



**COLEGIO DE POSTGRADUADOS  
INSTITUCION DE ENSEÑANZÁ E INVESTIGACIÓN  
EN CIENCIAS AGRÍCOLAS  
FITOSANIDAD-FITOPATOLOGÍA**

**ANÁLISIS TEMPORAL Y CONTROL QUÍMICO DE ANTRACNOSIS  
(*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) Y CENICILLA (*Oidium  
mangiferae* Berthet) EN MANGO (*Mangifera indica*) cv. HADEN EN EL  
TRÓPICO SECO DE GUERRERO, MÉXICO.**

**AMADO PÉREZ RODRÍGUEZ**

**T E S I S**

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL  
PARA OBTENER EL GRADO DE:**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MEXICO**

**2012**

**La presente tesis titulada: ANÁLISIS TEMPORAL Y CONTROL QUÍMICO DE ANTRACNOSIS (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) Y CENICILLA (*Oidium mangiferae* Berthet.) EN MANGO (*Mangifera indica* L.) cv. MANILA EN EL TROPICO SECO DE GUERRERO, MÉXICO.**

**Realizada por el alumno: AMADO PÉREZ RODRÍGUEZ.**

**Bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:**

**MAESTRO EN CIENCIAS**

**FITOSANIDAD**

**FITOPATOLOGÍA**

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO

DR. ANTONIO MORA AGUILERA

ASESOR

DR. ANGEL VILLEGAS MONTER

ASESOR

DR. JAVIER HERNÁNDEZ MORALES

ASESOR

DR. ANGEL LAGUNES TEJEDA

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Julio de 2012

*A mis Padres, Hermana y sobrinos, por su amor, apoyo incondicional y perseverancia.*

## **AGRADECIMIENTOS**

**Al pueblo de México, que a través de su Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y del colegio de Postgraduados, hicieron posible la obtención del presente grado.**

**Al Proyecto SAGARPA-CONACYT Núm. 48595 “Evaluación de nuevas variedades con alto potencial productivo y diagnóstico y control de plagas de importancia económica del mango en Guerrero, Veracruz, Chiapas y Oaxaca”, pieza fundamental para la obtención del grado.**

**Al Dr. Antonio Mora Aguilera, por sus enseñanzas, paciencia, amistad y horas de trabajo otorgadas en mi formación y durante la realización de la presente tesis.**

**Al Dr. Cristian Nava Díaz, por su valiosa amistad, constante apoyo e infinita paciencia.**

**Al Dr. Ángel Villegas Monter, por su amistad, paciencia, sugerencias y aportaciones valiosas en mi formación y en el presente trabajo.**

**Al Dr. Elías Hernández Castro, por su amistad, conocimiento, sugerencias, apoyo y constante participación en la realización del presente trabajo.**

**Al Dr. Javier Hernández Morales, por su amistad y apoyo mostrado durante la realización de la presente investigación.**

**Al Dr. Gabriel Otero Colina, por su amistad, compromiso, sugerencias y mucha paciencia en el desarrollo del estudio.**

**Al Dr. Ángel Lagunes Tejeda, por su amistad, compromiso, sugerencias y aportaciones en mi formación y la presente tesis.**

**Al Médico Ernesto Rodríguez Hernández, por facilitarnos su huerta, y presentar la mejor de las disposiciones.**

## CONTENIDO

|   |    |
|---|----|
| <u>ÍNDICE DE CUADROS</u> .....                                  | i  |
| <u>ÍNDICE DE FIGURAS</u> .....                                  | ii |
| RESUMEN.....  | 1  |
| ANTRACNOSIS ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> Penz.)..... | 2  |
| REVISIÓN DE LITERATURA.....                                     | 5  |
| AGENTE CAUSAL Y SÍNTOMAS.....                                   | 5  |
| EPIDEMIOLOGÍA .....   | 7  |
| MANEJO.....   | 8  |
| CENICILLA ( <i>Oidium mangiferae</i> Berthet.) .....            | 10 |
| IMPORTANCIA .....   | 10 |
| SÍNTOMAS .....  | 10 |
| EPIDEMIOLOGÍA .....   | 11 |
| MANEJO.....   | 13 |
| MATERIALES Y MÉTODOS .....                                      | 14 |
| Huerto experimental.....  | 14 |
| Evaluación de la severidad.....                                 | 14 |
| Análisis temporal.....  | 15 |
| Efecto de tratamientos.....                                     | 15 |
| Muestreo de esporas.....  | 20 |
| Datos climáticos.....   | 20 |
| Análisis de correlación.....                                    | 20 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                                     | 22 |
| ANTRACNOSIS.....  | 22 |
| Estimación de la severidad.....                                 | 22 |
| Análisis temporal.....  | 22 |
| Efecto de tratamientos.....                                     | 23 |
| Análisis de correlación.....                                    | 27 |
| CENICILLA.....  | 29 |
| Estimación de la severidad.....                                 | 29 |
| Análisis temporal.....  | 29 |

|                              |    |
|------------------------------|----|
| Efecto de tratamientos.....  | 29 |
| Análisis de correlación..... | 31 |
| CONCLUSIONES .....           | 33 |
| BIBLIOGRAFÍA.....            | 34 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|  |    |
|--|----|
| Cuadro 1. Programa de aspersión de fungicidas contra antracnosis ( <i>Colletorichum gloeosporioides</i> ) y cenicilla ( <i>Oidium mangiferae</i> ) en el huerto experimental Zozontla1 de mango ( <i>Mangifera indica</i> ) cv. Haden basado en el uso alternado de fungicidas de distinto grupo químico, sitio y modo de acción en Arcelia, Gro. Ciclo productivo 2010-11 ..... | 16 |
| Cuadro 2. Escala logarítmica utilizada para evaluar antracnosis ( <i>C. gloeosporioides</i> ) y cenicilla ( <i>O. mangiferae</i> ) en el sitio experimental de mango ( <i>Mangifera indica</i> ) cv. Haden en Arcelia, Guerrero, México. Ciclo 2010-11.....  | 18 |
| Cuadro 3. Comparación de tratamientos en el huerto experimental Zozontal1 de mango cv. Haden con respecto a ABCPE, $b^{-1}$ y $Y_f$ de la epidemia antracnosis floral en Arcelia, Gro. 2010-11.....  | 23 |
| Cuadro 4. Comparación de tratamientos el huerto experimental Zozontal1 de mango cv. Haden con respecto a ABCPE, $b^{-1}$ y $Y_f$ de la epidemia antracnosis en brotes vegetativos en Arcelia, Gro. 2010-11.....  | 23 |
| Cuadro 5. Comparación de tratamientos en el huerto experimental Zozontal1 de mango cv. Haden con respecto a ABCPE y $Y_f$ de la epidemia cenicilla floral en Arcelia, Gro. 2010-11. ....   | 29 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Síntomas de antracnosis ( <i>C. gloeosporioides</i> ) en hojas de mango ( <i>Mangifera indica</i> ); lesiones iniciales (A) y maduras (B) en hojas. Foto: (A) y (B) Guillén. S.D (2000). .....  | 6  |
| Figura 2. Tizón de flores y raquis primario y frutos momificados por antracnosis ( <i>C. gloeosporioides</i> ). Foto: Guiellén S.D. (2000). .....   | 7  |
| Figura 3. Signos y síntomas causados por cenicilla ( <i>O. mangiferae</i> ) en hojas; “A” manchas púrpuras y “B” presencia de micelio con pequeñas deformaciones. Foto: Pérez. R. A. ....   | 10 |
| Figura 4. Flores, raquis primario y secundario cubiertos de micelio blanco del patógeno. Foto: Pérez. R. A. ....  | 11 |
| Figura 5. Sitio experimental Zonzontla1 de mango ( <i>Mangifera indica</i> ) cv. Haden donde se realizó el estudio en el ciclo productivo 2010-11, Arcelia, Gro. ....   | 17 |
| Figura 6. Modelo fenológico floral de mango ( <i>Mangifera indica</i> ) cv. Haden elaborado por Guillén (2000) en Michoacán, México. Etapas fenológicas: (1) yemas hinchadas a yemas abiertas, (2) estado protegido, (3) inflorescencia con raquis secundarios y terciarios, (4) inicio de floración, (5) floración plena, (6) amarre de frutos y (7) frutos tamaño chícharo (8 mm Ø). .... | 19 |
| Figura 7. Curvas del progreso temporal de antracnosis ( <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> ) en inflorescencias (A) y en brotes vegetativos (B) por tratamiento, en el huerto experimental Zonzontla1 de mango ( <i>Mangifera indica</i> ) cv Haden en Arcelia, Guerrero, México. 2010-2011. ....  | 26 |
| Figura 8. Progreso temporal de la severidad de antracnosis (c. <i>gloeosporioides</i> ) en inflorescencia y follaje (F) del mango ( <i>Mangifera indica</i> ) cv. Haden y su relación con el número de conidios capturados (E), velocidad del viento (D), punto de rocío (C), humedad relativa (B) y temperatura (A) en el huerto Zozontla1, Arcelia, Guerrero, México. 2010-2011 .....     | 28 |
| Figura 9. Densidad de esporas capturadas de <i>Oidiummangiferae</i> (D) y su relación con la orientación del viento (C), humedad relativa (B) y temperatura (A) en el huerto experimental Zozontla1 de mango ( <i>Mangifera indica</i> ) cv. Haden en Arcelia, Guerrero, México. 2010-2011 .....  | 32 |

**ANÁLISIS TEMPORAL Y CONTROL QUÍMICO DE ANTRACNOSIS  
(*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) Y CENICILLA (*Oidium mangifera* Berth.) EN  
MANGO (*Mangifera indica* L.) CV. HADEN EN EL TRÓPICO SECO DE  
GUERRERO, MÉXICO**

**RESUMEN**

Se estudió el desarrollo temporal de epidemias de antracnosis y cenicilla en el huerto experimental de mango Zozontla1 en Arcelia (trópico seco), Guerrero, México; sujetos a un programa de fungicidas que consideró distintos ingredientes activos, así como su combinación y secuencias de aplicación durante el ciclo 2010-11. Los estados fenológicos más susceptibles fueron floración plena (30%), amarre de frutos (3-5 mm Ø) (35%) y frutos de 8-15 mm Ø (35%). El control se obtuvo al iniciar con ingrediente sistémico, pero su efectividad dependió de la combinación y secuencias de aspersión. El control de antracnosis en floración se obtuvo en los tratamientos T1 (azoxistrobin, oxicoluro de cobre + azufre, myclobutanil y oxicoluro de cobre + azufre) y T3 (azoxistrobin, oxicoluro de cobre + azufre, oxicoluro de cobre + azufre y myclobutanil) con respecto al ABCPE (T1=107.75 y T2=106.5) y severidad final (T1=4.25 y T2=4.3). En follaje, los tratamientos T3 y T4 ( $y_f=3.7$  y  $3.8$ ; ABCPE=47.5 y 66.5) reportaron menor cantidad de enfermedad. Los mejores tratamientos para controlar cenicilla en floración fueron T1, T2, T3 y T4 en base a severidad final ( $y_f=0.6, 0.55, 0.6, 0.8$ ). Para antracnosis, el modelo Weibull describió la mayoría de las epidemias florales con  $r^2 \geq 0.89$  excepto en el tratamiento T2 ( $r^2=0.73$ ); y en follaje se obtuvieron  $r^2 \geq 0.92$ . La esporulación de *Colletotrichum gloeosporioides* se asoció con severidad en brotes florales ( $r=0.96$ ) y vegetativos ( $r=0.97$ ); así como temperatura ( $<35^\circ\text{C}=r 0.74$ ), HR ( $<60\%=r 0.66$ ), punto de rocío ( $20-24.9^\circ\text{C}=r 0.69$ ), velocidad ( $1-1.9 \text{ km/h}=r 0.71$  y dirección del viento (NE-SO= $r 0.69-0.70$ ). Para cenicilla, la esporulación de *Oidium mangiferae* se relacionó con temperatura ( $30-34.9^\circ\text{C}$  y  $>35^\circ\text{C}=r 0.50$  y  $0.59$ ), humedad relativa ( $<60\%=r 0.67$ ) y dirección del viento (SO= $r 0.61$ ). La relación de inóculo con severidad no pudo determinarse debido al desarrollo tardío y corta duración de las epidemias.

**Palabras clave:** manejo, fungicida, epidemiología, secuencia de aplicación.

## INTRODUCCIÓN

En México, el cultivo de mango (*Mangifera indica* L.) ocupa el cuarto lugar en superficie plantada después del café (*Coffea arabica*) y naranja (*Citrus sinensis*); representa el tercer producto de exportación, después del café, y junto con la naranja, son los principales generadores de divisas (SAGARPA, 2007). Nuestro país es el quinto lugar en volumen de producción después de India, China, Tailandia y Pakistán y segundo en rendimiento y exportación después de India. Los principales destinos de exportación son Estados Unidos de Norteamérica, Canadá, Unión Europea y Japón (FAO, 2010). Las entidades federativas con mayor superficie cultivada a nivel nacional son Guerrero (21.6%), Nayarit (17.9%), Sinaloa (12.9%), Chiapas (11.3%) y Oaxaca (10.2%) (SAGARPA, 2010).

Las principales limitantes sanitarias del cultivo en México y el mundo son: antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*), proliferación vegetativa y floral (*Fusarium spp.*), cenicilla (*Oidium mangiferae*), muerte descendente (*Lasiodiplodiatheobromae*), moscas de la fruta (*Anastrephaspp.*), escama blanca (*Aulacaspistubercularis*), trips (*Scirtothripspp.*, y *Frankiniellaspp.*), cochinilla rosada del hibisco (*Maconellicoccushirsutus*) y ácaro de la hoja plateada (*Cisaberoptuskenyae*) (Galán, 1999; Mora *et al.*, 2002; Ochoa *et al.*, 1991).

La antracnosis ataca hojas, ramas tiernas, inflorescencias y frutos pequeños (amarre y primeros estados desarrollo); y en postcosecha se han reportado pérdidas de hasta 90% (Rondón *et al.*, 2006). Se caracteriza por la aparición de manchas oscuras hundidas, brillantes y de apariencia acuosa en hojas, flores y pedúnculo (Arias y Carrizales, 2007). La cenicilla (*O. mangiferae*) se observa como polvillo blanquecino formado por micelio y conidios en hojas, peciolos, inflorescencias y frutos; puede causar pérdidas de 80 a 90% en el rendimiento e incide desde la formación de inflorescencias hasta frutos de 10-15 mm Ø. Se ha reportado al sur del Sahara, medio oriente, sur de Asia, América y Nueva Gales del Sur (Fitzellet *al.* 1984). El control se basa principalmente en el uso preventivo de fungicidas, además, la enfermedad es compleja y en los últimos años, la severidad se ha incrementado de manera considerable en Michoacán, México (Guillén *et al.*, 2003).

En México, existen escasos trabajos epidemiológicos de antracnosis y cenicilla en mango, algunos se han realizado en Michoacán por el Grupo Interdisciplinario de Investigación en Mango (GIIM) (GIIM, 1998) y en Chiapas por Huerta *et al* (2009). En Iguala, Guerrero, se estudió el comportamiento epidemiológico de antracnosis y su manejo (Acosta, 2002). Sin embargo, no existen investigaciones adicionales que permitan mejorar el control de estas enfermedades en huertos comerciales de la región de tierra caliente Guerrero.

La formación de apresorios por *C. gloeosporioides* en hojas ocurre a 25°C y de 95 a 100% HR (Doddet *al.*, 1991; Fitzellet *al.* 1984). En el, Soconusco Chiapas la mayor densidad de conidios (908 conidios/cm<sup>2</sup>/semana) se presentó de diciembre a marzo, cuando la enfermedad exhibió crecimiento exponencial (30%) durante la etapa reproductiva del mango y posteriormente, en la época lluviosa (Huerta *et al*, 2009). En nuestro país, el uso de fungicidas es el principal método de control; los compuestos más utilizados son benzimidazoles comobenomilo, thiabendazol y carbendazim; sin embargo, debido a su empleo indiscriminado se ha reportado resistencia a estas moléculas (FRAC, 2011; Gutiérrez y Gutiérrez, 2003; Nieto *et al.*, 2003; Orozco, 1992). Por lo que deben explorarse otros productos de bajo riesgo de resistencia y modo de acción como: triazoles (hexaconazol, propiconazol, triadimefon), imidazoles (prochloraz e imazalil), estrobilurinas (azoxystrobin, trifloxystrobin) y protectantes (clorotalonil, mancozeb y oxiclورو de cobre) (Nieto *et al.*, 2003; Orozco, 1992).

La cenicilla *O. mangiferae* se desarrolla en ambientes secos y fríos (Gupta, 1989; Shoemanet *al.*, 1995) y alcanza mayor severidad con humedad relativa de 90% y 20-25°C (Paltiet *al.*, 1974). En Michoacán la severidad máxima coincidió con períodos de temperatura de 13-20° C y 22-60% HR ( $r^2=0.95$ ) (Guillén, 2003). El control del patógeno está basado en el uso de fungicidas (carbendazim, benomilo y thiabendazol); a los que muchas especies de hongos han desarrollado resistencia, incluido *O. mangiferae* (FRAC, 2011; Mora *et al.*, 2002; Smith, 1988). En contraste, moléculas del grupo de las estrobilurinas (azoxystrobin y trifloxystrobin), anilopirimidinas (cyprodynil), morfollinas (fenipropimorf, fenipropidinespiroxamina), triazoles (myclobutanil, propiconazol, tebuconazol y triadimefon), fenoxiquinollinas (quinoxifen) y fungicidas multisitio (azufre,

dithiocarbamatos y quinomethionatos); actúan con eficiencia y bajo riesgo de resistencia (Hollomon *et al.*, 1997; Margot, 1998; Reuveni, 2000; Reuveni y Reuveni, 1995; Wicks y Hitch, 2002).

Ambas enfermedades *C. gloesporioides* y *O. mangiferae* pueden manifestarse con la misma intensidad ( $p \leq 0.05$ ) en cualquiera de las orientaciones del árbol (Guillén *et al.*, 2003). Los primeros síntomas se presentan, en promedio, 25 días después de detectarse yemas florales hinchadas (Guillén, 2000). Los estados fenológicos florales más susceptibles son: inicio de floración, floración plena, amarre de frutos (3-5 mm Ø) y frutos con diámetro  $\geq 8$  mm (Guillén *et al.*, 2003).

La virulencia de ambos patógenos depende de las variedades cultivadas y condiciones agroclimáticas de las regiones productoras de mango; por ello, es necesario realizar estudios epidemiológicos específicos en cada zona productora para establecer programas de control químico más eficaces que pueden incluirse en un paquete tecnológico integral (Guillén, 2000). Este trabajo tuvo como objetivos: 1) determinar las etapas fenológicas susceptibles a antracnosis y cenicilla en condiciones de trópico seco, 2) evaluar control químico de antracnosis y cenicilla basada en el uso alternado de ingredientes activos de distinto grupo químico y modo de acción. 3) evaluar el progreso temporal de *O. mangiferae* y *C.gloesporioides* en condiciones de trópico seco.

## REVISIÓN DE LITERATURA

### ANTRACNOSIS (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.)

#### IMPORTANCIA

La antracnosis (*C. gloeosporioides*) es la enfermedad más importante de mango en pre y postcosecha (Fitzelly Peak, 1984) y el factor más limitativo de producción en países donde prevalece humedad relativa alta (Dodd y Jeffries, 1991, Prusky, 1991). El patógeno tiene amplio rango de hospedantes, particularmente en áreas tropicales y reduce significativamente el volumen y calidad de cosecha. Hospedantes como aguacate (*Persea americana*), cítricos (*Citrus* spp.), mango (*Mangifera indica*) y papayo (*Carica papaya*) presentan los mayores daños en el mundo (Alahakoon *et al.*, 1994).

En regiones donde la lluvia coincide con floración, la producción puede ser destruida por el hongo (Fitzell, 1979). En México, la severidad de daños en frutos de 8 mm Ø puede alcanzar hasta 70-80% cuando no se aplica control químico o este es deficiente. En follaje tierno (15-20 días de edad) de mango cv. Haden los daños fluctúan de 5 a 20% al inicio del periodo lluvioso y de 90 a 100% al término de este. En general, los daños son menores en regiones secas. Las infecciones en inflorescencias reducen el amarre de frutos, y en casos severos, causan pérdida total de la producción (FitzellyPeak, 1984; Guillén *et al.*, 2003; Prior *et al.*, 1992). Los principales daños de *C. gloeosporioides* en México consisten en tizón de inflorescencias y pudrición de frutos que se intensifica después de la madurez fisiológica, principalmente en empacadoras, transporte y almacenamiento (Guillén *et al.*, 2003).

#### AGENTE CAUSAL Y SÍNTOMAS

Además de *C. gloeosporioides* var. *minor* ( tel. *Glomerellacingulata*) se identificó a *C. acutatum* ( tel. *Glomerellaacutata*) como nuevo agente causal de antracnosis en mango, que se desarrolla más lentamente que *C. gloeosporioides* y es frecuente en árboles que han sido tratados con fungicidas, además de presentar mayor tolerancia a carbendazim (Fitzell, 1979).

En ataques severos, los brotes vegetativos pueden necrosarse completamente. En hojas, los síntomas iniciales se manifiestan como pequeñas manchas angulares necróticas de color marrón oscuro delimitadas por las nervaduras que aumentan de tamaño, particularmente en condiciones húmedas, estas pueden coalescer y formar lesiones irregulares más extendidas (Figura 1) (Dodd *et al.*, 1997; Lonsdale y Kotze, 1993). Con humedad alta se producen abundantes masas de esporas color salmón en acérvulos; y con humedad baja, las lesiones se desecan, se desprende el tejido y aparecen perforaciones (Galán, 1999).

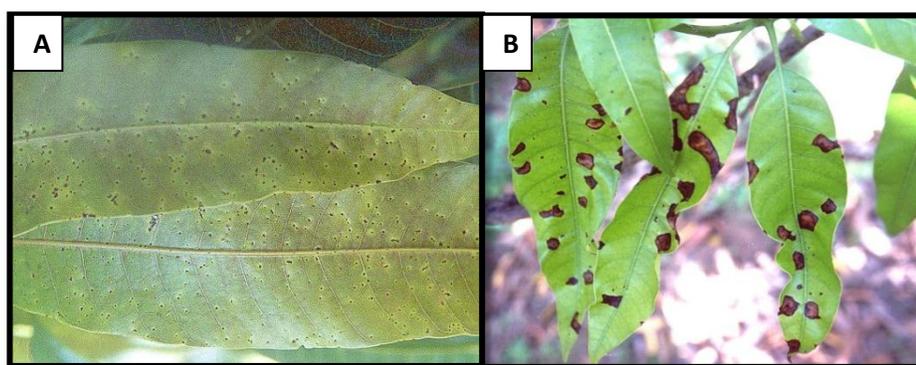


Figura 1. Síntomas de antracnosis (*C. gloeosporioides*) en hojas de mango (*Mangifera indica*); lesiones iniciales (A) y maduras (B). Foto: (A) y (B) Guillén. (2000).

En inflorescencias enfermas se observan pequeñas manchas oscuras en ejes primario y secundarios (raquis). Con alta presión de inóculo y factores ambientales favorables, estas coalescen y forman tizones (Lonsdale y Kotze, 1993). Sobre la epidermis de raquis infectados es posible observar acérvulos del patógeno (Guillén, 2000).

Los frutos jóvenes afectados se momifican y pueden permanecer adheridos o abortar (Figura 2). El patógeno generalmente causa infecciones latentes en frutos en desarrollo o próximos a madurez fisiológica, que se manifiestan en postcosecha. Los síntomas iniciales consisten en pequeñas lesiones firmes de color café, y con humedad alta, se unen y forman manchas redondas extendidas y con bordes definidos que pueden cubrirse de esporas. Al inicio, los daños son superficiales y posteriormente penetran en la pulpa cuando estos se encuentran muy avanzados (Litz, 1998). En campo, los frutos maduros infectados muestran

pequeñas áreas circulares oscuras formadas a partir de la base del pedicelo que avanzan hacia el ápice en un patrón de infección en *lagrimeo* debido el escurrimiento del inóculo por el agua de lluvia (Galán, 1999).



Figura 2. Tizón de flores y raquis primario y frutos momificados por antracnosis (*C. gloeosporioides*). Foto: Guillén. (2000).

## **EPIDEMIOLOGÍA**

Los conidios de *C. gloeosporioides* se producen en acérvulos sobre hojas enfermas, corteza inmadura, ramas terminales defoliadas, inflorescencias momificadas y lesiones en brácteas que rodean a las inflorescencias en desarrollo (Fitzell y Peak, 1984). La fase sexual (*Glomerellacingulata*) se desarrolla con temperatura  $\geq 29^{\circ}\text{C}$  y humedad relativa  $\leq 40\%$ , los peritecios se presentan en frutos y hojas caídos y no son importantes en la infección. La formación óptima de apresorios se observa a  $\geq 25^{\circ}\text{C}$  con 95 a 100% HR (Dodd et al., 1991; Fitzell et al. 1984).

En el Soconusco, Chiapas, la mayor densidad de conidios (908 conidios/cm<sup>2</sup>/semana) de *C. gloeosporioides* se presentó de diciembre a marzo, cuando la enfermedad exhibió crecimiento exponencial (30%) durante la etapa productiva del mango; y posteriormente, en la época lluviosa (Huerta et al, 2009). En Michoacán, el modelo Weibull describió el comportamiento de epidemias de antracnosis en flores ( $r^2 \geq 0.93$ ); además, se correlacionó la densidad de conidios y la severidad ( $r=0.74$ ) (Guillén et al, 2003). En Iguala, Guerrero, se asoció la densidad de esporas con la precipitación pluvial ( $r=96$ ); y las curvas del progreso temporal de la incidencia y severidad fueron descritas por

los modelos monomolecular ( $r^2=0.87$ ), logístico ( $r^2=0.88$ ), Gompertz ( $r^2=0.89$ ) y Weibull ( $r^2=0.93$ ) (Acosta, 2002). El modelo Weibull describe diversas curvas de progreso de la enfermedad; se ha usado en estudios de sobrevivencia, estimación de esperanza de vida y modelos de crecimiento (Thalet *al.*, 1984).

Se ha demostrado que conidios de *C. gloeosporioides* mantienen la viabilidad y forman apresorios aún después de permanecer con humedad relativa de 62% por cuatro semanas (Doddet *al.*, 1997). Esta habilidad para sobrevivir en periodos largos de sequía puede estar relacionada con la matriz extraconidial que protege a los conidios (Doddet *al.*, 1991). Pueden estimarse los periodos de infección por el hongo con base en la densidad esporas, número de conidios germinados, duración de la humedad foliar o ambiental y temperatura. Con niveles de infección altos >50%, los conidios forman apresorios y coincide con presencia de brotes vegetativos en desarrollo. La estimación de periodos de infección permite identificar los períodos críticos de control (reducir el número de aspersiones de fungicidas) durante la floración y contribuir al manejo racional de fungicidas (Fitzellet *al.* 1984 y Prusky, 1991).

Las trampas de contenedores invertidos son medios eficientes para el trapeo de conidios en el dosel del árbol; estas colectan más conidios por escurrimiento de agua de hojas infectadas que de otras fuentes de inóculo (Fitzell y Peak, 1984). De manera similar las trampas volumétricas tipo Burkard para el muestreo de esporas en el aire; éstas se han empleado para la captura de conidios de *C. gloeosporioides* y *O. mangiferae* en Michoacán (Guillén, 2003); en el monitoreo de antracnosis en Iguala, Guerrero (Acosta, 2002); y para la muerte descendente (*Lasiodiplodiatheobromae*) en Alpoyecá (Vásquez, 2008); y han permitido relacionar la densidad del inóculo en el aire con la incidencia y severidad de los patógenos, así como estudiar el comportamiento epidemiológico (Mora *et al.*, 2003).

## **MANEJO**

En zonas tropicales es imprescindible utilizar tratamientos químicos desde inicio de floración hasta frutos con diámetro de 10-15mm que comprenden las etapas fenológicas más susceptibles (Galán, 1999; Guillén, 2000). Para disminuir el número de aplicaciones es

conveniente desarrollar un modelo de predicción de la enfermedad basado en factores como temperatura y humedad foliar entre otros (Guillén, 2000). En nuestro país, el uso de fungicidas es el principal método de control; los compuestos más utilizados son los benzimidazoles (el benomilo, thiabendazol y carbendazim), debido al empleo indiscriminado y al número reducido de ingredientes activos autorizados (MRL, 2010; SAGARPA, 2010) se ha reportado resistencia a estas moléculas (FRAC, 2011; Gutiérrez y Gutiérrez, 2003; Nieto *et al.*, 2003; Orozco, 1992). Existen productos efectivos de distinto grupo químico, sitio y modo de acción como: triazoles (hexaconazol, propiconazol, triadimefon), imidazoles (prochloraz e imazalil), estrobilurinas (azoxystrobin, trifloxystrobin) y protectantes (clorotalonil, mancozeb y oxiclóruo de cobre) que permiten utilizar rotación de productos para minimizar el riesgo de generar resistencia (Nieto *et al.*, 2003; Orozco, 1992). Otras medidas de control cultural incluyen: eliminación de hojas y frutos caídos para reducir fuentes de inóculo, podas de brotes vegetativos (deschuponar) y erradicación de maleza; así como, tratamientos postcosecha de inmersión de frutos en agua caliente, imazalil o prochloraz o combinados (Litz, 1998; Acosta *et al.*, 2003).

## CENICILLA (*Oidium mangiferae* Berthet.)

### IMPORTANCIA

*Oidium mangiferae* Berthet causa la enfermedad conocida como cenicilla y tiene como único huésped conocido al mango (*Mangifera indica* L.) (Litz, 1998; Nelson, 2008). Este patógeno es importante porque causa pérdidas superiores a 80% en el rendimiento y daña desde inicio de floración hasta frutos en desarrollo (Prusky, 1991; Schoeman *et al.*, 1995). En México, *O. mangiferae* ataca junto con la antracnosis (*C. gloeosporioides*), por lo que los daños son aún más severos. El control químico es intenso, eleva costos de producción y reduce la productividad (Guillen *et al.*, 2003). Este patógeno se presenta a latitudes superiores a 40° hacia el norte y sur del ecuador. Se ha reportado en el sur del Sahara, Medio Oriente, sur de Asia, América; desde el sur de los Estados Unidos de Norteamérica hasta Perú y Brasil, y en Nueva Gales del Sur (Gupta, 1989). En la India se conoce desde antes de 1974. Actualmente se encuentra distribuida en todas las regiones productoras de mango (Paltiet *et al.*, 1974).

### SÍNTOMAS

En hojas jóvenes la infección por *O. mangiferae* comienza con manchas aisladas polvosas de color blanco que adoptan formas irregulares. Posteriormente las áreas afectadas se tornan púrpuras y pueden exhibir necrosis. Según los cultivares los síntomas se manifiestan en el envés, haz o en ambos lados de la hoja (Figura 3). Cuando el daño ocurre en el envés queda restringido generalmente en la nervadura central (Galán, 1999).



Figura 3. Signos y síntomas causados por cenicilla (*O. mangiferae*) en hojas; “A” manchas púrpuras y “B” presencia de micelio con pequeñas deformaciones. Foto: Pérez. (2011).

Las flores individuales son los primeros órganos atacados, no abren y abortan. La enfermedad se extiende rápidamente en las inflorescencias; en áreas infectadas se observan crecimientos miceliales blanquecinos, que posteriormente ennegrecen y causa muerte prematura de tejidos (Figura 4) (Litz, 1998). En variedades muy susceptibles las brácteas florales pueden cubrirse totalmente por cenicilla y eventualmente caer; en variedades tolerantes son dañadas parcialmente. La base del raquis de inflorescencias generalmente no es afectada, pero sí el ápice (Paltiet *al.*, 1974; Schoeman *et al.* 1995).



Figura 4. Flores, raquis primario y secundario cubiertos de micelio blanco del patógeno. Foto: Nelson. (2008).

El patógeno reduce significativamente el amarre de frutos y cuando alcanzan 8mm de diámetro, la epidermis puede presentar aspecto corchoso e incluso agrietado. Una vez que los frutos alcanzan de 10-15mm Ø ya no son susceptibles (Galán, 1999; Guillén *et al.*, 2003).

## **EPIDEMIOLOGÍA**

El hongo se desarrolla en ambientes secos y fríos, con humedad relativa baja (20%) aunque este factor no es limitante (Gupta, 1989; Shoeman *et al.*, 1995). La enfermedad alcanza niveles altos de severidad con humedad alta (85%) y temperatura entre 20 y 25 °C en África (Paltiet *al.*, 1974; Ploetz y Prakash, 1997).

La germinación conidial ocurre entre 9 y 32 °C (con óptimo de 23°C y humedad de 20-65%) (Ploetz y Prakash, 1997). El patógeno puede sobrevivir en campo a temperaturas

de 4-5°C hasta de 44.2°C lo cual facilita su permanencia (Paltiet *al.*, 1974). Los conidios germinan en las primeras 5-7 h, forman el apresorio y penetran las células del hospedante (Paltiet *al.*, 1974).

La incidencia y desarrollo epidémico depende del inóculo que sobrevive de la temporada anterior y de factores ambientales que prevalecen durante el siguiente ciclo (Gupta, 1989). Cuando estas condiciones son desfavorables para la infección o cuando el tejido susceptible no está disponible el hongo sobrevive como micelio, conidios y conidióforos en yemas latentes o haustorios en hojas infectadas (Litz, 1998). También puede permanecer activo como micelio en inflorescencias inmaduras con proliferación vegetativa y floral (*Fusarium* spp.) (Gupta, 1989). Las etapas fenológicas de floración plena, amarre de frutos (3 mm Ø) y frutos de 8 mm Ø son los más susceptibles (Joubert, 1991).

Guillén *et al.*, (2003) reportó que la severidad de cenicilla se manifestó con la misma intensidad ( $p \leq 0.05$ ) en cualquier orientación, y los primeros síntomas de la enfermedad se presentaron en promedio a los 25 días después del inicio de la floración. Además, el incremento de la severidad se asoció ( $r=0.97$ ) con el incremento en el número de conidios capturados en el huerto.

Las trampas de contenedores invertidos son medios eficientes para el trapeo de conidios en el dosel del árbol; estas colectan más conidios por escurrimiento de agua de hojas infectadas que de otras fuentes de inóculo (Fitzell y Peak, 1984). De manera similar las trampas volumétricas tipo Burkard para el muestreo de esporas en el aire; éstas se han empleado para la captura de conidios de *C. gloeosporioides* y *O. mangiferae* en Michoacán (Guillén, 2003); en el monitoreo de antracnosis en Iguala, Guerrero (Acosta, 2002); y para muerte descendente (*Lasiodiplodiatheobromae*) en Alpoyeca (Vásquez, 2008); y han permitido relacionar la densidad del inóculo en el aire con la incidencia y severidad de los patógenos, así como estudiar su comportamiento epidemiológico (Mora, 2003).

## MANEJO

El control del patógeno está basado en el uso de carbendazim, benomilo y thiabendazol; a los que muchas especies de hongos han desarrollado resistencia, incluido *O. mangiferae* (FRAC, 2011; Smith, 1988). En contraste, moléculas del grupo de las estrubilurinas (azoxystrobin y trifloxystrobin), anilopirimidinas (cyprodynil), morfollnas (fenipropimorf, fenipropidinespiroxamina), triazoles (myclobutanil, propiconazol, tebuconazol y triadimefon) y fenoxiquinolinas (quinoxifen); y fungicidas multisitio como: azufre, ditiocarbamatos y quinomethionatos, actúan con eficiencia y bajo riesgo de generar resistencia (Hollomon *et al.*, 1997; Margot, 1998; Reuveni, 2000; Reuveni y Reuveni, 1995; Wicks y Hitch, 2002). Cabe mencionar que estos productos deben aplicarse de forma alternada por grupo químico, sitio y modo de acción para manejo racional de agroquímicos (Nieto *et al.*, 2003; Orozco, 1992).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Huerto experimental

El estudio se realizó en Arcelia, Guerrero durante el ciclo 2010-11 en un huerto comercial (Zozontla1) de mango cv. Hayden de 30-40 años (N 18° 18.9', O 100° 18.6'), a 320 m de altitud, 1158 mm de precipitación pluvial anual, temperatura promedio de 35 °C y suelo arenoso de color oscuro(SMN, 1971-2012), arreglados en *tresbolillo* de 10X10 m. Se seleccionó 1 ha, la cual se sujetó a un programa de aspersión periódica de fungicidas apoyada en la selección de distintos ingredientes activos y modo de acción, así como su combinación y secuencia de aplicación (MF) contra antracnosis (*C. gloesporioides*). Los tratamientos químicos utilizados y frecuencias de aplicación se especifican en el cuadro 1. El MF consistió en: a) fertilización anual con NPK 12-23-14+20.4-1.2-26 basado en análisis químicos suelo-planta y b) aspersión de fungicidas e insecticidas contra trips (*Scirtothrips* spp., y *Frankiniella* spp.) y escama blanca (*Aulacaspis tubercularis*). El diseño experimental utilizado fue de cuatro bloques completamente al azar (Figura 5).

### Evaluación de la severidad

Se usaron escalas logarítmicas de 6, 7, 8 y 10 clases (k) propuestas por Guillén (2000) (Cuadro 2) para el cv. Haden que consideraron la proporción de frutos y flores necrosados por panícula y el área foliar infectada ( $Sev_i$ ). En el área de MF se seleccionaron 20 árboles, y en cada uno, se etiquetaron cinco inflorescencias y cinco brotes vegetativos del flujo de crecimiento de invierno, distribuidas alrededor del árbol. La severidad en inflorescencias se evaluó cada 8 días a partir de la detección de yemas hinchadas (noviembre 2010) y hasta que los frutos alcanzaron diámetro de 8 mm (enero 2011). Los brotes vegetativos se evaluaron cada 8 días. Los ingredientes sistémicos fueron aplicados cada 15 días y los de contacto cada 8. El periodo de evaluación se determinó en concordancia con el modelo fenológico floral desarrollado por Guillén (2000) (Figura 6). La severidad fue estimada con la siguiente ecuación:

$$Sev_i = \frac{\sum_{k=1}^k X_{ki} * N_{ki}}{N_i}$$

Donde Sev= severidad a través del tiempo i,  $X_{ki}$ = nivel de daño k en el tiempo i,  $N_{ki}$ = # inflorescencias con nivel de daño k en el tiempo i,  $N_i$ = # inflorescencias evaluadas en el tiempo i.

### **Análisis temporal**

Se elaboraron curvas del progreso de la enfermedad en cada tratamiento químico. Las epidemias fueron descritas por el modelo Weibull, propuesto por Pennypecker *et al.* (1980) y empleado por Acosta (2002) para caracterizar epidemias de antracnosis en Iguala, Guerrero; y cenicilla en Michoacán (Guillén, 2003). El modelo se utilizó en su forma simplificada a dos parámetros (Thalet *al.*, 1984), donde la tasa de infección aparente se estima por el inverso del parámetro  $b$  y la forma de curva por el parámetro  $c$ . La severidad también se describió mediante el cálculo del área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE), obtenida por el método trapezoidal (Campbell yMadden, 1990) para cada tratamiento químico. La severidad final ( $Y_f$ ) fue otro parámetro utilizado en la comparación. El análisis se realizó con el software *The SAS System*®V. 9.0 (SAS Institute, 2003).

### **Efecto de tratamientos**

Se realizaron análisis de varianza con diseño experimental de cuatro bloques completamente al azar con el procedimiento PROC GLM de *The SAS System*®V. 9.0 para el ABCPE, parámetro  $b^{-1}$  obtenido en la distribución Weibull y severidad final ( $Y_f$ ) de cada epidemia. Para separar las medias de los tratamientos se usó la prueba de LSD con confiabilidad del 95 con el software *The SAS System*®V. 9.0 (SAS Institute, 2003).

Cuadro 1. Programa de aspersión de fungicidas contra antracnosis (*Colletorichum gloeosporioides*) y cenicilla (*Oidium mangiferae*) en el huerto experimental Zozontla1 de mango (*Mangifera indica*) cv. Haden, basado en el uso alternado de fungicidas de distinto grupo químico, sitio y modo de acción en Arcelia, Gro. Ciclo productivo 2010-11.

| Fenología floral           |    |  |  |  |  |  |  |
|----------------------------|---|---|---|---|---|---|---|
| Fecha                      | Noviembre 2010  | Noviembre 2010  | Noviembre 2010  | Diciembre 2010  | Diciembre 2010  | Diciembre 2010  | Enero 2011  |
| Medidas                    | Programa de aspersión periódica de fungicidas (MF) contra antracnosis ( <i>C. gloeosporioides</i> ) y cenicilla ( <i>O. mangifera</i> ) |   |   |   |   |   |   |
| Tratamiento 1              |   |   |   | S1  | C   | S2  | C   |
| Tratamiento 2              |   |   |   | C   | S1  | C   | S2  |
| Tratamiento 3              |   |   |   | S1  | C   | C   | S2  |
| Tratamiento 4              |   |   |   | C   | S1  | S2  | C   |
| Testigo experimental       |   |   |   |   |   |   |   |
| Fertilización <sup>z</sup> |   |   |   |   |   |   |   |
| Riego <sup>y</sup>         | X   |   |   | X   | X   | X   | X   |
| Insecticidas <sup>x</sup>  |   |   |   | X   | X   | X   | X   |

\*\*MF= programa de aspersión periódica de fungicidas S1= azoxistrobin (Amistar® 0.25 g/ L de agua) S2= myclobutanil (Rally® 0.08 g/1 L de agua) C= oxiclóruo de cobre (Cupravit® 2.5 g/1 L de agua) y azufre (Sultron® 1.35 ml/1 L de agua).

<sup>z</sup>La fertilización se realizó en base a análisis de suelo y tejidos. <sup>y</sup>El riego se realizó semanal y fue por gravedad. <sup>x</sup> Los insecticidas utilizados fueron: spinosad, imidacloprid, aceite mineral y azufre. <sup>1</sup>Captan+benomilo.

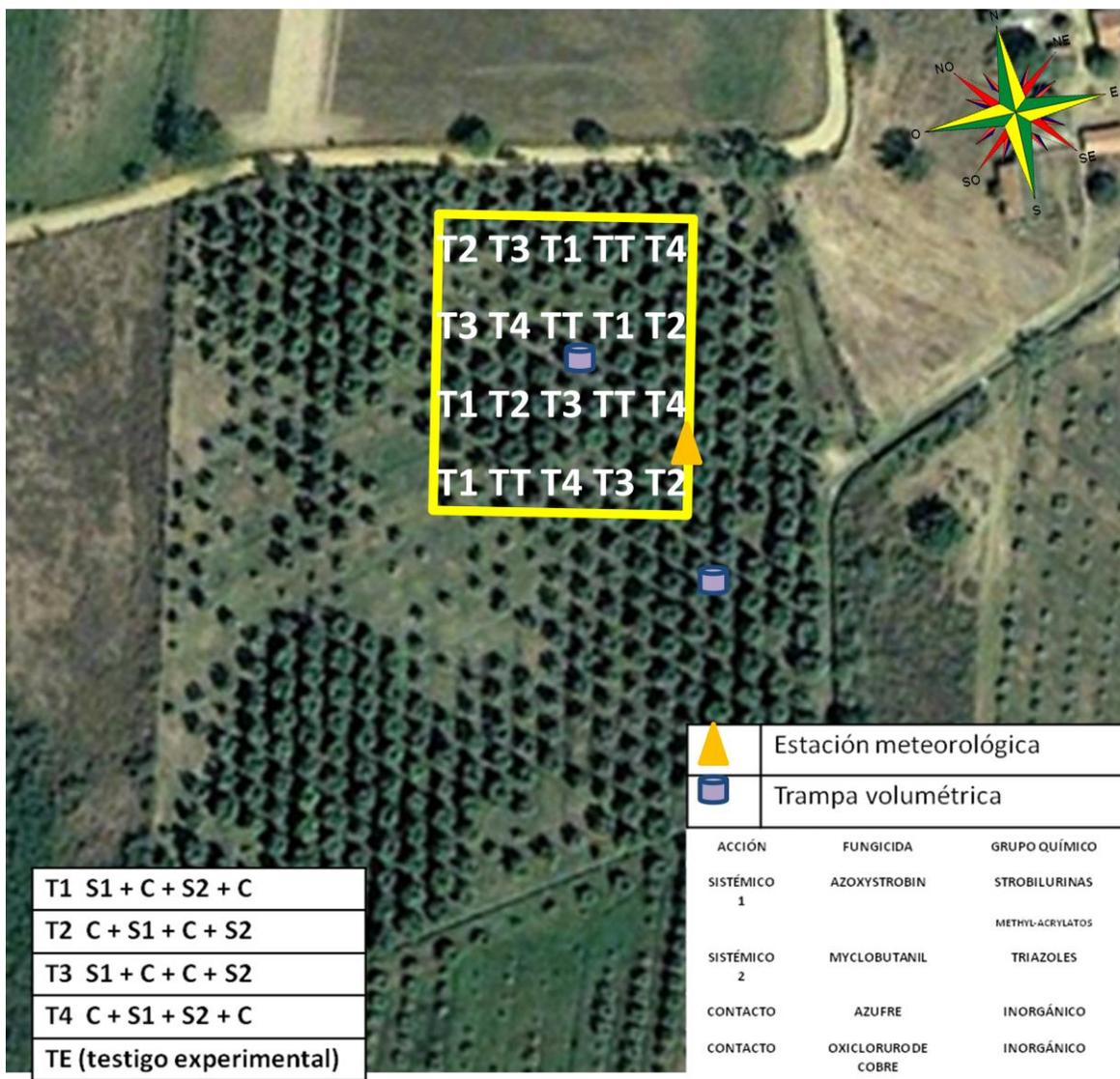


Figura 5. Sitio experimental Zonzontlal de mango (*Mangifera indica*) cv. Haden en Arcelia, Guerrero, donde se realizó el estudio en el ciclo productivo 2010-11.

Cuadro 2. Escala logarítmica utilizada para evaluar antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) y cenicilla (*Oidium mangiferae*) en el sitio experimental de mango (*Mangifera indica*) cv. Haden en Arcelia, Guerrero, México. Ciclo 2010-11.

| <sup>z</sup> CLASES | ANTRACNOSIS                |   | CENICILLA          |                |                                   |
|---------------------|----------------------------|---|--------------------|----------------|-----------------------------------|
|                     | Área afectada en hojas (%) | Flores y frutos necrosados en inflorescencias (%) | Hoja severidad (%) | Inflorescencia |                                   |
|                     |                            |   |                    | Severidad (%)  | No. De racimos florales enfermos. |
| 0                   | 0                          | 0   | 0                  | 0              | 0                                 |
| 1                   | >0 - 1.20                  | >0 - 3  | >0 - 2             | >0 - 1.6       | 9                                 |
| 2                   | >1.2 - 1.94                | >3 - 11   | >2 - 4             | >1.6 - 3.5     | 19                                |
| 3                   | >1.94 - 3.13               | >11 - 33  | >4 - 10            | >3.5 - 7.4     | 39                                |
| 4                   | >3.13 - 5.0                | >33 - 67  | >10 - 21           | >7.4 - 15      | 79                                |
| 5                   | >5.0                       | >67 - 89  | >21 - 40           | >15 - 28       | 148                               |
| 6                   |                            | >89 - 97  | >40                | >28 - 46       | 243                               |
| 7                   |                            | >97 - 100   |                    | >46 - 65       | 347                               |
| 8                   |                            |   |                    | >65 - 80       | 425                               |
| 9                   |                            |   |                    | >80 - 90       | Todos                             |

<sup>z</sup>Estimación de rangos de severidad con el software DOS log para Windows®

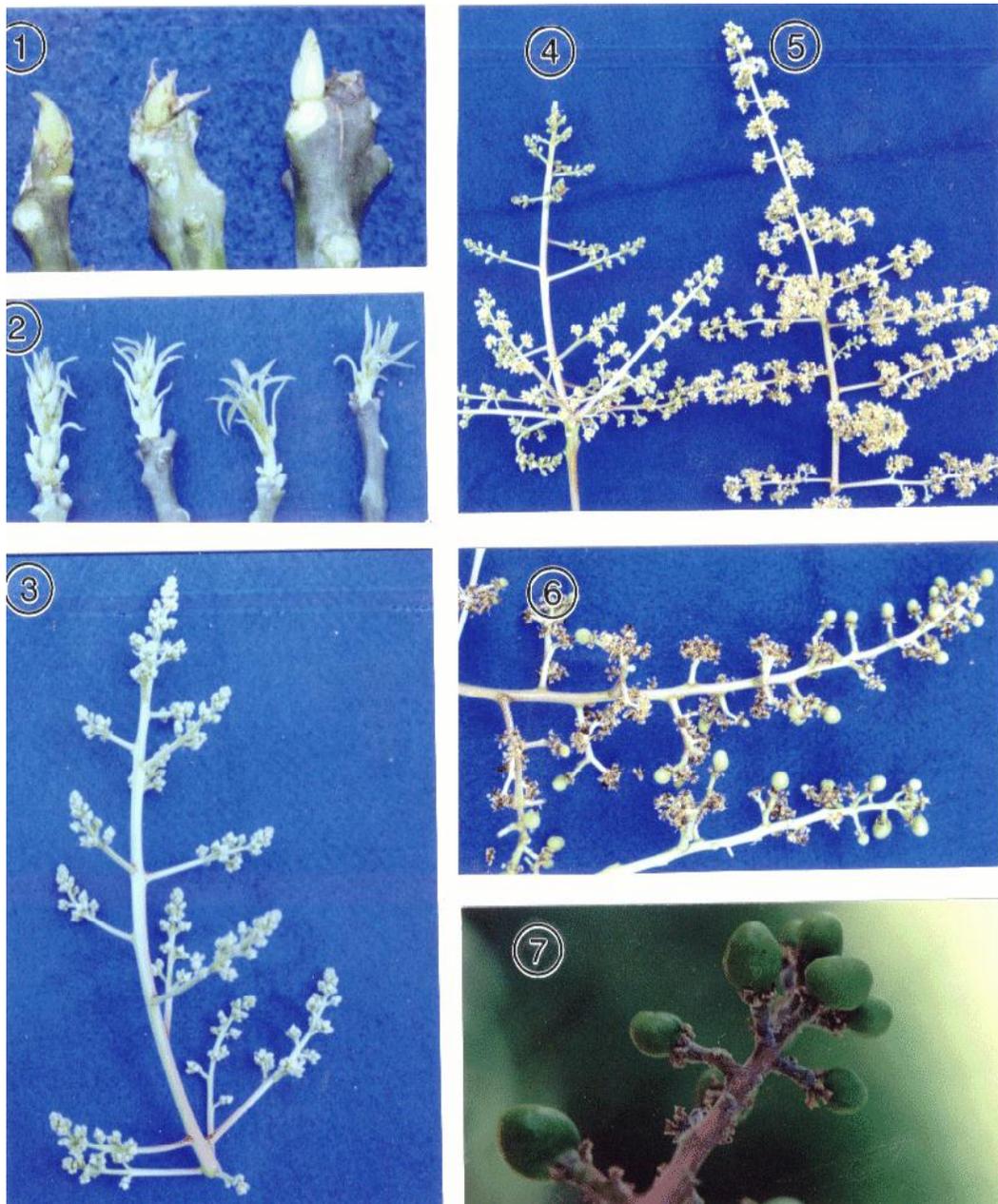


Figura 6. Modelo fenológico floral de mango (*Mangifera indica*) cv. Haden elaborado por Guillén (2000) en Michoacán, México. Etapas fenológicas: (1) yemas hinchadas a yemas abiertas, (2) estado protegido, (3) inflorescencia con raquis secundarios y terciarios, (4) inicio de floración, (5) floración plena, (6) amarre de frutos (3 mm Ø) y (7) frutos de 8 mm Ø.

## **Muestreo de esporas**

Para estimar la densidad de esporas de *C. gloesporioides* y *O. mangiferae* en el aire se usaron trampas volumétricas generadas por el GIIM (GIIM, 1998). Las trampas se instalaron a 1.8 m sobre el nivel del suelo y fueron ubicadas en el centro del área experimental. La succión de aire se realizó con motor de ventilador de uso industrial con carcasa plástica de 8 x 8 cm a 12V con capacidad volumétrica de 2.3 - 3.5 L de aire/min. Dentro de la trampa las esporas se impactan sobre una cinta adhesiva (Contact<sup>®</sup>) de 1.5 x 39.5 cm; estas fueron unidas a una tira de hoja de un higrotermógrafo (plantilla para diferenciar los días y horas de impacto de esporas), fijadas a un disco giratorio con periodicidad de 7 días. Las cintas con esporas fueron divididas en siete fracciones de 39.5 mm cada una, donde cada fracción representó 24 horas, se montaron en lactofenol sobre portaobjetos y examinaron con microscopía de luz con aumento de 4x10. La cuantificación de esporas se realizó diaria y semanalmente; y registró la hora de captura. Las trampas funcionaron diariamente (24h) durante el ciclo 2010-2011.

## **Datos climáticos**

En el huerto se instaló una estación meteorológica provista con una consola Vantage Pro2 WeatherStation<sup>®</sup> (Davis Instruments Hayward CA), equipada para medición de temperatura (°C), humedad relativa (H.R%), velocidad (km/h) y dirección del viento, lluvia diaria (mm) y punto de rocío (°C). La consola se automatizó con un módulo y Weatherlink<sup>®</sup> para Windows<sup>®</sup> Versión 5.9.0. configurada mediante una computadora portátil en campo. El registro se realizó diariamente con intervalos de dos horas. La información meteorológica de la consola se exportó a una hoja de cálculo (Excel<sup>®</sup> de Microsoft<sup>®</sup>) para su análisis.

## **Análisis de correlación**

Se realizaron análisis de regresión lineal simple mediante la estimación del coeficiente de correlación de Pearson ( $r$ ) entre el progreso temporal de la enfermedad con la densidad conidial de *C. gloesporioides* y *O. mangiferae* en el aire y factores ambientales

que consideraron su duración (número de horas/semana/mes) en los siguientes intervalos: temperatura ( $<20$ , 20-26.9, 27-29.9, 30-34.9 y  $\geq 35$  °C), humedad relativa ( $\leq 60$ , 60 a 89.9 y  $\geq 90$  %), punto de rocío ( $\leq 20$ , 20-24.9 y  $\geq 25$ °C), velocidad promedio del viento ( $\leq 1$ , 1-1.99 y  $\geq 2$  km/h) y dirección del viento.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### ANTRACNOSIS

#### Estimación de la enfermedad

La escala de severidad (Cuadro 2) utilizada permitió estimar el desarrollo temporal de las epidemias (Figura 9). Los primeros síntomas se reportaron en promedio a los 26 días de observarse yemas hinchadas. Los estados fenológicos más susceptibles fueron floración plena (30 %), amarre de frutos (3-5 mm Ø) (35 %) y frutos de 8-15 mm Ø (35 %) según consignaron Joubert (1991), Monteon (2012), Schoeman *et al.*, (1995) y Guillén (2001) aunque él mencionó que afecta hasta frutos con diámetro de 8 mm. La severidad máxima en inflorescencias se alcanzó a los 40 días posteriores a los síntomas iniciales y fue del 37-79%. El testigo experimental fue el más afectado con un 79% de daño.

En el caso del follaje los síntomas iniciales se presentaron a los 24 días de iniciarse la floración (yemas hinchadas); el daño fue alto ( $Y_f=3.6-4.8$ ) en base a la escala utilizada; aunque no influye directamente en el rendimiento del árbol, tiene importancia epidemiológica ya que es fuente de inóculo para el ciclo productivo posterior según Fitzell y Peak (1984) y Arauz y González (1986). La severidad final mayor (4.8) se registró en el testigo experimental.

Cuadro 3. Comparación de tratamientos para el control de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en floración en el sitio experimental Zozontal1 de mango (*Mangifera indica*) cv. Haden con respecto a ABCPE,  $b^{-1}$  y  $Y_f$  en Arcelia, Guerrero. Ciclo 2010-11.

| TRATAMIENTOS | SECUENCIA                           | $r^2$ | $Y_f$                  | ABCPE <sup>Z</sup>     | $b^{-1}$               |
|--------------|-------------------------------------|-------|------------------------|------------------------|------------------------|
| T1           | S <sup>1</sup> +C+S <sup>2</sup> +C | 0.89  | 4.2500 c <sup>y</sup>  | 107.75 b <sup>y</sup>  | 0.18523 a <sup>y</sup> |
| T2           | C+S <sup>1</sup> +C+S <sup>2</sup>  | 0.73  | 4.6500 bc <sup>y</sup> | 128.25 ba <sup>y</sup> | 0.20340 a <sup>y</sup> |
| T3           | S <sup>1</sup> +C+C+S <sup>2</sup>  | 0.97  | 4.3000 c <sup>y</sup>  | 106.50 b <sup>y</sup>  | 0.35408 a <sup>y</sup> |
| T4           | C+S <sup>1</sup> +S <sup>2</sup> +C | 0.89  | 5.1000 ba <sup>y</sup> | 141.00 a <sup>y</sup>  | 0.29570 a <sup>y</sup> |
| TE           | -                                   | 0.96  | 5.6500 a <sup>y</sup>  | 140.25 a <sup>y</sup>  | 0.30935 a <sup>y</sup> |

$r^2$ = Coeficiente de determinación del modelo Weibull,  $Y_f$ = severidad final, ABCPE<sup>Z</sup>= área bajo la curva del progreso de la enfermedad,  $b^{-1}$ = tasa de infección aparente, <sup>y</sup>Valores con la misma letra de igual columna son estadísticamente iguales. S<sup>1</sup>= azoxistrobin, C= azufre+ oxiclورو de cobre, S<sup>2</sup>= myclobutanil.

Cuadro 4. Comparación de tratamientos para el control de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en brotes vegetativos en el sitio experimental Zozontal1 de mango (*Mangifera indica*) cv. Haden con respecto a ABCPE,  $b^{-1}$  y  $Y_f$  en Arcelia, Guerrero. Ciclo 2010-11.

| TRATAMIENTOS | SECUENCIA                           | $r^2$ | $Y_f$                 | ABCPE                 | $b^{-1}$              |
|--------------|-------------------------------------|-------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| T1           | S <sup>1</sup> +C+S <sup>2</sup> +C | 0.95  | 4.5000 a <sup>y</sup> | 58.00 b <sup>y</sup>  | 0.7661 a <sup>y</sup> |
| T2           | C+S <sup>1</sup> +C+S <sup>2</sup>  | 0.92  | 3.6000 b <sup>y</sup> | 74.75 ba <sup>y</sup> | 0.3980 a <sup>y</sup> |
| T3           | S <sup>1</sup> +C+C+S <sup>2</sup>  | 0.93  | 3.7000 b <sup>y</sup> | 47.50 b <sup>y</sup>  | 0.1001 a <sup>y</sup> |
| T4           | C+S <sup>1</sup> +S <sup>2</sup> +C | 0.94  | 3.8000 b <sup>y</sup> | 66.50 b <sup>y</sup>  | 0.7122 a <sup>y</sup> |
| TE           | -                                   | 0.99  | 4.8000 a <sup>y</sup> | 107.00 a <sup>y</sup> | 0.4025 a <sup>y</sup> |

$r^2$ = coeficiente de determinación del modelo Weibull,  $Y_f$ = severidad final, ABCPE<sup>Z</sup>= área bajo la curva del progreso de la enfermedad,  $b^{-1}$ = tasa de infección aparente, <sup>y</sup>Valores con la misma letra de igual columna son estadísticamente iguales. S<sup>1</sup>= azoxistrobin, C= azufre+ oxiclورو de cobre, S<sup>2</sup>= myclobutanil.

### Efecto de tratamientos y análisis temporal

El control más eficiente de antracnosis en floración se observó en los tratamientos T1 (S<sup>1</sup>+C+S<sup>2</sup>+C= azoxistrobin; azufre+oxiclورو de cobre; myclobutanil; azufre+oxiclورو de cobre) y T3 (S<sup>1</sup>+C+C+S<sup>2</sup>= azoxistrobin; azufre+oxiclورو de cobre; azufre+oxiclورو de cobre; myclobutanil) con respecto al área bajo la curva del progreso de la enfermedad (ABCPE=107.75 y 106.5) y la severidad final ( $y_f$ =4.25 y 4.3)

respectivamente (Cuadro 3). En el caso del follaje, los tratamientos T3 (S<sup>1</sup>+C+C+S<sup>2</sup>= azoxistrobin; azufre+oxicloruro de cobre; azufre+oxicloruro de cobre; myclobutanil) y T4 (C+S<sup>1</sup>+S<sup>2</sup>+C= azufre+oxicloruro de cobre; azoxistrobin; myclobutanil; azufre+oxicloruro de cobre) superaron al testigo experimental ( $y_f=3.7$  y  $3.8$ ; ABCPE=47.5 y 66.5) (Cuadro 4); por lo que cualquiera de estos tratamientos promueve una mejor sanidad de los árboles hasta en un 24 a 34% en relación al testigo experimental. Los valores más altos en todos los parámetros en floración y brotes vegetativos se reportaron en el testigo experimental (Cuadros 3 y 4).

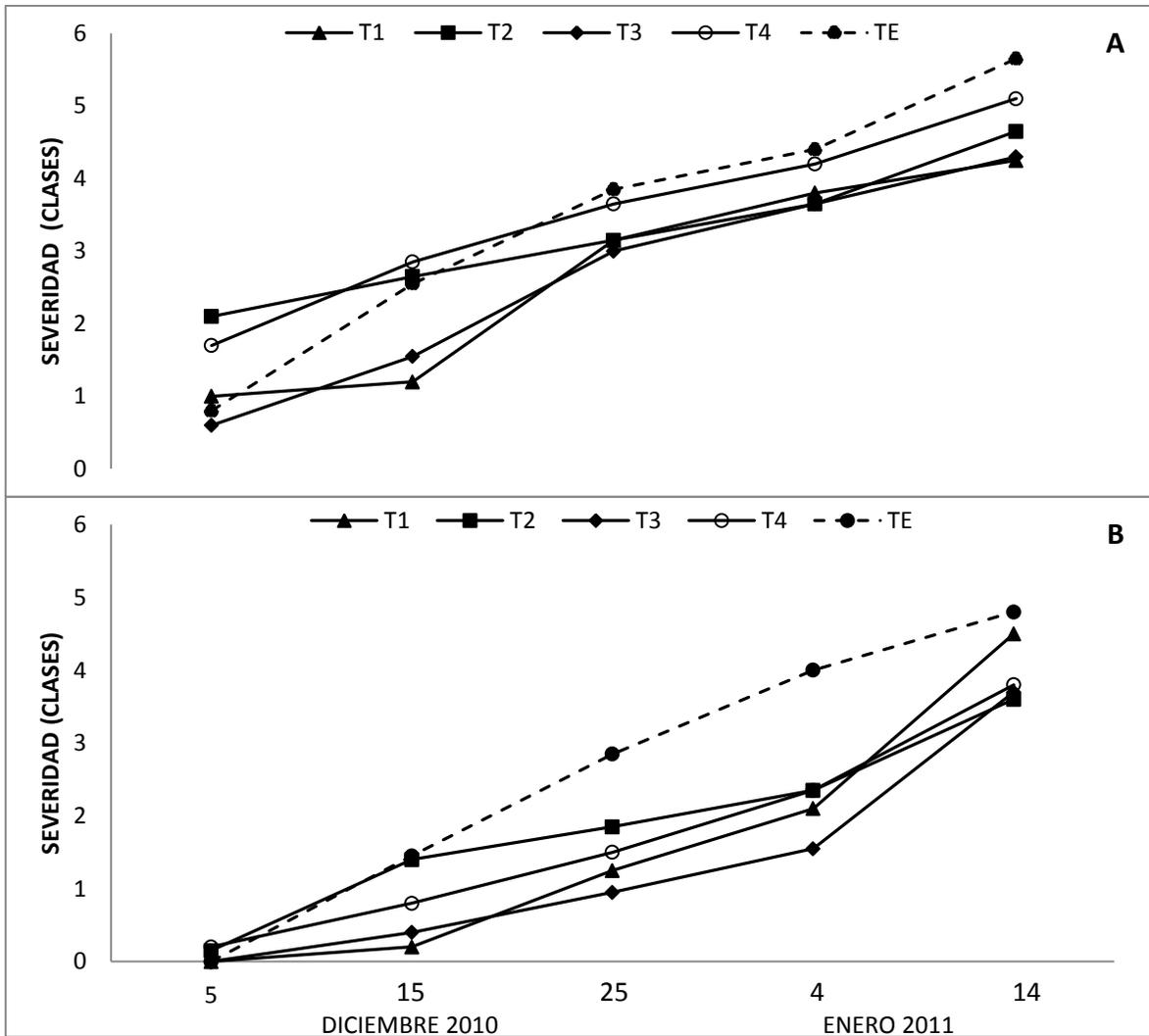
El modelo Weibull describió adecuadamente la mayoría de las epidemias florales con una  $r^2 \geq 0.89$  excepto en el tratamiento T2 ( $r^2=0.73$ ) (Cuadro 3); y en el caso del follaje se obtuvieron  $r^2 \geq 0.92$  (Cuadro 4). Las diferencias que se observaron fueron debido al inicio irregular de la floración y al desarrollo de la epidemia en el clima cálido subhúmedo, aunque el manejo químico fue factor importante en el comportamiento de las epidemias (Figura 7).

El fungicida sistémico azoxistrobin del grupo químico de las estrobilurinas ejerce un control eficiente sobre esporas de *C. gloeosporioides* y el patógeno no ha reportado resistencia hacia esta molécula (Gutiérrez *et al.*, 2003; Santamaria *et al.*, 2011); de igual forma, el myclobutanil (triazol) suprime completamente los conidios del hongo (Tsai *et al.*, 2006). Los fungicidas protectantes como el oxicluro de cobre tienen un control adecuado contra la antracnosis sin riesgos de presentar resistencia (Rondón *et al.*, 2006).

Sin embargo, este trabajo no sólo se apoyó en la selección aislada de fungicidas específicos y autorizados (SAGARPA, 2010; MRL, 2010); sino también, en el uso alternado y orden de aplicación para conservar su efectividad por más tiempo, con enfoque racional (Halleen y Holz, 2001). Se observó que la mejor estrategia de control químico consistió en el caso de la epidemia floral iniciar con un fungicida sistémico seguido de un contacto como también reportaron Arias y Carrizales (2007), Lonsdale y Kotzé (1993) y Monteon (2012). En contraste, en la epidemia foliar el manejo químico no dependió de la secuencia de aplicación de los fungicidas. Además, la oportunidad de aplicación debe considerar la disponibilidad de tejido susceptible (floración plena, amarre de frutos de 3-5 mm Ø y frutos con diámetros de 8-15 mm) independientemente del número e intensidad de

los flujos de crecimiento en las regiones de cultivo según consignaron Halleen y Holz (2001), Monteon (2012) y Schoeman *et al.* (1995). Adicionalmente, esta estrategia debe apoyarse en prácticas culturales que reduzcan la humedad ambiental en el huerto como poda de ventilación, eliminación de fuentes de inóculo, evitar riego excesivo y mejorar drenaje y control oportuno de maleza (Saifullah *et al.*, 2007) para mejorar el control de la enfermedad. La propuesta derivada de este estudio permite conservar la efectividad de moléculas sistémicas a largo plazo al reducir el número de aspersiones de fungicidas del mismo grupo químico y proponer su rotación con compuestos de contacto, y por ende, limitar el riesgo de generar resistencia (FRAC, 2012; Halleen y Holz, 2001).

En Arcelia (trópico seco), Guerrero, solo se presentó un flujo de crecimiento floral y vegetativo en contraste con el trópico subhúmedo donde se presentaron tres (Monteon, 2012). Así, en zonas donde hay más de una epidemia (más de un flujo de crecimiento) por ciclo, es necesario realizar más aplicaciones de control químico y usar más de un fungicida sistémico, por ello, es importante alternar los ingredientes activos, diferentes en su naturaleza y modo de acción mediante distintas secuencias de combinaciones y orden de aplicación (FRAC, 2012).



T1=S<sup>Z</sup>+C<sup>Y</sup>+S<sup>X</sup>+ C<sup>Y</sup>; T2=C<sup>Y</sup>+S<sup>Z</sup>+ C<sup>Y</sup>+ S<sup>X</sup>; T3= S<sup>Z</sup>+ C<sup>Y</sup>+ C<sup>Y</sup>+ S<sup>X</sup>; T4= C<sup>Y</sup>+ S<sup>Z</sup>+ S<sup>X</sup>+ C<sup>Y</sup>; TE=testigo experimental. S<sup>Z</sup>=azoxistrobin; C<sup>Y</sup>= azufre+ oxiclورو de cobre y S<sup>X</sup>=myclobutanil.

Figura 7. Curvas del progreso temporal de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en inflorescencias (A) y brotes vegetativos (B) en cinco tratamientos de control químico en el sitio experimental Zonzontla1 de mango (*Mangifera indica*) cv Haden Arcelia, Guerrero, México. Ciclo 2010-2011.

## **Análisis de correlación**

La esporulación de conidios de *C. gloeosporioides* se asoció con la severidad en brotes florales ( $r^2=0.96$ ) y vegetativos ( $r^2=0.97$ ); así como la temperatura ( $<35^\circ\text{C}=r^2 0.74$ ), humedad relativa ( $<60\%=r^2 0.66$ ), punto de rocío ( $20-24.9^\circ\text{C}= r^2 0.69$ ), velocidad del viento ( $1-1.9 \text{ km/h}= r^2 0.71$  y dirección del viento (NE-SO=  $r^2 0.69-0.70$ ) (Figura 8). En relación a lo observado en el estudio, al incrementarse la densidad de esporas en el aire del hongo aumenta su severidad en brotes florales y vegetativos así como reportó Acosta (2002). Temperaturas mayores de  $35^\circ\text{C}$  favorece la esporulación, esto difiere a lo observado por Durán (1998) y Acosta (2002) que mencionan que a temperaturas entre  $15-30^\circ\text{C}$  hubo mayor esporulación; punto de rocío entre  $20-24.9^\circ\text{C}$  ocasiona el mejor crecimiento de esporas, lo cual concuerda con lo estudiado por Makowski (1993). Humedad relativa menores del 60% tienen baja relación con la densidad de esporas en el aire según Durán (1998). La velocidad y dirección del viento son factores importantes en la presencia de esporas en el aire, ya que es un método efectivo de desplazamiento de los conidios de *C. gloeosporioides* a los huertos de mango (Mora *et al.*, 2003). Es importante mencionar que el estudio se efectuó en la época seca (invierno con ausencia de lluvia) por lo que, la relación de severidad y densidad de esporas con precipitación no pudo determinarse, sin embargo, es un factor que debe incluirse en estudios futuros.

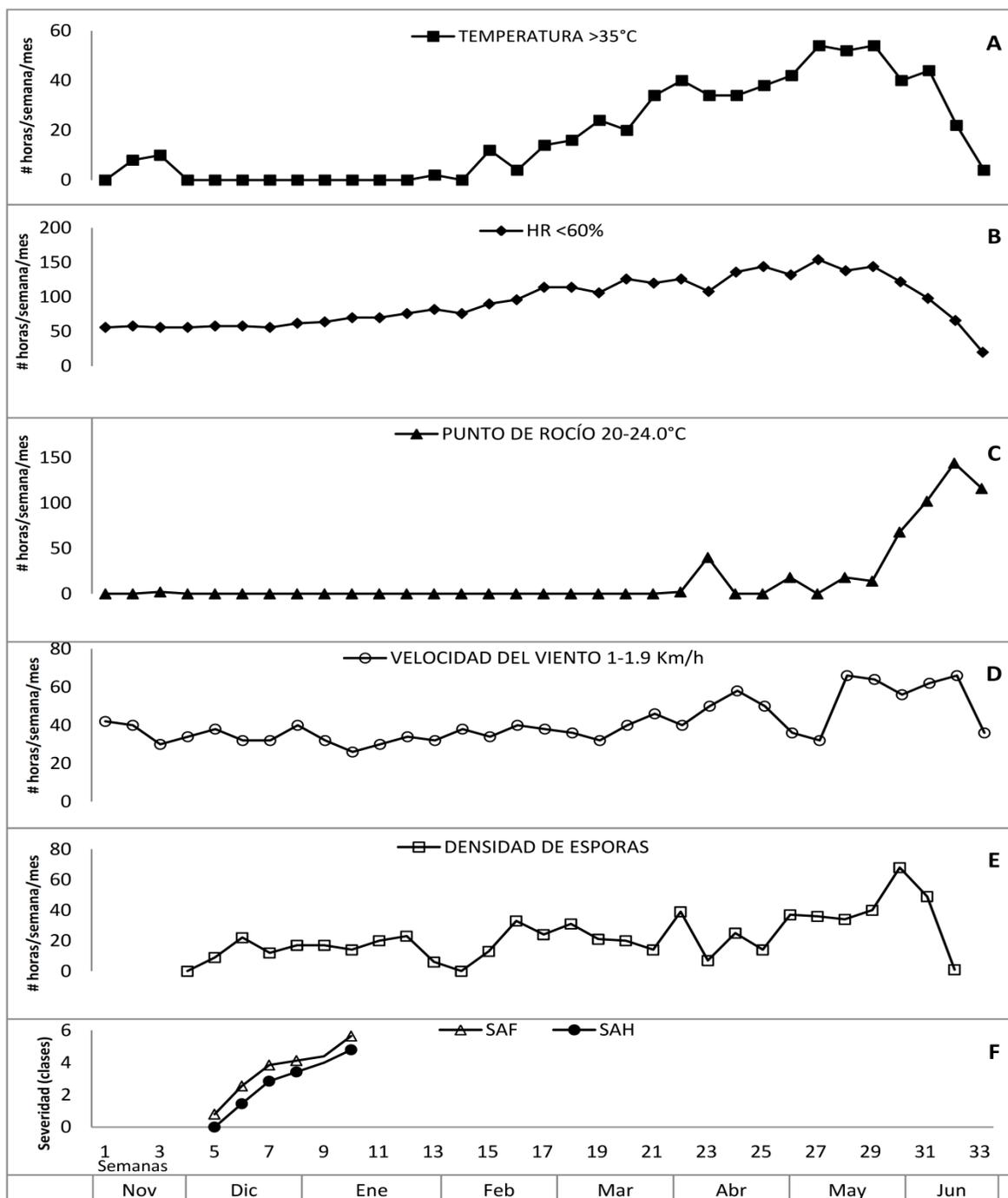


Figura 8. Progreso temporal de la severidad de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*) en inflorescencias y follaje (F) del mango (*Mangifera indica*) cv. Haden y su relación con temperatura (A), humedad relativa (B), punto de rocío (C), velocidad del viento (D) y densidad de conidios capturados (E) en el huerto Zozontla1 de Arcelia (trópico seco), Guerrero, México. Ciclo 2010-2011.

## CENICILLA

### Estimación de la severidad

La escala de severidad (Cuadro 2) utilizada en campo permitió estimar el desarrollo temporal de las epidemias. Los primeros síntomas de la enfermedad se reportaron en promedio a los 30 días de observarse yemas hinchadas. Los estados fenológicos más susceptibles fueron floración plena (30 %), amarre de frutos (3-5 mm Ø) (35 %) y frutos de 8-15 mm Ø (35 %) según consignaron Joubert (1991), Monteon (2012), Schoeman *et al.*, (1995) y Guillén (2003) aunque él mencionó que afecta hasta frutos con diámetro de 8 mm.. La severidad máxima en inflorescencias se alcanzó a los 40 días de presentarse los síntomas iniciales y se reportó en el testigo experimental ( $y_f=2.35$ ) (Cuadro 5). En el trópico seco, la enfermedad en follaje es generalmente común en la región, sin embargo, extraordinariamente no se presentó durante el periodo estudiado, caso contrario a lo que reportó Monteon (2012) para el trópico subhúmedo donde si se presentó la enfermedad.

Cuadro 5. Comparación de tratamientos de control químico de cenicilla (*Oidium mangiferae*) en floración en el sitio experimental Zozontal1 de mango (*Mangifera indica*) cv. Haden con respecto a ABCPE y  $Y_f$  en Arcelia (trópico seco), Guerrero. Ciclo 2010-11.

| TRATAMIENTOS | SECUENCIA     | $Y_f$                 | ABCPE                 |
|--------------|---------------|-----------------------|-----------------------|
| TRAT1        | $S^1+C+S^2+C$ | 0.6000 b <sup>y</sup> | 3.000 a <sup>y</sup>  |
| TRAT2        | $C+S^1+C+S^2$ | 0.5500 b <sup>y</sup> | 2.750 a <sup>y</sup>  |
| TART3        | $S^1+C+C+S^2$ | 0.6000 b <sup>y</sup> | 5.000 a <sup>y</sup>  |
| TRAT4        | $C+S^1+S^2+C$ | 0.8000 b <sup>y</sup> | 6.5000 a <sup>y</sup> |
| TE           | -             | 2.3500 a <sup>y</sup> | 23.250 a <sup>y</sup> |

$Y_f$ = severidad final, ABCPE<sup>z</sup>= área bajo la curva del progreso de la enfermedad, <sup>y</sup>Valores con la misma letra de igual columna son estadísticamente iguales. S<sup>1</sup>= azoxistrobin, C= azufre+ oxiclورو de cobre, S<sup>2</sup>= myclobutanil.

### Efecto de tratamientos y análisis temporal

Los mejores tratamientos en contra de la cenicilla en floración fueron el T1 ( $S^1+C+S^2+C$ = azoxistrobin; azufre+oxiclورو de cobre; myclobutanil), T2 ( $C+S^1+C+S^2$ = azufre+oxiclورو de cobre; azoxistrobin; azufre+oxiclورو de cobre; myclobutanil), T3

(S<sup>1</sup>+C+C+S<sup>2</sup>= azoxistrobin; azufre+oxicloruro de cobre; azufre+oxicloruro de cobre; myclobutanil) y T4 (C+S<sup>1</sup>+S<sup>2</sup>+C= azufre+oxicloruro de cobre; azoxistrobin; myclobutanil; azufre+oxicloruro de cobre) con respecto a la severidad final ( $y_f=0.6,0.55,0.6,0.8$ ) superando al testigo experimental quien tuvo las epidemias más severas (Cuadro 5). Por lo que cualquiera de estos tratamientos promueve una mejor sanidad de los árboles.

El progreso temporal de la enfermedad no se pudo describir por el modelo Weibull debido al desarrollo tardío y corta duración de las epidemias.

La literatura consigna que fungicidas de distinto grupo químico y modo de acción como azoxistrobin, myclobutanil, y protectores (azufre y oxicloruro de cobre) pueden promover el control de la enfermedad (Guillén *et al.*, 2004; Nelson, 2008; Reuveni, 1998; Hollomon *et al.*, 1997; Wicks and Hitch, 2002) como se demostró en este estudio para azoxistrobin, myclobutanil, oxicloruro de cobre y azufre (Cuadro 5).

Sin embargo, este trabajo no sólo se apoyó en la selección aislada de fungicidas específicos y autorizados (SAGARPA, 2010; MRL, 2010); sino también, en el uso alternado y orden de aplicación para conservar su efectividad por más tiempo, con enfoque racional (Halleen y Holz, 2001). Se observó que la mejor estrategia de control químico consistió en iniciar con fungicida sistémico seguido de contacto como también reportaron Arias y Carrizales (2007) y Lonsdale y Kotzé (1993); además, la oportunidad de aplicación debe considerar la disponibilidad de tejido susceptible (floración plena, amarre de frutos de 3-5 mm Ø y frutos con diámetros de 8-15 mm) independientemente del número e intensidad de los flujos de crecimiento en las regiones de cultivo según consignaron Halleen y Holz (2001), Rayet *al.* (2009), Reuveni (2001) y Schoeman *et al.* (1995). Adicionalmente, esta estrategia debe apoyarse en prácticas culturales que reduzcan la humedad ambiental en el huerto como poda de ventilación, eliminación de fuentes de inóculo, evitar riego excesivo y mejorar drenaje, control oportuno de maleza (Saifullah *et al.*, 2007) y fertilización foliar de fosfatos (Reuveni y Reuveni, 2002) para mejorar el control de la enfermedad. La propuesta derivada de este estudio permite conservar la efectividad de moléculas sistémicas a largo plazo al reducir el número de aspersiones de fungicidas del mismo grupo químico y proponer su rotación con compuestos de contacto, y por ende, limitar el riesgo de generar resistencia (Halleen y Holz, 2001; FRAC, 2012).

## **Análisis de correlación**

La esporulación de conidios de *O. mangiferae* asoció con la temperatura (30-34 °C y >35 °C= $r^2$  0.50 y 0.59), humedad relativa ( $\leq 60\%$  =  $r^2$  0.67) y dirección del viento (SO=  $r^2$  0.61). La relación del inóculo con la severidad no pudo determinarse debido al desarrollo tardío y corta duración de las epidemias (Figura 11). Así como los resultados de antracnosis, se encontraron correlaciones positivas entre temperaturas mayores a 30 °C y la densidad de esporas en el aire lo cual contrastó con lo reportado por Guillén (2004); caso contrario sucedió con la relación de conidios en el ambiente con la humedad relativa <60% donde hubo una respuesta positiva similar a lo reportado por Guillén (2004).

La esporulación se correlacionó con temperatura  $\geq 30$  °C y humedad relativa  $\leq 60\%$  por lo que éstos se consideraron factores determinantes para el desarrollo de la enfermedad. Se observó que el inóculo estuvo disponible durante todo el periodo de estudio (Figuras 11), por lo que la severidad dependerá de la proporción de tejido susceptible y condiciones ambientales favorables; principalmente de temperatura  $\geq 20$  °C y humedad relativa  $\leq 60\%$ . Al respecto, Gupta (1989) señaló que las condiciones óptimas de desarrollo de *O. mangiferae* son temperatura >20 °C y humedad relativa de 50-70% aunque también humedad >90% favorecen la esporulación. Sin embargo, en trópico seco estos factores ambientales, aunque en distintos límites ( $\geq 30$  °C y  $\leq 60\%$ ), no restringen el desarrollo de la enfermedad, aspecto que distingue el carácter endémico y severidad alta de *O. mangiferae* en las zonas productoras de mango en México. Asimismo, se ha documentado que temperatura mayor a 35 °C, humedad de (50-70%) y viento superior a 1 km/ h favorecieron la dispersión conidial (Akhtar y Alam, 2000; Schoeman *et al.*, 1995). Es importante mencionar que el estudio se efectuó en la época seca (invierno con ausencia de lluvia) por lo que, la relación de severidad y densidad de esporas con precipitación no pudo determinarse, sin embargo, es un factor que debe incluirse en estudios futuros.

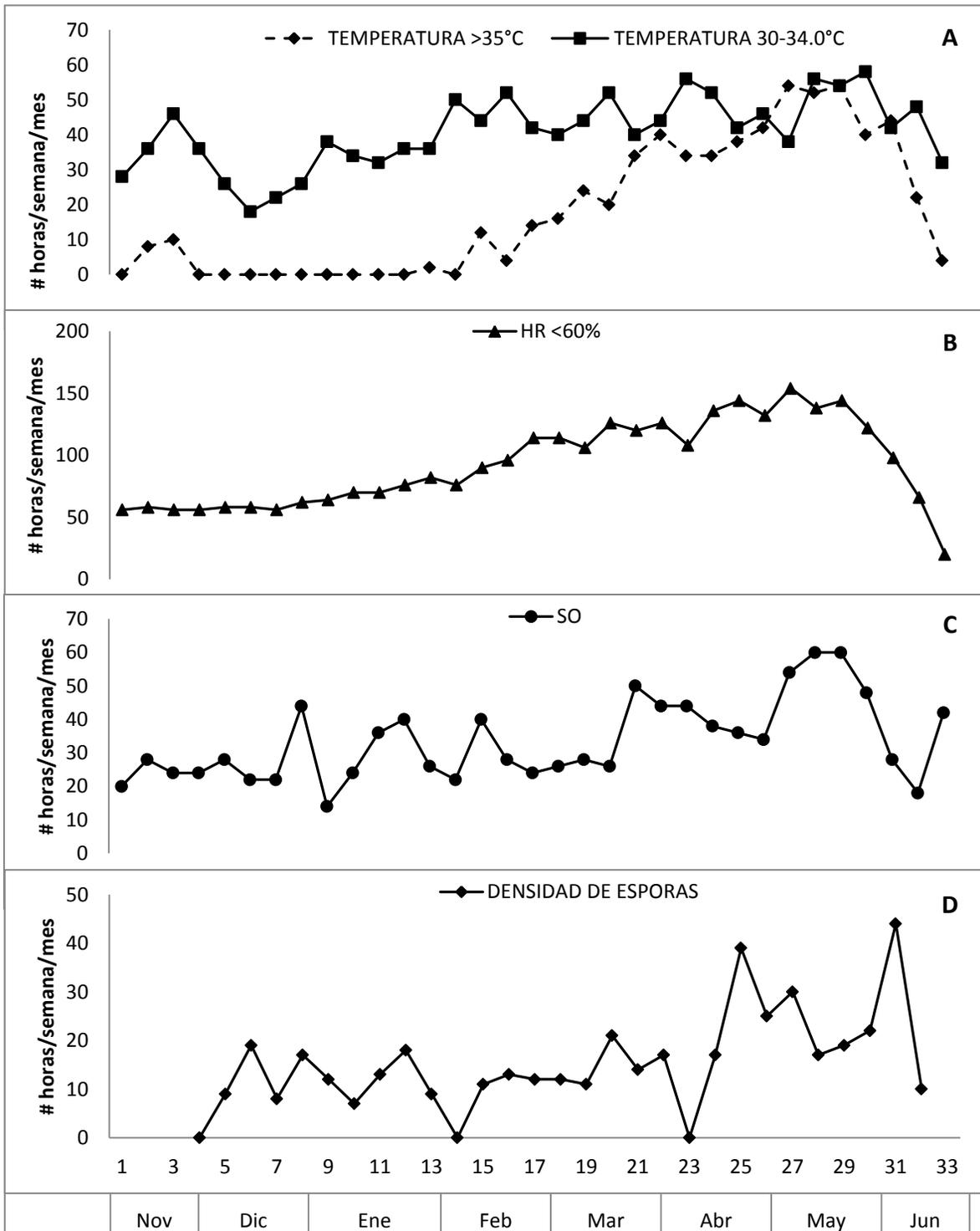


Figura 9. Densidad de esporas capturadas de *Oidium mangiferae* (D) y su relación con la temperatura (A), humedad relativa (B) y orientación del viento (C) en el sitio experimental Zozontla1 de mango (*Mangifera indica*) cv. Haden en Arcelia, Guerrero, México. Ciclo 2010-2011.

## CONCLUSIONES

La escala de severidad utilizada permitió estimar el desarrollo temporal de las epidemias de antracnosis y cenicilla en brotes florales y vegetativos.

Los primeros síntomas de antracnosis en floración y follaje se observaron entre los primeros 24-26 días después de presentarse yemas hinchadas. En el caso de cenicilla en floración sucedió a los 30 días. Los estados fenológicos susceptibles fueron floración plena (30 %), amarre de frutos (3-5 mm Ø) (35 %) y frutos de 8-15 mm Ø (35 %).

El control más eficiente de antracnosis en floración y follaje se observó en el tratamiento 3. La severidad máxima de antracnosis se encontró en el testigo experimental. Los ingredientes activos (azoxistrobin, myclobutanil, azufre y oxiclورو de cobre) fueron eficientes en el control de antracnosis floral pero la diferencia en efectividad dependió del orden de aplicación. En el caso de la epidemia floral iniciar con un fungicida sistémico seguido de un contacto es la mejor estrategia de control.

Para el caso de cenicilla todos los tratamientos fueron igualmente efectivos. La severidad máxima de cenicilla se encontró en el testigo experimental. Los ingredientes activos (azoxistrobin, myclobutanil, azufre y oxiclورو de cobre) fueron eficientes en el control de cenicilla en floración, y el orden de aplicación no influyó en su efectividad.

El modelo Weibull describió adecuadamente la mayoría de las epidemias de antracnosis florales con una  $r^2 \geq 0.89$  excepto en el tratamiento T2 ( $r^2=0.73$ ); y en el caso del follaje se obtuvieron  $r^2 \geq 0.92$ . El modelo no pudo emplearse a epidemias de cenicilla debido al desarrollo tardío y al corto duración de estas.

La esporulación de conidios de *C. gloeosporioides* se asoció con la severidad en brotes florales ( $r^2=0.96$ ) y vegetativos ( $r^2=0.97$ ); así como la temperatura ( $<35^\circ\text{C}=r^2 0.74$ ), humedad relativa ( $<60\%= r^2 0.66$ ), punto de rocío ( $20-24.9^\circ\text{C}= r^2 0.69$ ), velocidad del viento ( $1-1.9 \text{ km/h}= r^2 0.71$  y dirección del viento (NE-SO=  $r^2 0.69-0.70$ ). La densidad de esporas de *O. mangiferae* se asoció con la temperatura ( $30-34^\circ\text{C}$  y  $>35^\circ\text{C}=r^2 0.50$  y  $0.59$ ), humedad relativa ( $<60\%= r^2 0.67$ ) y dirección del viento (SO=  $r^2 0.61$ ).

## BIBLIOGRAFÍA

Acosta RM. 2002. La Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) del Mango (*Mangifera indica* L.) cv. Haden: Patogenicidad, Control Químico, Manejo y Epidemiología. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. Montecillo, Edo. de México. 131p.

Acosta M, Noriega DH, Nieto D y Téliz D. 2003. Efecto del manejo integrado del mango (*Mangifera indica* L.) en la incidencia de enfermedades y en la calidad de frutos. Revista Mexicana de Fitopatología 21: 46-55.

Akhtar, K.; Alam, S. S. 2000. Powdery mildew of mango: A Review. Pakistan Journal of Biological Sciences 3: 1119-1122.

Akhtar, K. P.; Alam, S. S. 2002. Assessment keys for some important diseases of mango. Pakistan Journal of Biological Sciences 5: 246-250.

Alahakoon PW, Brown AE and Sreenivasaprasad S. 1994. Cross-infection potential of genetic groups of *Colletotrichum gloeosporioides* on tropical fruits. Physiological and Molecular Plant Pathology 44: 93-103.

Arias RB y Carrizales L. 2007. Control químico de la antracnosis del mango (*Mangifera indica* L.) en pre y postcosecha en el municipio Cedeño, estado Monagas, Venezuela. Bioagro 19:19-25.

Campbell CL and Madden LV. 1990. Introduction to Plant Disease Epidemiology. John Wiley & Sons, Inc. New York, U.S.A. 532 Pp.

Dodd JC and Jeffries P. 1991. Studies on epidemiology and control of mango anthracnose on the Variety "Carabao" in the Philippines. Acta Horticulture 291:346-457.

Dodd JC, Prusky D and Jeffries P. 1997. Fruit Diseases. Pp:257-280. In: Litz RE (Ed.). The Mango, Botany, Production and Uses. CAB International. Wallingford. UK. 587p.

Dood JC, Estrada AB, Matchman J, Jeffries P and Jeger MJ. 1991. The effect of climatic factors on *Colletotrichum gloeosporioides*, causal agent of mango anthracnose, in the Philippines. *PlantPathology* 40: 568-575.

Durán A, Ramírez L y Mora D. 1998. Requerimientos de humedad relativa y tiempos de incubación para la infección de conidios de *Colletotrichum gloeosporioides* en frutos de papaya. *Agronomía Mesoamericana* 9:81-85.

FAO, 2010. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en: <http://faostat.fao.org/DesktopDefault.aspx?PageID=339&lang=es> (consultado, marzo 15, 2012).

Fitzell R. 1979. *C. acutatum* as a cause of anthracnose of mango in New South Wales. *Plant Diseases Report* 63:1067-1070.

Fitzell RD, Peak CM and Darnell RE. 1984. A model for estimating infection levels of anthracnose disease of mango. *Annals of Applied Biology* 104: 451-458.

FitzellRD and Peak CM. 1984. Management strategies for control of anthracnose and bacterial black spot in Northern New South Wales. Australian Mango Research Workshop. Cairns. Queensland. 253-257.

FRAC, 2012. Fungicide Resistance Action Committee. Disponible en: <http://www.frac.info/frac/index.htm> (consultado marzo 15, 2012).

Galán SV. 1999. El Cultivo del Mango. Mundi-Prensa. Madrid, España. 298p.

GIIM (Grupo Interdisciplinario de Investigación en Mango). 1998. El Mango y su Manejo Integrado en Michoacán. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, México. 55p.

Guillén D, Téliz D, Mora G, Mora A, Sánchez P y González V. 2003. Desarrollo temporal de epidemias de cenicilla (*Oidium mangiferae* Berthet) en huertos de mango (*Mangifera indica* L.) en Michoacán, México. *Revista Mexicana de Fitopatología* 21: 181-188.

Guillén, S.D. 2000. Epidemiología de Cenicilla (*Oidium mangiferae* Berthet) y Antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz) del Mango en Michoacán. Tesis de Maestría en

Ciencias. Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. Montecillo, Edo. de México.42p.

Guillén SD, Téliz OD, Mora AA, Niento AD, Cárdenas SE, Siebe GC y Villanueva JJA. 2004. La severidad de la cenicilla (*Oidium mangiferae*Berthet) del mango (*Mangiferae indica* L.) y su relación con las emisiones de ceniza de una central termoeléctrica. Revista Mexicana Fitopatología 22:90-99.

Gupta, J.H. 1989. Perpetuation and epidemiology of powdery mildew of mango.Horticultural Experiment and Training Centre, Saharanpur, India. 231:528-533.

Gutiérrez O y Gutiérrez JG. 2003. Evaluación de resistencia a benomil, thiabendazol y azoxystrobin para el control de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides*Penz.) en frutos de guayaba (*Psidiumguajava* L.) en postcosecha. Revista Mexicana de Fitopatología 21: 228-232.

Gutiérrez AJG, Guetiérrez AO, Nieto AD, Téliz OD, Zavaleta ME, Delgadillo SF y Vaquera HH. 2003. Evaluación de resistencia a imazalil, prochloraz y azoxistrobin en aislamientos de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. ySacc. y control de la antracnosis del mango (*Mangifera indica* L.) en postcosecha. Revista Mexicana de Fitopatología 21:379-383.

Halleen, F.; Holz, G. 2001.An overview of biology, epidemiology and control of *Uncinulanecator* (powdery mildew) on grapevine, with referent to South Africa. South African Journal for Enology and Viticulture 22: 111-121.

Hollomon DW, Wheeler IE, Dixon K, Longhurst C y Skylakakis G. 1997.Defining de resistance risk of a new powdery mildew fungicide quinoxifen.PesticideScience 51: 347-351.

Huerta PG, Holguín MF, Benítez CF y Toledo AJ. 2009. Epidemiología de la antracnosis [*Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. andSacc.] en mango (*Mangifera indica* L.) cv. Ataulfo en el Soconusco, Chiapas, México. Revista Mexicana de Fitopatología 27:93-105.

- Joubert MH. 1991. Implications of epidemiological studies on strategies for control of powdery mildew and anthracnose. Yearbook South African Mango Growers Association 11:26-28.
- Litz RE. 1998. The Mango, Botany, Production and Uses. CAB International. Wallingford, UK. 587p.
- Lonsdale JH and Kotze JM. 1993. Chemical control of mango blossom diseases and effect on fruit set and yield. Plant Disease 77: 558-562.
- Makowski RMD. 1993. Effect of inoculum concentration, temperature, dew period, and plant growth stage on disease of round-leaved mallow and velvetleaf by *Colletotrichum gloeosporioides* f. sp. *Malvae*. Phytopathology 83:1229-1234.
- Margot P, Huggenberger F, Amrein J and Weiss B. 1998. CGA 279202: A new broad-spectrum strobilurin fungicide. 375-382 p. In Prot. Conf. PestsDis. 2000.
- Mora AA, Reboças SJA y Téliz OD. 2002. Mango: Manejo y Comercialización. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas. México. 239p.
- Mora AA, Téliz OD, Mora AG, Sánchez GP y Javier MJ. 2003. Progreso temporal de “escoba de bruja” (*Fusarium oxysporum* y *F. subglutinans*) en huertos de mango (*Mangifera indica* L.) cv. Haden en Michoacán, México. Revista Mexicana de Fitopatología 21:1-12.
- Nelson SC. 2008. Mango Powdery Mildew. College of Tropical Agriculture and Human Resources. Department of Plant and Environmental Protection Sciences. Plant Disease. 46p.
- Nieto D, Gutiérrez JG, Gutiérrez O, Teliz D, Zavaleta E, Delgadillo F y Vaquera H. 2003. Evaluación de resistencia a Imazalil, Prochloraz y Azoxystrobin en aislamientos de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. y Sacc. y control de la antracnosis del mango. Revista Mexicana de Fitopatología 21:379-383.
- Ochoa R, Aguilar H y Vargas C. 1991. Ácaros fitófagos de América Central: guía ilustrada. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 251p.

- Orozco SM. 1992. Control químico de la antracnosis, cenicilla y roña del mango “Manila”. XIX Congreso Nacional de Fitopatología. Saltillo, Coahuila. México. 228p.
- Palti J, Pinkas Y yChorin M. 1974. Powdery mildew of mango. *Plant Disease Reporter* 58: 45-49.
- Pennypecker SP, Knoble HD, Antle CD and Madden LV. 1980. A flexible model for studying plant disease progression. *Phytopathology* 70:232-235.
- Ploetz, R.; Prakash, O. 1997. Foliar, floral and soilborne diseases, p. 281-325. In: Litz, R, Ed. *The Mango: Botany, Production and Uses*. CAB International, New York, NY, USA.
- Prior C, Elango F y Whitwell A. 1992. Chemical control of *Colletotrichum* infection in mangoes. CAB International. Wallingord. 336p.
- Prusky D. 1991. Mango Diseases: an overview. *Acta Horticulturae* 291:279-287.
- Ray, S. K.; Das, S.; Hasan, M. A.; Jha, S. 2009. Efficacy of different fungicides for the management of anthracnose of mango on old and rejuvenated orchard in west Bengal. *Acta Horticulturae* 820: 529-534.
- Reuveni, M. 2001. Improved control of powdery mildew (*Sphaerotheca pannosa*) of nectarines in Israel using strobilurin and polyoxin B fungicides; mixtures with sulfur; and early bloom applications. *Crop Protection* 20: 663-668.
- Reuveni, M.; Reuveni, R.; Harpaz, M. 1998. Integrated control of powdery mildew on field-grown mango trees by foliar sprays of mono potassium phosphate fertilizer, sterol inhibitor fungicides and the strobilurin Kresoxym-methyl. *European Journal of Plant Pathology* 104: 853-860.
- Reuveni, M.; Reuveni, R. 2002. Mono-potassium phosphate fertilizer (peak)  $\zeta$  a component in integrated control of powdery mildews in fruit trees and grapevines. *Acta Horticulturae* 594: 619-625.

Rondón O, Sanabrá AN y Rondón A. 2006. Respuesta *in vitro* a la acción de fungicidas para el control de antracnosis, *Colletotrichum gloeosporioides* Penz, en frutos de mango. *Agronomía Tropical* 56:219-235.

Schoeman MH, Manicom BQ y Wingfield MJ. 1995. Epidemiology of powdery mildew on mango blossoms. *Plant Disease* 79:524-528.

SAGARPA, 2010. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. Servicio de información agroalimentaria y pesquera. Disponible en: [www.siap.gob.mx/index](http://www.siap.gob.mx/index) (consultado febrero 15, 2012).

Saifullah, M.; Muhammad, S.; Elahi, L. T. 2007. Communication gap regarding plant protection, harvesting and post-harvesting technologies among the mango growers. *Pakistan Journal of Agricultural Sciences* 44: 654-659.

Santamaría BF, Díaz PR, Gutiérrez AO, Santamaría FJ y Larqué SA. 2011. Control de dos especies de *Colletotrichum* causantes de antracnosis en frutos de papaya Maradol. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 2:631-643.

SAS Institute. 2003. Language guide for personal computer release 9.0 Edition SAS Institute. Cary, North Caroline, USA.

Smith, C. M. 1988. History of benzimidazole use and resistance. p. 23-24. In: Delp, C, J, Ed. Fungicide resistance in North America. American Phytopathological Society, St Paul, Minnesota, USA.

SMN, 2012. Sistema Meteorológico Nacional. Disponible en: [www.siap.gob.mx/index](http://www.siap.gob.mx/index) (consultado Mayo 20, 2012).

Thal WM, Campbell CL and Madden LL. 1984. Sensitivity of Weibull model parameter estimates to variation in simulated disease progression data. *Phytopathology* 74:1425-1430.

Tsai JN, Ann PJ, Hu CY and Cheng SF. 2006. Evaluation of fungicides for suppression of mycelia growth and conidial germination of *Colletotrichum* species isolates from mango, pomelo and banana fruit. *Plant Pathology Bulletin* 15:39-54.

Vásquez LA. 2008. La Muerte Descendente y Necrosis Floral del Zapote Mamey (*Pouteriasapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn) en Guerrero, México. Tesis de Doctor en Ciencias. Colegio de Postgraduados, Instituto de Fitosanidad. Montecillo, Edo. de México. 99p.

Wicks TJ and Hitch CJ. 2002. Integration of strobilurins and other fungicides for the control of powdery mildew on grapes. *Australian Journal of Grape and Wine Research* 8:132-139.