14
3.1.6.1. Estímulo del crecimiento vegetativo.....	14
3.1.6.2. Maduración del brote vegetativo para floración .....	16
3.1.6.3. Inducción a floración.....	16
3.1.6.4. Floración y fructificación.....	18
3.1.6.5. Cosecha.....	18
3.1.7. Composición y valor nutricional del mango.....	20
3.2. LA MALFORMACIÓN FLORAL O ESCOBA DE BRUJA EN MANGO ( <i>Fusarium sp</i> ).....	21
3.2.1. Antecedentes e importancia de la escoba de bruja ( <i>Fusarium sp.</i> ).....	21
3.2.2. Sintomatología de la enfermedad.....	23
3.2.3. Agente etiológico.....	25
3.2.4. Relación de la enfermedad con el clima.....	26
3.2.5. Control de la enfermedad.....	27
3.2.6 Control biológico.....	28
IV. MATERIALES Y MÉTODOS .....	29
4.1. Localización geográfica del valle de Apatzingán.....	29
4.1.1. Geología y suelos.....	29

4.1.2. Usos de suelo y cultivos más importantes. ....	30
4.2. El municipio de Apatzingán. ....	30
4.2.1. Indicadores de población y seguridad social en el municipio de Apatzingán. ....	30
4.3. Materiales. ....	31
4.4. Métodos. ....	32
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	33
VI. CONCLUSIONES. ....	35
BIBLIOGRAFIA. ....	36

## CUADROS

<b>CUADRO 1.- PAÍSES CON LA MAYOR SUPERFICIE SEMBRADA DE MANGO EN EL AÑO 2005, LA SUPERFICIE ESTA DADA EN MILES DE HECTÁREAS. FUENTE: FAOSTAT 2008.</b> .....	1
<b>CUADRO 2.- APORTACIÓN POR PAÍSES A LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE MANGO Y SU RESPECTIVO RENDIMIENTO PROMEDIO DURANTE EL AÑO 2005. FUENTE: SIAP, CON DATOS DE LA FAO. 2007</b> .....	2
<b>CUADRO 3.- PRINCIPALES ESTADOS PRODUCTORES DE MANGO EN MÉXICO. FUENTE: SAGARPA 2008.</b>	4
<b>CUADRO 4.- HISTÓRICO DE SUPERFICIE SEMBRADA DE MANGO EN EL MUNICIPIO DE APATZINGÁN FUENTE: SAGARPA, 2008.</b> .....	6
<b>CUADRO 5.- PRODUCTOS QUÍMICOS SUGERIDOS LA SAGARPA PARA EL CONTROL DE LOS PRINCIPALES PROBLEMAS FITOSANITARIOS DEL MANGO EN MICHOACÁN.</b> .....	20
<b>CUADRO 6.- COMPOSICIÓN NUTRIMENTAL DEL MANGO. FUENTE: TABLA DE COMPOSICIÓN DE LOS ALIMENTOS. COLLAZOS Y OTROS.</b> .....	21

## FIGURAS

<b>FIGURA 1.- EXPORTACIONES DE MANGO POR PAÍSES DURANTE EL AÑO 2005.FUENTE: SIAP CON DATOS DE LA FAO.</b> .....	3
<b>FIGURA 2.- PLANTA DE MANGO CON MALFORMACIÓN VEGETATIVA O AGALLAS CAUSADA POR FUSARIUM SP. FUENTE: <a href="http://www.redpav.avepagro.org.ve/agrotrop/v33_1-6/v33a012.html">HTTP://WWW.REDPAV.AVEPAGRO.ORG.VE/AGROTROP/V33_1-6/V33A012.HTML</a></b> .....	23
<b>FIGURA 3.-MAPA DEL MUNICIPIO DE APATZINGÁN. FUENTE: DTC APATZINGÁN DISEÑO DE FRANCISCO SÁNCHEZ G.</b> .....	31

## I. INTRODUCCIÓN.

El mango (*Mangifera indica L.*) Es el tercer fruto tropical en términos de producción e importación mundial, situado tras el plátano y la piña y el quinto de todos los frutos (superado también en volumen por la manzana y la uva). El mango es originario de la región Indo-Birmánica donde se cultiva desde hace más de 4000 años y actualmente se cultiva en más de 100 países (Galán Saúco, 1999).

En el mundo se cultivan alrededor de 3.85 millones de hectáreas de mango en sus distintos cultivares, con una producción anual en el 2005 de 27,996 millones de toneladas. El 60.8% de la producción mundial proviene del continente asiático, los primeros cinco países productores de mango pertenecen a este continente (SIAP con datos de la FAO).

**CUADRO 1.- Países con la mayor superficie sembrada de mango en el año 2005, la superficie esta dada en miles de hectáreas. Fuente: FAOSTAT 2008.**

PAIS	SUPERFICIE
INDIA	1600
CHINA	423.6
TAILANDIA	285
INDONESIA	273.4
FILIPINAS	160
MÉXICO	157
PAKISTÁN	151.5
OTROS PAISES	802.5
TOTAL	3853

La India en el año 2005 ocupó el primer lugar a nivel mundial en superficie sembrada de mango con un total de 1,600,000 hectáreas que representan el 42% de la superficie total cultivada de mango en el mundo, México se coloca en el

sexto sitio con 157,000 hectáreas que a su vez representan el 4 % de la superficie mundial cultivada, esto de acuerdo a datos de la FAOSTAT esto se ve más a detalle el cuadro 1.

El cuadro 2 nos muestra los principales países productores de mango en el mundo en el año 2005, donde destaca La India que aporta el 39 % de la producción mundial, aquí cabe resaltar a Pakistán que gracias a su gran rendimiento en ton/ Ha desplaza a dos países que lo superan en superficie sembrada; por ello este cuadro se complementa con el rendimiento promedio obtenido por cada país en el año 2005.

**CUADRO 2.- Aportación por países a la producción mundial de mango y su respectivo rendimiento promedio durante el año 2005. Fuente: SIAP, Con datos de la FAO. 2007**

PAIS	PRODUCCIÓN	RENDIMIENTO
	TONELADAS	PROM. TON/HA
INDIA	10,800,000	6.8
CHINA	3,673,000	8.5
TAILANDIA	1,800,000	6.3
PAKISTAN	1,673,900	11
INDONESIA	1,478,200	5.4
MÉXICO	1,381,300	8.8
FILIPINAS	950,000	5.9
OTROS	6,210,400	
MUNDO	27,966,800	

En el cuadro 2, cabe destacar que rendimiento promedio mundial durante el año 2005 es de 7.4 ton/ Ha.

En el rubro de exportaciones, México en el año 2005 se ubicó en el segundo lugar, aportando el 20 % del total exportado, en el mismo año La India ocupó el primer sitio con el 22 % del total de las exportaciones mundiales. Es muy importante

señalar que La India a partir del año 2003 incrementó de forma considerable sus exportaciones, ya que en el 2002 logró colocar en el mercado internacional 41.6 miles de toneladas lo que representa el 18% de lo exportado en el 2005.

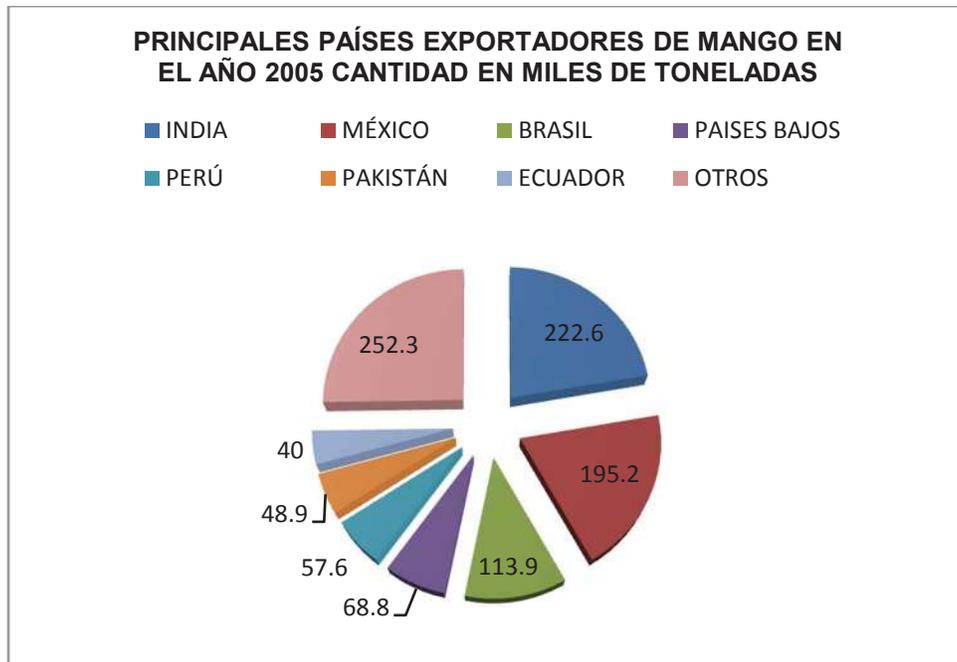


FIGURA 1.- Exportaciones de mango por países durante el año 2005.FUENTE: SIAP con datos de la FAO.

Durante el año 2007 se cultivaron en México 179,210 hectáreas de mango, con una producción de 1, 643,355 toneladas. Michoacán ocupa el tercer lugar a nivel nacional de superficie sembrada de dicho cultivo, solo superado por Veracruz y Sinaloa (SAGARPA, 2008).

En México aproximadamente el 85.18 % del mango cosechado se destina al mercado nacional y el 14.2 % se destina al mercado de exportación, que tiene como principal destino los Estados Unidos de América.

Michoacán hasta el año 2002 se situaba como el principal estado exportador de mango del país, aportando el 37% del total exportado (Sánchez, 2004). En el año 2007 el estado de Michoacán ocupó el segundo sitio en dicho ámbito, desplazado por Sinaloa con un 26.41% y 41.90 % (SISPRO, 2008).

**CUADRO 3.- Principales estados productores de mango en México. Fuente: SAGARPA 2008.**

ESTADO	SUP.SEMBRA DA. HAS	TOTAL. TON	RENDIMIENTO TON/ HA	PRECIO ME- DIO RURAL
SINALOA	27423	334293	12.482	1617
VERACRUZ	26064	129217	5.381	2119
MICHOACÁN	24052	133240	5.917	2253
CHIAPAS	23924	149395	6.896	2766
GUERRERO	21840	297646	13.801	5123
NAYARIT	21173	243184	11.494	1679
OAXACA	17998	186033	10.613	1416
TOTAL NACIONAL	179210	1,643,355	9.636 *	2495

\*Media nacional de rendimiento ton/ ha

Como se ve en el cuadro 3 el cultivo del mango en Michoacán es de gran importancia por la superficie destinada para este cultivo. Los cultivares más utilizados en el estado son: Haden, Tommy Atkins, criollo, y en las zonas costeras, además de los antes mencionados se utilizan Manila y Ataulfo. En el aspecto de rendimiento su promedio es de los más pobres del país, ya que se encuentra muy por debajo de la media nacional. Esto significa un problema muy serio, ya que debido al bajo rendimiento, el productor michoacano tiene necesariamente que obtener un precio muy alto para compensar la baja producción; cabe señalar que de no ser esto posible, el cultivo de este frutal podría no ser rentable para los productores en este estado o en algunas regiones del mismo.

De acuerdo al cuadro 3 el precio medio rural para el mango de Michoacán durante el año 2007 no es muy elevado, se encuentra por debajo de la media nacional; además la baja producción influye directamente en el productor y consecuentemente este puede optar por cultivar otro producto. La importancia de

estudiar los factores limitantes de la producción de mango en el estado de Michoacán, estriba en que estos podrían ser determinantes para reducir la superficie sembrada de dicho cultivo.

Un limitante de la producción de mango en el estado de Michoacán es la malformación floral o escoba de bruja, debido a que es una de las principales enfermedades que afectan al cultivo. Los daños ocasionados pueden afectar la producción hasta en un 60 % (vega 1994).

En Michoacán el mango se cultiva desde el nivel del mar hasta los 1100 metros de altitud. Con la excepción de la zona costera (Lázaro Cárdenas), donde se mantiene a niveles bajos de afectación, la malformación se ha dispersado por el resto de las zonas productoras de mango en el estado; presentando la mayor incidencia de daño en huertos entre los 250 y 450 msnm, bajo condiciones más secas y cálidas. Se reduce gradualmente el nivel de afectación conforme los huertos se ubican a niveles superiores a los 700 msnm donde las condiciones son menos secas y cálidas (Espinosa A., Miranda s., Arias s., Rico P., & Javier Mercado, 2007).

La mayor parte del mango cultivado en Michoacán se localiza en condiciones de altura y clima favorables para el desarrollo de la escoba de bruja; esto es a diferencia de otros estados que aprovechan la zona costera para el desarrollo de este frutal. Tan solo en el valle de Apatzingán en el año 2007 la superficie sembrada de mango era de 17139 hectáreas lo que representa el 71.25 % del total estatal. La diferencia en rendimiento de frutos es muy notoria entre la zona costera y el valle de Apatzingán, ya que los rendimientos más altos del estado los poseen los municipios de Lazaro Cárdenas, Aquila y Cohahuayana; con rendimientos de 9.47, 10.21 y 18.57 ton/ ha respectivamente. En tanto que la media para el valle de Apatzigán es de 4.48 ton/ha (SAGARPA, 2008).

Los datos de rendimiento descritos en el párrafo anterior demuestran una considerable baja en la producción de mango en zonas donde esta presente la escoba de bruja, como es el caso del Valle Apatzingán.

**CUADRO 4.- Histórico de superficie sembrada de mango en el municipio de Apatzingán FUENTE: SAGARPA, 2008.**

AÑO	SUPERFICIE SEMBRADA Ha	SUPERFICIE COSECHADA Ha
2001	1122.02	976.02
2002	980.02	877.02
2003	980.02	877.02
2004	878.5	872.5
2005	858	852.5
2006	819	797
2007	819	797

Una de las causas importantes por la que los agricultores dejaron de cultivar mango en el municipio de Apatzingán, es el bajo rendimiento 4.60 ton/Ha, que es muy por debajo de la media nacional 9.636 ton/Ha (SAGARPA, 2008). Y al ser la escoba de bruja una de las causas principales de bajo rendimiento se podría suponer que dicha enfermedad es causal de la reducción de la superficie sembrada de mango.

Para enfatizar la importancia que tiene la escoba de bruja en la producción de mango y en el entorno regional, se cita un ejemplo en otro País. Existen regiones como La Morita en el estado de Aragua, en Venezuela, tradicionalmente sembradas con mango y que actualmente tiene el 100% de árboles afectados con escoba de bruja, lo cual determinó que fuera declarada no apta para el cultivo de este frutal (Rojas & Rondon, 1995).

El productor además de enfrentar el problema de baja producción ocasionado por escoba de bruja, ve incrementados sus costos de producción al intentar controlar esta enfermedad. Lo cual en ocasiones podría resultar frustrante para el mismo,

ya que en la actualidad no existe un tratamiento eficaz para lograr la erradicación de la citada enfermedad.

La problemática abordada en este trabajo de investigación se basa en encontrar una posible relación de la malformación o escoba de bruja en mango con la disminución en la superficie sembrada de mango en el municipio de Apatzingán; es decir de que manera influye en el aspecto emocional del productor enfrentarse a un problema que le reduce de forma considerable la producción, incrementa sus costos de producción y a la fecha no existe una método de control eficaz de la enfermedad. Si al ver esta situación el productor entra en un estado anímico que podría influir en la toma de decisión de desatender el huerto de mango o finalmente optar en el peor de los casos por tumbar los árboles para aprovechar la tierra para otro cultivo u otro uso.

En este proyecto se investigará la o las razones que motivaron a los productores a la tumba de huertos de mango y determinar si realmente influyo de forma determinante la malformación floral o escoba de bruja en su decisión.

## **II OBJETIVOS E HIPÓTESIS**

### **2.1. OBJETIVOS.**

Determinar si la escoba de bruja en mango (*Fusarium sp.*) es un factor determinante en la reducción del área de cultivo destinado a este frutal en el municipio de Apatzingán.

Obtener información bibliográfica que nos permita conocer las expectativas económicas de los productores de mango en dicho municipio; es decir de que forma se puede evitar la tumba de los huertos existentes.

### **2.2. HIPÓTESIS.**

La escoba de bruja en mango (*Fusarium sp.*), es un causal importante de la disminución de la superficie sembrada de dicho frutal en el municipio de Apatzingán.

### III. REVISIÓN DE LITERATURA

#### 3.1. EL CULTIVO DEL MANGO

##### 3.1.1. Origen del mango.

El mango (*Mangifera indica* L. ) está reconocido como en la actualidad entre los 3 frutos tropicales más finos e importantes; y el quinto en importancia económica dentro de todos los frutales, solamente superado por la piña, plátano, manzana y uva. Originario de la región Indo- Birmánica, donde se ha cultivado por más de 4000 años. De ahí se extendió a Vietnam, Indonesia, Ceylán y Paquistán. El mango fue introducido a América por los portugueses y españoles. Los primeros lo llevaron a Brasil y los segundos de Filipinas a México de donde se distribuyó a otros lugares del Caribe (Galán Saúco, 1999).

Etimológicamente *Mangifera indica* significa planta india productora de mangos se debe hacer mención de que en este caso se hace referencia al lugar donde el mango común fue seleccionado y mejorado. El nombre técnico bajo el que estaba clasificado anteriormente fue *Mangifera arbor* (árbol que produce mangos).

##### 3.1.2. Clasificación taxonómica.

CLASE	Dicotiledóneas
SUBCLASE	<i>Rosidae</i>
ORDEN	<i>Sapindales</i>
SUBORDEN	<i>Anacardiineae</i>
FAMILIA	<i>Anacardiaceae</i>
GÉNERO	<i>Mangifera</i>
ESPECIE	<i>Mangifera indica</i> L.

La familia *Anacardiaceae* incluye 14 géneros en su mayoría árboles y/o arbustos que contienen canales de resina o una especie de savia lechosa, que en

ocasiones puede ser venenosa. Pertenecientes a esta familia destacan: marañón (*Anacardium occidentale L.*), el pistache (*Pistacea vera L.*), las ciruelas tropicales (*Spondias sp.*), y la familiar hiedra venenosa o roble venenoso de Norteamérica (*Rhus toxicodendron L.*, o *R. radicans L.*).

El genero *mangifera* lo componen 69 especies de las cuales el más conocido y explotado comercialmente es el mango y dentro de esta especie se pueden distinguir dos grupos a los cuales se les han atribuido diferentes rangos de adaptación climática; un grupo cuya semilla es de tipo poliembriónica y adaptación tropical. El segundo grupo lo componen los de tipo monembriónico, cuya semilla contiene un solo embrión y es de adaptación más bien subtropical (Espinosa A., y otros, 2006).

### **3.1.3. Descripción botánica.**

**TRONCO.** El mango típico constituye un árbol de tamaño mediano- de 10-30 metros de altura. El tronco es más o menos recto- cilíndrico y de 75-100 cm de diámetro. Corteza de color café-gris con grietas longitudinales poco profundas que en ocasiones contienen gotitas de resina.

**COPA.** La corona es densa y ampliamente oval o globular. Las ramas son gruesas y robustas. Son redondeadas, lisas, de color verde amarillento y opacas cuando jóvenes; las cicatrices de las hojas son apenas prominentes.

**HOJAS.** Las hojas son alternas, espaciadas irregularmente a lo largo de las ramitas, de pecíolo largo corto, oblongo lanceolado, coriáceo, liso en ambas superficies, de color verde oscuro brillante por arriba, verde-amarillento por abajo, de 10-40 cm de largo, de 2-10 cm de de ancho, y enteros con márgenes delgados transparentes, base agua o acuñada y un tanto reducida abruptamente, ápice acuminado.

Las hojas tienen nervaduras visiblemente reticuladas, con una nervadura media robusta y conspicua y de 12 a 30 pares de nervaduras laterales más o menos prominentes; ellas expiden un olor resinoso cuando se les tritura; el pecíolo es

redondeado, ligeramente engrosado en la base, liso y de 1.5-7.5 cm de largo. Las hojas jóvenes son de color violeta rojizo o bronceado, posteriormente se tornan de color verde oscuro.

**INFLORECENCIA.** Es una panícula muy ramificada de 10-60 cm de largo, con mil o más flores masculinas y hermafroditas. Las raqueas son de color rosado o morado, algunas veces verde-amarillentas. La proporción de flores bisexuales varía dependiendo del cultivar, clima y del tiempo; las flores son pequeñas, de 5- 8 mm, generalmente con cinco sépalos, pétalos y estambres (de los cuales solo uno es fértil) y con un pistilo con estilo oblicuo.

**FRUTO.** Es una gran drupa carnosa comestible (mesocarpo), cuyo color, grosor y sabor dependen del cultivar utilizado, estado de maduración del fruto y condiciones del cultivo. Su forma es variable dependiendo también del cultivar pero generalmente es ovoide-oblonga.

Su cáscara es generalmente gruesa y su coloración puede estar entre el verde, amarillo y diferentes tonalidades de rosa, rojo y violeta, (también dependiendo del cultivar en cuestión). Contiene un hueso leñoso (endocarpo) alrededor de la semilla, compuesta por dos cotiledones carnosos y de uno a varios embriones dependiendo si es un cultivar monoembrionario u poliembrionario.

**RAIZ.** Principal pivotante que sigue su crecimiento puede llegar a alcanzar hasta seis metros de profundidad pero su principal sistema de absorción se localiza en los primeros 50 cm de profundidad llegando a tener un crecimiento horizontal de hasta siete metros.

#### **3.1.4. Condiciones ambientales requeridas por el cultivo del mango.**

**CLIMA.-** El clima ideal para el cultivo del mango va del subhúmedo ecuatorial al subárido subtropical, siempre que exista una marcada estación seca. La temperatura promedio óptima para el desarrollo del mango se ubica entre los 23.7 y 26.0; puede soportar temperaturas hasta de 4 como mínima y de 45 como máximo.

Las temperaturas muy bajas aún una helada ligera puede dañar arboles jóvenes, y las inflorescencias (aunque estas florecen después), pudiendo soportarla los arboles viejos en letargo. En tanto las temperaturas muy altas acompañadas de baja humedad relativa y vientos fuertes pueden provocar una deshidratación del árbol. La altitud a la cual se desarrolla mejor este cultivo es por debajo de los 600 msnm. Aunque existen árboles que de manera individual crecen muy bien a alturas de 1000-1200 msnm es una mala práctica sembrar un huerto a esta altura (Samsón, 1991).

En cuanto a precipitación el cultivo se desarrolla muy bien en lugares donde llueve de 250mm hasta 2500 mm; con mayor cantidad de precipitación se obtiene un gran desarrollo vegetativo a expensas de producción de fruto.

**SUELO.-** El frutal del mango al igual que los cítricos no son muy exigentes en cuanto al suelo; estos pueden ser arenosos o francos, laterítico o aluvial, mientras que sea profundo y tenga un buen drenaje de 1.2 a 2.0 metros. Deben evitarse los suelos muy delgados, alcalinos y pedregosos. De preferencia un PH del suelo de 5.5-7.5, y el manto freático debe estar a una profundidad entre 3 y 4 metros. Cabe señalar que este cultivo en suelos con PH por encima de 8.0 manifiesta deficiencias de Hierro y Zinc (Galán Saúco, 1999).

### **3.1.5 Cultivares.**

Existen cientos de cultivares de mango, distribuidos por todo el mundo, por lo cuál se ha dificultado la posibilidad de clasificarlos a nivel mundial. Actualmente no existe una clasificación clara a pesar de que se han realizado diversos intentos. En esto influye los cambios sufridos por los cultivares al adaptarse a diferentes condiciones ambientales al ser introducidos a las diversas regiones donde actualmente se cultivan.

La clasificación utilizada en México se basa en la cantidad de embriones contenidos dentro de la semilla, esto es en monoembriónicos cuando la semilla posee un embrión y poliembriónico cuando posee dos o más. Dentro de los

monoembriónicos encontramos los cultivares Haden, Tommy Atkins, Kent, Keitt; y dentro de los poliembriónicos encontramos Manila, Ataulfo y Criollo. En Michoacán los cultivares Haden y Tommy Atkins son los más utilizados ya que sumando la superficie sembrada de ambos ocupan casi el 90 % del total de mango sembrado en el estado mencionado con anterioridad (Espinosa A., y otros, 2006).

**HADEN.-** Cultivar monoembriónico originario de florida de alta producción pero alternante, árbol vigoroso con una capa de follaje muy densa. Su fruto es de color amarillo con chapeo rojo de excelente presentación tanto para el mercado nacional como internacional su peso oscila de 150 a 700 gramos su cascara semigruesa facilita su transporte, su pulpa es jugosa y con poca fibra. Es el cultivar mas utilizado en la región de Apatzingán por su valor comercial y su gran aceptación en los mercados.

**TOMMY ATKINS.-** Cultivar monoembriónico, originario de Florida, árbol vigoroso con abundante follaje presenta una producción poco alternante. Este cultivar es importante, ya que presenta gran demanda en el mercado de exportación principalmente en Estados Unidos. El fruto es de buena calidad comestible, deforma oval a oblonga y base redonda, de 9 a 14 cm de largo con un peso que varía de 350 a 700 gramos. Su color al madurar es amarillo naranja con chapeo rojo a rojo oscuro en la base. Pulpa jugosa, firme y con poco contenido de fibra. Sin embargo presenta el inconveniente de una maduración rápida de la pulpa cercana al hueso lo cual demerita su calidad.

**KENT.-** Cultivar monoembriónico originado en Florida. Árbol vigoroso, compacto y de copa cerrada, producción poco alternante. Su fruta es de buena calidad, de forma oval y base redonda, de tamaño grande, su peso varía de 500 a 1100 gramos maduro en color verde amarillento con rojo oscuro en la base del fruto. La pulpa tiene muy bajo contenido de fibra, lo cual dificulta el manejo una vez estando maduro, pero por otra parte tiene gran demanda en la fabricación de jugos y en el mercado nacional.

KEITT.- Cultivar monoembriónico originado en Florida, árbol moderadamente vigoroso, erecto de copa abierta con ramas abiertas y colgantes. Fruto grande con peso de 600 a 1200 gramos, madura en color verde amarillento con muy poco chapeo que es de color rosa claro. Este cultivar es conocido como petacón en la región de Apatzingán y no tiene gran demanda en el mercado. Este cultivar es de producción tardía junto con el Kent; lo que representa cierta ventaja de oportunidad de mercado para ambos.

ATAULFO.- cultivar poliembriónico. Su fruto es de excelente calidad, de color amarillo naranja, con peso de 200 a 300 gramos, tiene una gran aceptación en el mercado nacional e internacional, el fruto tiene un color atractivo aún cuando no este totalmente maduro lo cual facilita el manejo de pos cosecha. Aunque reviste de gran importancia a nivel nacional este cultivar junto con el Manila; en la región de Apatzingán su cultivo es muy reducido.

MANILA.- Cultivar poliembriónico, de gran aceptación en el mercado nacional y para industria fruto de tamaño medio, su peso varía de 160 a 275 gramos. Fruta de color amarillo tanto la pulpa como la cascara, esta ultima es muy delgada, contiene poca fibra es muy dulce cuando se consume totalmente maduro.

### **3.1.6. Manejo del cultivo en Michoacán.**

El Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, dependencia de la SAGARPA. Recomienda el siguiente paquete tecnológico para la producción de mango en el estado de Michoacán.

#### **3.1.6.1. Estímulo del crecimiento vegetativo.**

Consiste en provocar un flujo vegetativo (rebrote), vigoroso en la mayoría de las varetas disponibles del árbol, para que se formen los nuevos brotes en los que se generará la floración del siguiente ciclo. La época para estimular el crecimiento vegetativo esta en función al periodo en que se pretenda obtener la cosecha, debido a la maduración que requieren los brotes para tener mejor respuesta en floración y producción de fruta. En el cultivar Haden si se pretende cosechar en enero o principios de febrero, las prácticas de estimulación de los brotes vegetativos no deben rebasar el mes de marzo. Incluso antes de que finalice la

cosecha del ciclo previo. Para cosechas posteriores se puede desfasar un mes entre cada una, es decir, si se pretende cosechar en febrero y marzo, no debe rebasar el mes de abril. Para cosechas más tardías no deben exceder el mes de julio. Las prácticas que se pueden aplicar para estimular el crecimiento vegetativo, en orden cronológico son:

A). Análisis de contenido de nutrientes en tejido foliar.- Este se usa para determinar las necesidades de fertilización que requiere el cultivo.

B).Poda.- Cualquier labor de poda que se realice en el árbol, produce generalmente una brotación vegetativa posterior. En este caso se sugiere realizarlas en función de la disponibilidad del equipo y/o al análisis de los costos que representaría por concepto de mano de obra. Para esta práctica se plantean las siguientes alternativas: poda de panículas improductivas o enfermas, poda de despunte de la periferia del árbol, poda de descopete o lateral y poda fitosanitaria.

C) Labores de cultivo.- Debido a que el paso de la maquinaria agrícola para el laboreo del suelo ocasiona un efecto de poda de raíces y a su vez estimula una posterior brotación vegetativa, se sugiere que antes de la fertilización se realicen las prácticas de rastreo, cajeteo, trazo de regaderas, etc.

D) Fertilización.- Una vez terminadas las labores de poda y laboreo del suelo se puede realizar la primera fertilización, para proporcionar al cultivo los nutrientes necesarios para estimular el crecimiento. En este caso si se realizó análisis foliar se deben aplicar las cantidades de fertilizantes recomendados por el especialista que interpretó los análisis de laboratorio. En caso contrario, se sugiere balancear una mezcla de fertilizantes que contenga Nitrógeno, Fósforo y potasio y pequeñas cantidades de Hierro, Zinc y Manganeso que pueden ser deficitarios en suelos de origen calcáreo y PH alcalinos como los que prevalecen en el estado. En caso de antecedentes de PH muy elevado se sugiere complementar la fertilización con algunas cantidades de Azufre.

El fertilizante se debe depositar preferentemente en banda o en 4 a 6 pozos alrededor del árbol entre la zona de goteo y el tronco. Después de aplicar el fertilizante se debe cubrir con tierra para lograr su mejor aprovechamiento.

En esta fertilización no es recomendable la aplicación de Nitrato de amonio o de Fosfonitrato de amonio como fuente de Nitrógeno, por que puede ocasionar una brotación floral en algunas varetas.

E). Riego.- Una vez que se ha fertilizado es necesario aplicar un riego y continuarlos posteriormente a intervalos relativamente cortos (de ser posible cada 12 a 15 días), para lograr mayor vigor de brotación vegetativa.

F). Aplicación de sustancia para romper dormancia.- Aunque las aplicaciones foliares de Nitrato de Potasio se han utilizado solamente para la inducción a floración, cuando se realizan en presencia de altas temperaturas pueden ayudar a romper la dormancia en las yemas y estimular la brotación vegetativa. Por lo anterior, puede ser recomendable, una vez que se reinicie el riego, realizar una o dos aspersiones foliares de Nitrato de Potasio al 4 % (4.0 Kg/100 lts de agua).

G). Control fitosanitario.- Después de realizadas las prácticas anteriores y a partir de que empiecen a emerger los nuevos brotes es necesario realizar de una a dos aplicaciones de insecticida para el manejo de trips, algunos productos recomendados son: Malatión, Paratión metílico o Folidol, a dosis de 100 a 150 cc por 100 litros de agua. Para el manejo de escoba de bruja o malformación floral del mango, se recomienda la aplicación de acaricidas mensualmente durante los meses de marzo a junio, una alternativa de acaricidas es la aplicación de Azufre humectable a dosis de 400 gr en 100 litros de agua.

#### **3.1.6.2. Maduración del brote vegetativo para floración.**

Cuando se ha logrado estimular el crecimiento vegetativo, y a partir de que los nuevos brotes adquieran el color característico verde oscuro se requiere a inducir a los árboles a un periodo de descanso en el crecimiento, es decir se debe evitar otros flujos vegetativos para que los brotes inicialmente formados maduren el tiempo suficiente para lograr mejor respuesta tanto en floración como en

producción. Para lograr este estado de dormancia, se recomienda reducir la intensidad de los riegos; si el cultivo requiriera una segunda aplicación de fertilizante se debe evitar la aplicación de Nitrógeno y no se deben realizar labores de cultivo. Otra estrategia para detener los flujos vegetativos tardíos es la aplicación de retardantes del crecimiento como el Cloromequat cloruro, el Daminozide y el Plancobutrazol (PBZ), los cuales inhiben la síntesis de giberelinas. Las sustancias mencionadas anteriormente son inhibidoras del crecimiento. Para el control de malezas en esta etapa de desarrollo del cultivo no es aconsejable laboreo del suelo, por tanto se recomienda la aplicación de Glifosfato a dosis de 1 a 1.5 litros de producto comercial por 100 litros de agua, complementado con 2 a 3 Kg de Sulfato de amonio o Urea para potenciar el efecto del herbicida.

### **3.1.6.3. Inducción a floración.**

Una vez lograda la edad suficiente en la mayoría de los brotes se puede intentar forzar la floración, esto se puede lograr de las diferentes maneras:

a). Inducción foliar.- como primer paso para utilizar este procedimiento para forzar la floración se debe tener la certeza de que los árboles han presentado un descanso superior a los 5-6 meses en huertos de la variedad haden y de 6-7 meses en huertos de la variedad Tommy Atkins. Un segundo paso es realizar un análisis de concentración de nutrientes en el tejido foliar, para definir las necesidades de suplementación que requerirá el cultivo durante la floración y desarrollo de frutos. Como tercer paso se realiza la aplicación foliar y se pueden utilizar Nitrato de Amonio a concentración del 2 % (dos kg de fertilizante en 100 litros de agua) o Nitrato de Potasio a concentración del 4 % (4 kg de fertilizante en 100 litros de agua), en ambos casos es recomendable adicionar un adherente comercial con un total de dos a tres aplicaciones espaciadas a siete días. Se debe cuidar que las aspersiones se realicen a brisa suave y cubriendo uniformemente el árbol.

Una vez que se confirma la generalización de la floración, es decir cuando la mayor parte de las espigas florales se hayan hecho evidentes se deberá realizar la

fertilización, si se realizo estudio foliar previo se aplicará lo recomendado por el especialista, en caso contrario se puede aplicar una mezcla balanceada de Nitrógeno, Fósforo y Potasio, además de pequeñas cantidades de Hierro, Zinc o Manganeso. Aquí cabe señalar que inmediatamente después de la fertilización se reinician los riegos, a intervalos relativamente cortos que pueden ser de 12 a 15 días en suelos relativamente arenosos y de 15 a 20 días en suelos de textura más pesada.

B). Inducción con fertilización al suelo.- Se basa en la aplicación de Nitrato de amonio o Fosfonitrato de amonio al suelo. En esta forma de inducción a floración al igual que la inducción foliar, requiere que la mayoría de las varetas estén maduras y un estudio foliar previo, después se selecciona el fertilizante a aplicar, a dosis de 3 a 6 kg por árbol dependiendo de la edad utilizando las dosis mas altas en arboles de porte alto y adultos; la cantidad no varía si se utiliza cualquier de los dos fertilizantes antes mencionados.

Se complementa la fertilización con lo recomendado por el especialista en caso de que se haya realizado el estudio foliar y de no haberse realizado se recomienda una mezcla balanceada que contenga Fósforo y Potasio, además de pequeñas cantidades de Hierro Zinc y Manganeso. El fertilizante se deposita en 4 a 6 hoyos alrededor del 75 % del área de la copa del árbol, no debe depositarse en los límites del área de goteo. Una vez realizada la fertilización, aplicar un riego pesado, independientemente del contenido de humedad que se pudiera tener en el suelo. Posteriormente reiniciar los riegos de 20 a 30 días después de la fertilización y continuarlos a intervalos cortos hasta cosecha de 12 a 15 días ó de 15 a 20 días dependiendo de la textura del suelo.

#### **3.1.6.4. Floración y fructificación.**

En esta etapa el manejo se debe enfocar a mejorar el vigor y sanidad de la floración para incrementar el amarre de la fruta, por lo cual se sugieren las siguientes prácticas:

A). Riego.- Continuar con el manejo de riegos anteriormente señalado para proteger una posible deficiencia de humedad en esta etapa crítica del cultivo, que podría provocar la caída de una gran cantidad de frutillos.

B). Fertilización.- Eventualmente se pueden realizar algunas aplicaciones adicionales de fertilizante, ya sea de manera foliar o solubles en el riego. Se recomienda la aplicación foliar de Urea baja en Biuret a concentraciones del 2 % y de Sulfato de Zinc a dosis de 3000 ppm (300gr en 100 litros de agua), la primera en plena floración y la segunda en fruto tamaño munición o canica.

C). Control fitosanitario. Además de las moscas de la fruta, cuyo control se realiza a través de la campaña fitosanitaria, los otros problemas fitosanitarios a los que se enfrenta el cultivo, en floración y desarrollo de frutos son las enfermedades como: antracnosis, escoba de bruja, cenicilla y plagas como el trips. Para el control químico de los problemas fitosanitarios antes señalados existen varias mezclas y productos que pueden ser utilizados, entre otros, algunos se muestran en el cuadro 4.

#### **3.1.6.5. Cosecha.**

La cosecha se debe realizar cuando el fruto alcance la madurez fisiológica. El indicador de este estado de madurez es una mayor separación de las lenticelas, el fruto adquiere una forma redonda y los hombros del fruto se observan por encima de la base del pedúnculo. El grado de madurez al que debe cosecharse esta en función del mercado destino. En cualquier caso es recomendable utilizar una red y recipientes de cosecha debidamente lavados y desinfectados, sin aristas interiores ni aberturas amplias con el fin de evitar daños al producto. Para llevar el producto al empaque se debe supervisar una carga y transporte cuidadoso.

**CUADRO 5.- Productos químicos sugeridos la SAGARPA para el control de los principales problemas fitosanitarios del mango en Michoacán.**

<b>PROBLEMA FITOSANITARIO</b>	<b>PRODUCTOS PARA SU CONTROL</b>	<b>DOSIS/100LITROS DE AGUA</b>	<b>TIPO DE PRODUCTO</b>
<b>ANTRACNOSIS</b>	<b>BENOMIL</b>	<b>70-100 gr</b>	<b>SISTÉMICO</b>
	<b>MANCOZEB</b>	<b>250-300 gr</b>	<b>DE CONTACTO</b>
	<b>SULFATO TRIBÁSICO DE COBRE</b>	<b>300-450 gr</b>	<b>DE CONTACTO</b>
	<b>CAPTÁN</b>	<b>250-300 gr</b>	<b>DE CONTACTO</b>
	<b>TIABENDAZOL</b>	<b>50-70 gr</b>	<b>SISTÉMICO</b>
	<b>AZOXISTROBIN</b>	<b>50-60 cc</b>	<b>SISTÉMICO</b>
	<b>PROCHLORAZ</b>	<b>70-100 cc</b>	<b>DE CONTACTO</b>
<b>CENICILLA</b>	<b>AZUFRE HUMECTABLE</b>	<b>300-400 gr</b>	<b>PROTECTANTE</b>
	<b>TRIADIMEFÓN</b>	<b>50-70 gr</b>	<b>SISTÉMICO</b>
<b>TRIPS</b>	<b>MALATIÓN</b>	<b>100-150 cc</b>	<b>DE CONTACTO</b>
	<b>PARATIÓN ETÍLICO</b>	<b>100-150 cc</b>	<b>DE CONTACTO</b>
	<b>FOLIDOL</b>	<b>100-150 cc</b>	<b>DE CONTACTO</b>
<b>ACAROS</b>	<b>AZUFRE HUMECTABLE</b>	<b>300-400 gr</b>	<b>DE CONTACTO</b>

### **3.1.7. Composición y valor nutricional del mango.**

La composición nutricional del mango varía de acuerdo a la variedad o cultivar del mismo y también depende del grado de madurez del mismo por ello la diferencia

en cuanto a información nutrimental existe entre diversos autores. En el cuadro 5 se detalla la información nutrimental de dicho fruto de acuerdo a Collazos y otros.

**CUADRO 6.- Composición nutrimental del mango. Fuente: tabla de composición de los alimentos. Collazos y otros.**

COMPONENTES	
Calorías	60.0
Agua (gr)	83
Proteínas	0.40
Lípidos (gr)	0.20
Carbohidratos	15.90
Fibra (gr)	1.0
Ceniza (gr)	0.50
Calcio (mg)	17.0
Fósforo	15.0
Hierro (mg)	0.40
Caroteno	1.03
Tiamina	0.03
Riboflavina	0.11
Niacina	0.39
Ácido ascórbico (vitamina C)	1.80

### **3.2. LA MALFORMACIÓN FLORAL O ESCOBA DE BRUJA EN MANGO (*Fusarium sp*)**

#### **3.2.1. Antecedentes e importancia de la escoba de bruja (*Fusarium sp.*).**

La escoba de bruja es un problema fitosanitario que afecta a muchas áreas de producción de mango en el mundo. La malformación afecta tanto a brotes vegetativos como florales, también es conocida como arracimado de las puntas, deformación y agallas del mango.

Actualmente se desconocen datos precisos a nivel mundial sobre las pérdidas ocasionadas por las enfermedades en general. Solo se considera que el total de las pérdidas causadas por plagas, malezas y enfermedades: aproximadamente el

35 % son debidas al gran complejo de las enfermedades. Esto sin incluir el costo que representan todos los insumos utilizados en su prevención y/o control. (Mendoza. Z. & Cortes, 1985).

En México se considera que del total de la producción de las plantas cultivables, existen perdidas que asciende aproximadamente al 35 % de su potencial. De este porcentaje, un 25 % se debe a las plagas, malezas y otros factores y el 10 % restante lo ocasionan las enfermedades. Dentro de las enfermedades los hogos ocupan el primer lugar como agentes causales con un 65 % del total, ocupando el resto de los microorganismos el 35 % restante (Covarrubias C., 1989)

La malformación del mango fue registrada por vez primera en el año de 1891 por la presidencia de Bombay en la India. Aparentemente pasó desapercibida hasta que en 1953 se señalo su gravedad en todas las zonas productoras importantes de dicho País (Schlosser, 1971). Actualmente se ha dispersado a Asia (Israel, Malasia y Pakistán) África (Egipto, Sudáfrica, Sudán y Suazilandia) y América (Brasil, Centroamérica, México y USA) (Ploetz & Prakash, 1997).

En México se registró por primera vez en 1958 en el estado de Veracruz y posteriormente en los estados de Morelos y Guerrero, en los tipos de mango conocidos como "manilas" y "criollos".

En 1980 se reportó su incidencia en el 100% de los huertos establecidos en los estados de Morelos, Veracruz y Oaxaca donde se le atribuyeron perdidas hasta del 30% en los rendimientos (Chávez, Vega, Tapia, & Miranda, 2001) .

En Michoacán el primer reporte data de 1983, en el cual se señala su incidencia en aproximadamente un 12% de los árboles establecidos (Ortiz, 1987). En 1989 la incidencia rebasó el árboles plantados, causando una reducción en la producción de hasta del 60 % (Vega P. , Enfermedades del mango *Mangifera indica* L. en el valle de Apatzingán folleto tecnico num 20 , 1994).

En la actualidad, ha llegado a condiciones alarmantes, principalmente en las áreas productoras de las depresiones de los ríos Balsas- Tepalcatepec donde se

encuentra presente en la totalidad de los huertos, con daños que pueden llegar hasta más del 50 % de de inflorescencias malformadas por ciclo, en las cuales se reduce casi totalmente la posibilidad de fructificación (Espinoza A., Miranda S., Arias s., Rico P., & Javier M., 2007).

### 3.2.2. Sintomatología de la enfermedad.

**MALFORMACIÓN VEGETATIVA.-** Cuando esta ocurre, se manifiesta en los nuevos brotes, los cuales presentan una reducción marcada en la longitud de los entrenudos y en el área foliar. Los brotes no se expanden totalmente, generando un aspecto de ``escoba`` por la deformación de las partes afectadas (Espinoza A., Miranda S., Arias s., Rico P., & Javier M., 2007), (Rondón G. Amado, 1984).

Se desarrollan las ramas de forma múltiple con hojas cortas dando a los ápices de las hojas un aspecto arrosetado; esto puede darse en brotes asintomáticos o en brotes originados a partir de cicatrices de inflorescencias anteriores. También se manifiesta con proliferación de las ramas, entrenudos cortos, hojas cortas, escamosas y anormales, además de pérdida de la dominancia apical (Otero C., Noriega C., Sánchez M., Acosta R., Santillán G., & Miranda S., 1999).

Las plantas de vivero son más vulnerables a la malformación vegetativa que los árboles adultos (Espinoza A., Miranda S., Arias s., Rico P., & Javier M., 2007)



**FIGURA 2.-** Planta de mango con malformación vegetativa o agallas causada por *Fusarium* sp. Fuente: [http://www.redpav.avepagro.org.ve/agrotrop/v33\\_1-6/v33a012.html](http://www.redpav.avepagro.org.ve/agrotrop/v33_1-6/v33a012.html)

En el caso de escoba de bruja en botes vegetativos La infección en plantas jóvenes generalmente origina detención del crecimiento y secamiento del follaje, en plantas adultas hay continua producción de "agallas" que debilitan y hace improductivo los árboles (Rondón G. Amado, 1984).

**MALFORMACIÓN FLORAL.** En un estudio realizado en Iguala Guerrero se manifestaron los siguientes síntomas: engrosamiento de de los raquis principal y secundarios de la inflorescencia; presencia de flores más grandes, mayor duración en el desarrollo y la persistencia de las inflorescencias asintomáticas; cercanía entre inflorescencias asintomáticas y sintomáticas e incluso la existencia de inflorescencias con partes afectadas y no afectadas, mínimo o nulo amarre de fruto y aumento en el número de estambres (Otero C., Noriega C., Sánchez M., Acosta R., Santillán G., & Miranda S., 1999)

La malformación floral se presenta como un desarrollo anormal de las inflorescencias los ejes primarios y secundarios se acortan, engruesan y producen muchas ramificaciones fuertemente agrupadas entre sí. Las inflorescencias afectadas continúan su crecimiento aún después del cuajado del fruto y permanecen verdes por largos periodos, incluso después de la cosecha. En ocasiones provoca cambio de sexo en las flores con desplazamiento de flores hermafroditas a flores estaminíferas. También llega a transformar yemas florales a yemas vegetativas. Además las inflorescencias se marchitan hasta el final de la cosecha y persisten como masas carbonosas sobre los árboles hasta el siguiente ciclo (Mora A., Thayer A., Téliz O., Mora A., Sánchez G., & Javier M., 2003) (Espinoza A., Miranda S., Arias s., Rico P., & Javier M., 2007) (Covarrubias C., Estudio de *Fusarium* sp como agente Etiológico de la "Escoba de Bruja" del mango *Mangifera indica* (L), 1998)

En algunos casos de malformación floral los síntomas pueden ser evidentes desde los primeros estados de desarrollo de las panículas, mientras que en otros, se nota hasta que las normales han completado su crecimiento. Los síntomas finales pueden variar en el grado de deformación y compactación de las inflorescencias, desde totalmente malformadas y muy compactas hasta más

abiertas y con porciones de la panícula sin deformar. También es posible encontrar algunas espigas malformadas en panículas aparentemente sanas (Espinoza A., Miranda S., Arias s., Rico P., & Javier M., 2007).

### **3.2.3. Agente etiológico.**

La malformación floral y vegetativa ha sido atribuida a diferentes causas: virus, desbalances hormonales, deficiencias nutrimentales, presencia de hongos e infestación por ácaros. Algunos de los agentes anteriormente mencionados han sido descartados por distintos investigadores en diversas partes del mundo. Actualmente la mayor parte de la información a nivel mundial coincide en señalar a especies de hongos del género *Fusarium* como los principales agentes causales; entre estos *Fusarium subglutinans*(Wollenweber y Reinking),*Fusarium oxisporum* (Diaz, 979) (Covarrubias C., 1989), *Fusarium decemcellulare* Brick (Rondón G. Amado, 1984).

La hipótesis sobre la participación del hongo se basa en el hecho de que los síntomas de malformación en tejido vegetativo o floral se han encontrado asociados con altas concentraciones de micelio del hongo y con la presencia de malforminas; sustancias que no se han encontrado en tejido sano (Ram, 1991).

Sin embargo las pruebas de reproducción de síntomas mediante la inoculación del hongo no siempre han sido consistentes, así como la inoculación de malforminas en plantas de mango no siempre han producido los síntomas característicos de la malformación.

Con respecto al ácaro de las yemas *Aceria mangiferae* Sayed existen controversias sobre el papel que juega en la malformación, ya que algunos lo consideran solamente como vector o "acarreador" de la enfermedad a través de las heridas que causa en las yemas y por donde se pudiera transferir el hongo a la planta; mientras que otros lo señalan como el directo por el daño que ocasiona en las yemas y la eventual inoculación de las toxinas.

Algunos autores señalan que el ácaro genere el daño por si solo, y que con la presencia del hongo genera una asociación con agallas en el tejido afectado y esto esta siendo considerado incluso en manuales de manejo de cultivo en otros países (Espinoza A., Miranda S., Arias s., Rico P., & Javier M., 2007).

Se obtuvo una relación directa entre el ácaro *Aceria mangiferae* y la escoba de bruja, y un incremento de las poblaciones del ácaro correlacionándolo con la temperatura; sin establecer el papel jugado por el mismo dentro de esta sintomatología (Espinoza A., Miranda S., Arias s., Rico P., & Javier M., 2007) (Vega, Téliz, Mora, Sánchez, & Otero, 2004)

#### **3.2.4. Relación de la enfermedad con el clima.**

En Michoacán con excepción de la zona costera (Lázaro Cárdenas) donde se mantienen niveles bajos de afectación, la malformación se ha dispersado en la totalidad de los huertos establecidos tanto en la zona conocida como depresión de los ríos Balsas-Tepalcatepec (Tepalcatepec, Buenavista, Múgica, La Huacana, San Lucas, Huetamo, y las partes bajas de Apatzingán, Gabriel Zamora, Parácuaro y Nuevo Urecho), como en la zona de transición aledaña a las áreas templadas (partes altas de los municipios de Apatzingán, Gabriel Zamora, Parácuaro, Nuevo Urecho y el municipio de Taretan). En estas dos últimas zonas se ve incrementado severamente la incidencia de la enfermedad conforme disminuye la altitud, de tal manera que la enfermedad manifiesta de forma más severa en huertos localizados en altitudes entre los 250 y 450 msnm. Y de forma más moderada a partir de los 700 msnm. (Espinoza A., Miranda S., Arias s., Rico P., & Javier M., 2007)

Además de la incidencia de la enfermedad en relación a la altitud donde se localizan los huertos, existe una relación con las necesidades hídricas del cultivo, y que el abuso en las prácticas del agobio hídrico del cultivo de hasta 90 días para inducción a floración temprana del mango, ha ocasionado problemas fisiológicos en los árboles haciéndolos más susceptibles al ataque de enfermedades, por tanto

no se recomienda un agobio hídrico mayor a 30 días para inducir a floración (Vega, Téliz, Mora, Sánchez, & Otero, 2004).

### **3.2.5. Control de la enfermedad.**

La diversidad de opiniones sobre la naturaleza de la malformación ha generado recomendaciones poco claras para su control. Entre algunas, destacan la poda de brotes enfermos y quema de los mismos, aplicaciones de fungicidas sistémicos y las aplicaciones combinadas con fungicidas- acaricidas, otras recomendaciones incluyen la aplicación de antimalforminas como el ácido Naftalenacético, el nitrato de plata, el ácido ascórbico y el metabisulfito de potasio. En todos los casos sin que se hayan logrado erradicar o reducir de forma consistente la manifestación de síntomas (Espinoza A., Miranda S., Arias s., Rico P., & Javier M., 2007).

La utilización de fungicidas para atacar el hongo hasta la fecha, han arrojados resultados poco satisfactorios o han resultado erráticos (Espinoza A., Miranda S., Arias s., Rico P., & Javier M., 2007). Mientras que la utilización de antimalforminas aunque reduce el numero de panículas malformadas en forma sustancial, a fracasado en la erradicación de la enfermedad (Ram, 1991).

La SAGARPA en Michoacán a través del INIFAP recomienda para controlar esta enfermedad, la aplicación mensual de acaricidas con un total de cuatro aplicaciones, estas se aplicaran dependiendo de la época en que se inducirá la floración de tal forma que se aplicará en marzo-junio cuando se quiera obtener floración en octubre-diciembre y aplicaciones de acaricidas a partir de mayo o junio cuando se quiera obtener floración en diciembre. Esto se realiza con el fin de reducir los gastos de control de esta enfermedad, ya que lo ideal podría ser la aplicación de acaricidas durante la mayor parte del año pero seria poco viable para el productor.

Entre las recomendaciones efectuadas por el INIFAP se recalca la importancia de compactar la floración en épocas objetivo para reducir los costos de control.

Además de la aplicación de acaricidas, el INIFAP recomienda la poda permanente de tejido afectado que pueda estar sirviendo de reservorio para daños futuros.

El producto acaricida recomendado por el INIFAP es azufre humectable a dosis de 300 a 400 gramos por 100 litros de agua y se debe aplicar por contacto. Y la poda se debe realizar al terminar la cosecha, para que mediante la misma se estimule un desarrollo vegetativo.

### **3.2.6 Control biológico.**

Actualmente se realizan estudios en laboratorio para el control del hongo causante de esta enfermedad, para posteriormente pasarlos al campo. Se determinó que *Trichoderma* sp. Tiene potencial como agente de control biológico en dos especies de *Fusarium*, *F. subglutinans* y *F. oxysporum* involucrados en la etiología de la malformación de la escoba de bruja en mango (Michel.A, Otero S., Rebolledo D., & Lezama G., 2000).

La producción de enzimas quitinasas y glucanasas de *Trichoderma* sp. Tiene un efecto antagónico sobre especies de *Fusarium* involucradas en la escoba de bruja en condiciones de laboratorio, y son candidatos potenciales para utilizarse en el control bajo condiciones de invernadero y campo de estos fitopatógenos (Michel A., Otero M., Rebolledo D., Lezama G., & Ochoa M., 2005)

## **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

### **4.1. Localización geográfica del valle de Apatzingán.**

El Valle de Apatzingán se encuentra ubicado en la parte suroeste del Estado de Michoacán entre los 18° 40' y 19° 15' de latitud norte, 101° 31' y 103° 05' de longitud Oeste, a una altura sobre el nivel del mar que fluctúa de los 320 a 950 metros sobre el nivel del mar. Queda comprendido en dos grandes provincias fisiográficas: La Sierra Madre del Sur y el Eje Neovolcánico.

Sus límites son: al norte las prolongaciones del nudo de Tancítaro, Parangaricutiro y por la Sierra de Acahuato; al suroeste por la sierra de Santa Clara, al este la sierra de Inguarán, al sur y suroeste por la sierra de Coalcomán. Políticamente colinda con el estado de Guerrero en el municipio de Churumuco y con el estado de Jalisco en los municipios de Buenavista, Tepalcatepec y Coalcomán.

Este Valle comprende los municipios de: Apatzingán, Aguililla, Buenavista Tomatlán, Francisco J. Mújica, Gabriel Zamora, La Huacana, Parácuaro, Tepalcatepec y parte de los municipios de Nuevo Urecho, Churumuco y Coalcomán en el estado de Michoacán y Jilotlan de los Dolores en el estado de Jalisco. Lo anterior por sus condiciones ecológicas similares (CIAPAC 1985).

#### **4.1.1. Geología y suelos**

Existen en la zona diversos tipos de materiales litológicos, destacando las rocas ígneas intrusivas, rocas metamórficas, y sedimentarias del Cuaternario Reciente Aluvial, compuesto de arenas, limos y gravas medianamente clasificadas de baja consolidación, que en algunas partes reflejan una topografía kárstica y originan la existencia de manantiales y nacimientos de agua que abastecen los poblados, principalmente para usos domésticos y en menor grado para riego de cultivos, siendo frecuente encontrar suelos de tipo arcilloso. (Guízar & Sánchez, 1991).

En el Valle de Apatzingán se han localizado los diferentes tipos de suelos: Andosoles, Vertisoles, Fluvisoles y rendzinas, pero los suelos predominantes en el área agrícola son los Vertisoles pélicos, Fluvisoles eúriticos y en menor proporción los Andosoles. (Figueroa C., 2000).

#### **4.1.2. Usos de suelo y cultivos más importantes.**

El valle de Apatzingán comprende una superficie de riego de 92434 hectáreas y 94665.5 hectáreas de temporal. En esta área los cultivos más importantes son: maíz (*Zea mais L.*), mango (*Mangifera indica L.*), limón Mexicano (*Citrus aurantifolia*), melón (*Cucumis melo L.*), papaya (*Carica papaya L.*), pepino (*cucumis sativus L.*), plátano (*Musa sapientum L.*), sorgo (*sorghum bicolor M.*), ajonjolí (*Sesamum indicum L.*) Y arroz (*Oriza sativa L.*).

En términos generales el uso del suelo agrícola de la tierra se sustenta, en las zonas temporales, en el pastoreo extensivo de bovinos para la obtención de becerros, al monocultivo de cíclicos anuales (sorgo, ajonjolí, y maíz) con bajos rendimientos y alto riesgo de pérdida de cosecha. Por su parte en las zonas irrigadas el uso del suelo es dinámico, basándose en un patrón de cultivos hortofrutícolas y en la práctica de la ganadería bovina de doble propósito (becerros al destete y leche), ligada estrechamente al aprovechamiento de esquilmos (Figueroa C., 2000).

#### **4.2. El municipio de Apatzingán.**

El municipio de Apatzingán cuya cabecera municipal se establece en la ciudad del mismo nombre esta compuesto por 5 tenencias (Acahuato, Cenobio Moreno, San José de Chila, San Antonio de la Labor y Holanda); y 69 comunidades rurales, las cuales en su mayoría de ellas están comunicados por caminos de terracería (INEGI, 2005).

Sus límites son: al norte con Tancitaro, al este con Parácuaro, Francisco J. Múgica y La Huacana, al sur con Tumbiscatio y finalmente por el oeste con Aguililla y Buenavista Tomatlán (INEGI, 2005).

La corriente principal en el área de estudio es la cuenca del Río Tepalcatepec, el cual tiene como principal afluente al Río Quitupan, que se origina en el cerro de la Tinaja, recibe además aportaciones de de varias corrientes, Río Itzcuaro, Platanos, San Jeronimo, El Cajón, y Cancita. El patrón de drenaje es déntrico dendrítico; la hidrología es de origen basáltico (Figueroa C., 2000).

##### **4.2.1. Indicadores de población y seguridad social en el municipio de Apatzingán.**

La población total de habitantes del municipio de Apatzingán es de 115078 personas, concentradas 93180 en su cabecera municipal que es la ciudad de

Apatzingán de la Constitución de 1814 y el resto en sus tenencias y rancherías aledañas al núcleo urbano.

Las personas que tienen derecho a las instituciones de servicios de salud en total en el municipio ascienden a 28223; de las cuales 25662 se concentran en la cabecera municipal. (INEGI, 2005).

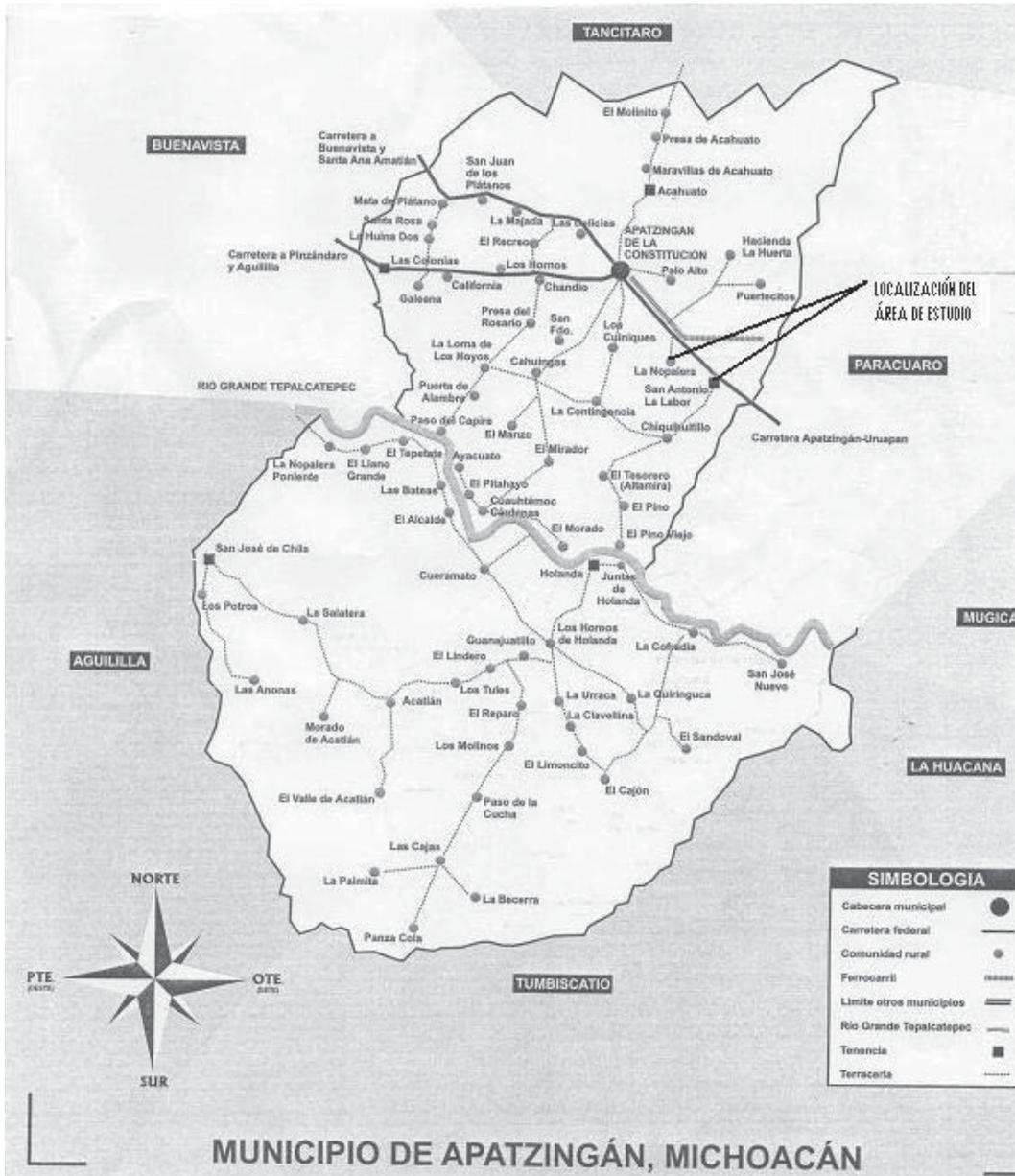


FIGURA 3.-Mapa del municipio de apatzingán. Fuente: DTC Apatzingán diseño de Francisco Sánchez G.

### 4.3. Materiales.

Para realizar esta investigación, se recopiló información de libros, tesis y tesinas de la biblioteca de la Escuela de Ciencias Agropecuarias; así como información de

folletos y trabajos realizados por el INIFAP del Valle de Apatzingán Michoacán. Se consultaron páginas de internet de la SAGARPA, SISPRO, FAO, SIAP.

También por este último medio se adquirió información de revistas especializadas en agronomía de México y Venezuela; como lo son la Revista Mexicana de Fitopatología, y Agronomía Tropical respectivamente.

Se encuestó a 10 ejidatarios de los Ejidos: San Antonio de la Labor y La Nopalera, que dejaron de ser productores de mango.

#### **4.4. Métodos.**

Se visitó la biblioteca de la Escuela de Ciencias Agropecuarias de Apatzingán para consultas bibliográficas. Se visitó el INIFAP del Valle de Apatzingán para obtener documentación de revistas y trabajos elaborados e investigados por personal de dicha dependencia. Se realizaron visitas a la página de internet de la SAGARPA en sus diferentes portales

Se llevaron a cabo encuestas de campo a 8 ejidatarios del Ejido San Antonio de la Labor y dos ejidatarios de La Nopalera que con anterioridad producían mango, mismos que facilitaron la información necesaria para complementar este trabajo, también se entrevistaron a dos pequeños propietarios que también tumbaron sus huertas de mango, aquí cabe señalar que la ubicación tanto geográfica como climática de los huertos de todos los ex productores entrevistados no dista mucho de las condiciones que se observan en la cabecera municipal.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como resultado de la investigación bibliográfica, en un inicio enfocada a la enfermedad de la escoba de bruja en mango y su nivel de afectación en la producción de este frutal, se observó en las paginas de internet de la SAGARPA la disminución de la superficie sembrada de mango en el municipio de Apatzingán en los últimos 6 años; al cotejar esto ultimo con la información vertida por investigadores especialistas en este ramo se apreció que el municipio de Apatzingán por sus condiciones geográficas y climáticas se encuentra en una zona con alto índice de afectación.

Debido a lo anteriormente señalado, se decidió investigar la o las razones principales que ocasionaron la tumba de huertos de mango; y se procedió a encuestar a personas o productores de mango que en su momento decidieron dejar de serlo y a continuación se detalla el resultado de las encuestas realizadas.

De un total de 10 encuestados el 90 % son hombres y el 10 % son mujeres, el 100 % saben leer y escribir; El 70 % no terminó la primaria y solo el 10 % tiene estudios profesionales también solo este obtiene ingresos extras además de ser agricultor.

El 50 % tenían sembrada una superficie de mango de 5 hectáreas o menos, el 100 % tenían sembrada una superficie de 10 hectáreas o menos, en el mismo porcentaje aplican riego por bombeo y dentro de su parcela o fracción de terreno riegan por gravedad.

El 70 % tumbó sus huertos en los últimos 5 años. Mientras que solo el 20 % lo tumbo hace 8 o más años. Y el mismo porcentaje derribo sus huertos a la edad de 7 años o menos. Mientras que solo el 10% tumbó su huerto con edad de más de 10 años.

Al cuestionar sobre la o las causas que originaron que dejaran de ser productores de mango el 90 % coincidieron en señalar las causas principales en el orden siguiente:

1.-Precios de venta o precio medio rural muy bajos. Esto se debe según los productores a la época de cosecha del frutal, que es cuando no vale la fruta de abril en adelante.

2.-Escoba de bruja. Aquí la mención de los productores es que les va acabando sus huertos, además de representar un control sumamente difícil, ya que el 50 % de los encuestados coincidieron que al realizar una poda de control de esta enfermedad, al año siguiente no obtuvieron producción al segundo año cosecharon una buena producción pero al tercer año el huerto ya estaba infestada nuevamente con la citada enfermedad. Esto, a pesar de estar haciendo aplicaciones de control con productos que les recomendaban en las distintas tiendas agroquímicas existentes en la región o en la ciudad de Apatzingán.

3.-Falta de asesoría y de recursos económicos para obtener fruta cuando esta misma tenga un precio medio rural más elevado. Aquí señalan los productores que en algunas parcelas de los municipios de Gabriel Zamora y de Parácuaro cosechan fruto en fechas tempranas obteniendo precios más altos y que en su momento a ellos no les informaron acerca de esta tecnología o procedimientos para lograr tales resultados; aquí es importante recalcar que los entrevistados señalan que aún si les llegara dicha información es muy necesario el apoyo gubernamental para implementar dicho paquete tecnológico, esto debido a la falta de recursos económicos de parte de los productores.

4.-Una sola cosecha al año. Aquí los entrevistados lo cotejan con el limón Mexicano, cuyo cultivo proporciona de 3 a más cosechas al año y la recuperación de la inversión es más rápida, aunque las ganancias no sean muy elevadas los encuestados señalan que es mejor poco pero más seguro.

Como una observación final, del total de personas encuestadas el 50 % plantaron limón Mexicano, 10% destinaron su terreno para establecimiento de praderas para ganado vacuno, un 10% sembró pomelo y el 30 % restante vendieron sus tierras por cuestiones personales, sin plantar ningún cultivo.

## VI. CONCLUSIONES.

1.-La enfermedad escoba de bruja en mango (*Fusarium sp.*) es causal importante en la reducción de la superficie sembrada del mismo fruto en el municipio de Apatzingán, para productores ejidatarios cuya superficie de tierra que poseen no rebasa las 10 hectáreas.

2.- La enfermedad de la escoba de bruja en mango (*Fusarium sp.*) disminuye el potencial productivo del cultivo arriba del 50 %.

3.- A pesar de que el producto (mango) cuenta con la calidad requerida en los mercados nacionales e internacionales, debido a los bajos rendimientos ocasionados por la escoba de bruja en mango reduce su competitividad comercial.

4.-que por lo mencionado en el párrafo anterior, los productores entran en desánimo optando por derribar la plantación y cambiar el uso del suelo

5.- Aplicar el paquete tecnológico recomendado por el INIFAP que consiste en adelantar la época de cosecha del fruto para obtener mejor precio de venta; A la postre de conseguir un buen precio por el producto final, se puede revertir el efecto de la baja producción en el municipio ocasionado por sus diferentes limitantes; evitando de esta forma la tumba de huertos de mango en el municipio de Apatzingán.

6.- Que se requiere de más investigación para el control de la enfermedad y recuperar la competitividad en el municipio de Apatzingán para este frutal que por las condiciones agroecológicas, presenta una calidad final del fruto difícilmente superada por otras regiones productoras de mango en el país.

## BIBLIOGRAFIA

Chávez, C. X., Vega, P. A., Tapia, V. M., & Miranda, S. A. (2001). *Mango. Su manejo y producción en el trópico Seco de México*. México: Libro Técnico num 1 INIFAP.

Colima, P. t. (2008).

[www.campocolima.gob.mx/paginaOEIDRUS/paquetestecnologicos/PTmangopdf](http://www.campocolima.gob.mx/paginaOEIDRUS/paquetestecnologicos/PTmangopdf).

Covarrubias C., C. (1998). *Estudio de Fusarium sp como agente Etiológico de la "Escoba de Bruja" del mango Mangifera indica (L)*. Colima: Tesis de Maestría Universidad de Colima Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

Covarrubias C., C. (1989). *Estudio de Fusarium sp como agente etiológico de la "escoba de bruja" del mango Mangifera indica L*. Colima Colima: Tesis de Maestría de la Universidad de Colima Escuela de Ciencias Biológicas y Agropecuarias.

Diaz, B. (979). *Etiología de de la deformación o "escoba de bruja" del mango en el estado de Morelos*. Chapingo. Morelos.: Tesis de Maestría del Colegio de Postgraduados .

Espinosa A., J., Arias S., J. F., Miranda S., M., Rico p., H. R., Javer M., J., López A., A., et al. (2006). *Guía práctica para la producción de mango en Michoacán*. Apatzingán Mich.: SAGARPA-INIFAP.

Espinosa A., J., Arias S., J. F., Rico P., H. R., Miranda S., M. A., Javier M., J., López A., A., et al. (2006). *Manejo y protección de la floración para cosecha temprana de mango cv.Haden en Michoacán*. Apatzingán Mich.: SAGARPA-INIFAP-PRODUCE.

Espinoza A., J., Miranda S., M., Arias s., J. F., Rico P., H. R., & Javier M., J. (2007). *LA ESCOBA DE BRUJA O MALFORMACIÓN FLORAL DEL MANGO EN MICHOCAN*. Apatzingán. Mich.: SAGARPA.

Figuroa C., M. A. (2000). *Eficiencia biológica y económica del proceso de producción de papaya (Carica papaya L. ) en el Trópico seco de Michoacán*. Apatzingán. Mich.: U.M.S.N.H. Esc. de Ciencias Agropecuarias Tesis de Licenciatura.

Guízar, E., & Sánchez, a. (1991). *Guía para el reconocimiento de los principales árboles del alto Balsas. . Chapingo Edo de México.:* Editorial Dirección de Difusión Cultural.

INEGI. (2005).

[www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol7conteos2005/iter2005/filtrainfo.aspx](http://www.inegi.gob.mx/est/contenidos/espanol7conteos2005/iter2005/filtrainfo.aspx).

Mendoza. Z., C., & Cortes, P. (1985). Principios de la fitopatología y enfermedades causadas por hongos . *Revista Mexicana de Fitopatología* , 16-22.

Michel A., C., Otero M., A., Rebolledo D., O., Lezama G., R., & Ochoa M., M. (2005). Producción y efecto antagonico de quitinasas y glucanasas por *Trichoderma* sp. en la inhibición de *Fusarium subglutinans* y *Fusarium oxisporum* in vitro. *Revista Chapingo serie Horticultura* , 273-278.

Michel.A, C., Otero S., M., Rebolledo D., O., & Lezama G., R. (2000). Producción y actividad antibiotica de *Trichoderma* sp. sobre especies de *Fusarium*. *Revista Mexicana de Fitopatologia* , 14-21.

MICHOACÁN, O. ([oeidrus-portal.gob.mx/oeidrus\\_mic](http://oeidrus-portal.gob.mx/oeidrus_mic)).

Mora A., A., Thayer A., W., Téliz O., D., Mora A., G., Sánchez G., P., & Javier M., J. (2003). PROGRESO TEMPORAL DE "ESCOBA DE BRUJA" (*FUSARIUM OXISPORUM* Y *F. SUBGLUTINANS*) EN HUERTOS DE MANGO (*MANGIFERA INDICA* L.) CV. HADEN EN MICHOACÁN, MÉXICO. *REVISTA MEXICANA DE FITOPATOLOGIA* , 1- 12.

Ortiz, V. (1987). *Identificación y distribución de las principales enfermedades del mango en el valle de Apatzingán*. Uruapán Michoacán: Tesis de licenciatura U.M.S.N.H. Facultad de Agrobiología Presinete Juárez.

Otero C., G., Noriega C., D. H., Sánchez M., R., Acosta R., M. C., Santillán G., M. T., & Miranda S., F. (1999). *DESCRIPCIÓN MORFOLÓGICA DE LA ESCOBA DE BRUJA DEL MANGO EN BROTES VEGETATIVOS Y FLORALES*. México: Colegio de Postgraduados Instituto de Fitosanidad.

Ploetz, R. C., & Prakash, O. (1997). Foliar, Floral and soilborne diseases. *The mango. botany, production and uses* , 281-235.

Ram, S. (1991). Horticultural aspects of mango malformation. *Appl. Hort* , 235-252.

Rondón G. Amado, S. R. (1984). AGALLAS O ESCOBAS DE BRUJAS DEL MANGO ( *Mangifera indica* L.) EN VENEZUELA. *AGRONOMIA TROPICAL* , 163-176.

SAGARPA. (2008). [www.sagarpa.gob.mx](http://www.sagarpa.gob.mx).

Samsón, J. (1991). *Fruticultura Tropical*. México: LIMUSA.

Sánchez R., G. (2004). *Tendencias de la cadena valor del mango en Michoacán*. Apatzingán Mich.: Fundación PRODUCE Michoacán.

Saúco, G. (1999). *El cultivo del mango*. España.

Schlosser, e. (1971). Mango malformation. symptoms, occurrence and varietal susceptibility. *FAO Plant Protection Bulletin* 19 , 12-14.

SIAP. (2008). [www.siap.sagarpa.gob.mx](http://www.siap.sagarpa.gob.mx).

SISPRO. (2008). *La calidad del mango pega a las exportaciones*. Culiacán: [www.mango.gob.mx](http://www.mango.gob.mx).

SISPRO. (2008). [www.mango.gob.mx/index.php?portal=mango](http://www.mango.gob.mx/index.php?portal=mango).

Vega, P. A., & Miranda, S. A. (1993). Distribución, incidencia y severidad de la escoba de bruja del mango (*Mangifera indica* L.) en el Valle de Apatzingán. *REVISTA MEXICANA DE FITOPATOLOGIA* , 1-4.

Vega, P. (1994). *Enfermedades del mango Mangifera indica L. en el valle de Apatzingán folleto tecnico num 20* . Apatzingán Michoacán : SAGARPA- INIFAP- CIPAC- MICHOACAN. .

Vega, P., Téliz, O., Mora, A., Sánchez, G., & Otero, C. (2004). Periodo de agobio hidrico, intensidad de poda y uso de agroquímicos en un programa de manejo integrado de escoba de bruja en mango. *REVISTA MEXICANA DE FITOPATOLOGIA* , 61-71.