

## **Reporte**

Antracnosis en mango:  
Manejo de la enfermedad más importante pre y postcosecha

Randy C. Ploetz, Professor  
Universidad de la Florida, TREC-Homestead  
Departamento de Fitopatología  
18905 SW 280<sup>th</sup> Street,  
Homestead, FL 33031-3314 USA  
Teléfono: 305 246-7001, x321; Fax: 305 246-7003; Email: kelly12@ufl.edu

### **Sumario Ejecutivo**

El manejo exitoso de la antracnosis depende del entendimiento de las condiciones que promueven el desarrollo de la enfermedad, y en lo económico, de la eficacia y aceptación por parte del mercado de las diferentes medidas de control. La integración de una o más tácticas puede ser necesaria en dependencia del cultivar de mango que se cultive, el área de producción y el mercado final. Algunas consideraciones fundamentales son:

- 1) Para la infección y el desarrollo de la enfermedad se necesitan precipitaciones y elevada humedad. Como consecuencia, la floración se debe iniciar de manera que el desarrollo de los frutos se produzca durante la porción más seca del año.
- 2) La producción para la exportación no suele ser posible en áreas donde existan significativas precipitaciones y no sea posible la alteración del período de floración (por ejemplo en los subtrópico y con algunos cultivares en los trópicos).
- 3) Infecciones latentes acumuladas durante el desarrollo del fruto, son responsables de la antracnosis postcosecha. Los tratamientos postcosechas se enfocan en este tipo de infección como la principal fuente de deterioro postcosecha.
- 4) Existen diferentes tratamientos pre y postcosecha, pero ninguno de los disponibles en el mercado de Estados Unidos es altamente efectivo bajo una fuerte presión de la enfermedad. A menos que se desarrollen tratamientos altamente efectivos en el futuro, la producción de frutos de calidad exportable destinada a Estados Unidos, solamente será posible donde la presión de la enfermedad sea baja (áreas de pocas precipitaciones).

### **Resumen**

La antracnosis es la principal enfermedad pre y postcosecha del mango, causando pérdidas directas de rendimiento en el campo, en las plantas de empaque, así como en la calidad del fruto y su comercialización posterior. A continuación se presenta una revisión de la etiología y epidemiología de la enfermedad, con base en los diversos enfoques que se han utilizado para el manejo de la enfermedad.

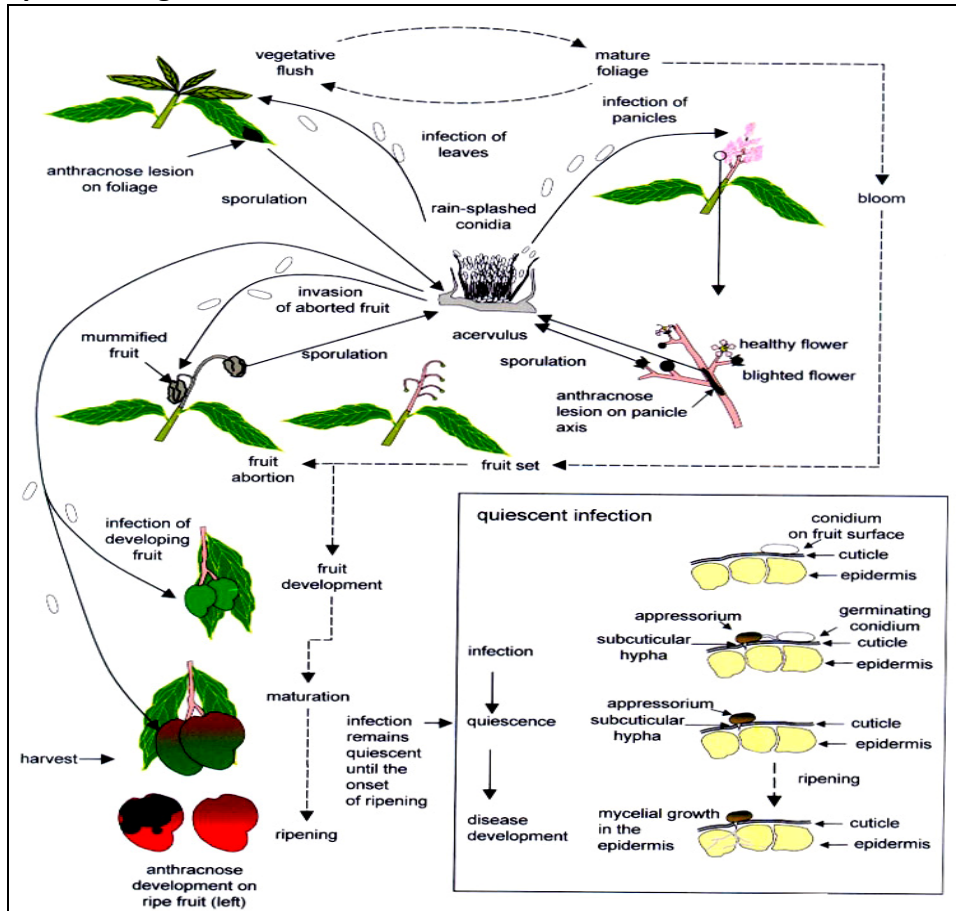
## Introducción

La antracnosis es la enfermedad más importante del mango en áreas de producción húmedas (Arauz, 2000; Dodd *et al.*, 1997; Lim y Khoo, 1985; Ploetz y Freeman, 2009; Ploetz y Prakash, 1997; Ploetz, 2003). Aunque se producen pérdidas en el campo, las pérdidas postcosecha son las más significativas, por lo que la antracnosis representa grandes desafíos para quienes están involucrados en el comercio internacional de este fruto.

## Etiología

La antracnosis es causada por dos especies de hongos relacionados. *Colletotrichum gloeosporioides* (teleomorfo: *Glomerella cingulata*), responsable en la mayoría de los casos (Dodd *et al.*, 1997), y *C. acutatum* (teleomorfo: *G. acutata*) que juega un menor rol en algunas localidades (Fitzell, 1979; Ploetz y Prakash, 1997; Tarnowski y Ploetz, 2008). Otro taxón, *C. gloeosporioides* var. *minor*, ya no es reconocido. La información ofrecida a continuación se refiere solo a *C. gloeosporioides*.

## Epidemiología



**Fig. 1** Ciclo de la Antracnosis (Arauz, 2000).

Las condiciones húmedas y la alta humedad relativa constituyen factores primarios en la dispersión y desarrollo de la antracnosis (Fig. 1.). Los conidios producidos en ramas terminales, inflorescencias momificadas, brácteas florales y hojas (más importante) son

fuentes significativas de inóculo (Dodd *et al.*, 1991; Fitzell y Peak, 1984) y se producen más abundantemente donde existe superficies mojadas, aunque también a humedades relativas de al menos 95%. Los conidios se dispersan a través de salpicaduras de agua de lluvia y la infección requiere de condiciones húmedas (Jeffries *et al.*, 1990). Los apresorios se melanizan, fortaleciéndose y facilitando su penetración en la cutícula a través de sus ganchos de infección. La presencia y prevalencia de apresorios melanizados han sido utilizadas para predecir la infección por antracnosis y cuando se necesitan medidas para su control (Dodd *et al.*, 1991; Fitzell y Peak, 1984).

Frutos pequeños pueden desarrollar diminutas manchas oscuras y abortar si la infección ocurre en la etapa inicial de su desarrollo. Una vez que se forma el apresorio y el fruto excede los 4-5 cm de diámetro, cesa el desarrollo de la infección. Infecciones quiescentes renuevan su desarrollo una vez que los inhibidores fúngicos en el fruto disminuyen durante el proceso de maduración. En frutos grandes (especialmente maduros), las lesiones pueden formarse en cualquier parte, aunque son comunes manchas que irradian desde el final del tallo hacia el ápice del fruto (Fig. 2). Las lesiones en el fruto son superficiales y se extienden a la masa solo después que una gran porción del fruto ha sido afectada. Sin embargo, incluso el desarrollo superficial de la enfermedad produce daños estéticos serios y el rechazo del fruto a lo largo de la cadena de comercialización.

### Manejo de la enfermedad

La antracnosis es una de varias enfermedades del fruto que afectan la calidad pre y postcosecha (Ploetz, 2003). Stem-end rots (causada por varios hongos, en particular por *Lasiodiplodia theobromae*) puede ser seria cuando la antracnosis es prevalente pero bien controlada (Fig. 3). *Alternaria* black spot (*Alternaria alternata*) es importante en regiones secas donde la antracnosis no es significativa (Fig. 4). El manejo de estas y otras enfermedades menos comunes, es necesario para producir frutos de alta calidad.

La antracnosis afecta hojas, flores y frutos y el inóculo está presente durante todo el año.



**Fig. 2. Antracnosis en 'Edward'**

El manejo de la antracnosis requiere de conciencia de la presencia constante de esta amenaza y de las condiciones meteorológicas que promueven la infección y desarrollo de la enfermedad. El óptimo control de la misma, se basa en un enfoque integrado que combina las medidas más eficaces en función del cultivar, la localidad de producción y el mercado final. A continuación se resume la eficacia, así como los pros y los contras de los diferentes enfoques utilizados para el manejo de esta enfermedad de los frutos, con énfasis en los mangos que se cultivan o son destinados al mercado de los Estados Unidos.

### **Control precosecha (campo)**

El manejo precosecha de la antracnosis se basa en: i) saneamiento de las plantaciones (eliminando fuentes de inóculo); ii) alteración de la época de floración para asegurar que el desarrollo de los frutos se produzca durante períodos secos (esto también aplica a la producción fuera de temporada para oportunidades lucrativas en el mercado), y iii) la integración de estas y otras medidas químicas y biológicas (Johnson y Hofman, 2009). A pesar de su potencial impacto beneficioso, las medidas de saneamiento no son frecuentemente aplicadas debido a su grado de dificultad y costo (Akem, 2006; Prusky et al., 2009). y porque la manipulación de las flores no siempre es posible (Johnson



**Fig. 3. Stem-end rot, causado por *Lasiodiplodia theobromae*.**



**Fig. 4. Alternaria black spot, causado por *Alternaria alternata*.**

y Hofman, 2009). La inducción floral usualmente se logra mediante la aplicación de  $\text{KNO}_3$  (el retardador de crecimiento paclobutrazole también se utiliza para este fin, pero no está registrado en EE.UU). Estos tratamientos no son efectivos en los subtrópicos o en todos los cultivares (por ejemplo en 'Kensington'). En otros cultivares (por ejemplo

en 'Kent'), aplicaciones de  $\text{KNO}_3$  incrementa la floración pero no altera el tiempo en que esta se produce. Por lo tanto, el manejo precosecha de la antracnosis a menudo se basa solamente en productos químicos y en menor medida en productos biológicos.

En la mayoría de los cultivares susceptibles y de los ambientes propicios a la enfermedad, el control precosecha de la antracnosis se centra en la protección de las flores y de los frutos en su etapa temprana de desarrollo. En ambientes húmedos, esto implica una o dos aplicaciones de fungicidas durante la floración y fructificación temprana, la aplicación posterior de fungicidas puede ser necesaria antes de la cosecha (ver abajo). En ambientes húmedos, las aplicaciones son necesarias durante toda la temporada. Por ejemplo, aplicaciones mensuales o más frecuentes se han utilizado en la Florida, donde el inicio de la temporada de lluvias coincide con la maduración y cosecha de la mayoría de los cultivares. En caso de que prevalezcan las condiciones secas y áridas, como las zonas de producción a lo largo de la costa del Pacífico de América Tropical, los tratamientos de fungicida precosecha, pueden no ser necesarios antes de la recolección (Arauz, 2000).

**Pronóstico de la enfermedad.** Para determinar el calendario de aplicación de fungicidas y con el fin de reducir su uso, se han desarrollado dos modelos de pronóstico de la antracnosis (Dodd et al., 1991; Pico et al., 1988). Akem (2006) notó diferencias entre el tiempo previsto para la infección en los modelos de Australia y Filipinas, indicando la necesidad de precaución cuando se adopta un modelo para aplicarlo en un área diferente a aquella en que fue desarrollado. El pronóstico podría ser más útil en situaciones de sequía estacional, donde en la práctica podría asumirse que la infección ocurre dondequiera que se produzcan precipitaciones significativas (Arauz, 2000). Una vez que las lluvias comienzan en una región húmeda, se necesita de la aplicación programada de acuerdo a un cronograma.

**Fungicidas.** El uso de fungicidas está limitado por el número de productos disponibles, las regulaciones sobre pesticidas existentes en los países de producción y destino, así como por la eficacia del producto. De modo general, los fungicidas de cobre son los mayormente aceptados. Existen pocas diferencias entre las distintas formulaciones de cobre. La retención en superficies aplicadas fue mayor con  $\text{CuO}$ , comparado con  $\text{CuCl}_2$  y  $3 \text{ Cu} (\text{OH})_2 \cdot \text{CuCl}_2$  (oxicloruro de cobre) (Johnson and Hofman, 2009).



Los fungicidas basados en cobre no son usualmente muy efectivos a menos que sean aplicados con otros fungicidas. Por ejemplo, aplicaciones mensuales de oxicloruro de cobre combinadas con mancozeb fueron efectivas para la mayoría de las enfermedades postcosecha en Sudáfrica (Lonsdale, 1993). La mayoría de los fungicidas ditiocarbonatos como el mancozeb no están registrados en EEUU, a pesar de que se ha

**Fig. 5. Síntomas de fitotoxicidad por clorotalonil**

Tabla 1. Productos registrados para el manejo de la antracnosis (*) y con tolerancia de residuos (**) en EE.UU.		
Nombre comercial	Nombre químico del ingrediente activo	Residuo postcosecha (ppm) <sup>a</sup>
*,**Abound	azoxystrobin	2.0
Benomyl (cancelado)	methyl 1-(butylcarbamoil)-2-benzimidazolecarbamate	3.0
**Captan (producto no registrado)	cis -N-Trichloromthylthio-4-cyclohexene-1,2-dicarboximide	50.0
*,**Chlorothalonil	tetrachloroisophthalonitrile	1.0
*Serenade Max	<i>Bacillus subtilis</i>	n/a
*Kocide, otros	cobre	n/a
*,**Ferbam	ferric dimethyldithiocarbamate	7.0
**Thiabendazole	2-(-4'-Thiazolyl)benzimidazole	10.0

establecido tolerancia de residuos para uno de esos productos, ferbam (Tabla 1). Otro fungicida de contacto, clorotalonil, es efectivo pero fitotóxico en frutos de tamaño mayor a una pelota de golf (Fig. 5). Su uso debe limitarse a los inicios de la floración y fructificación.

Los fungicidas sistémicos que podrían proporcionar un control superior comparados con los fungicidas de contacto antes mencionados, son también limitados. Los benzimidazoles, principalmente benomil y carbendazim brindaron un excelente control de la antracnosis antes de que se desarrollara resistencia a estos fungicidas en el campo (Akem, 2006). Dos imidazoles, prochloraz e imazilil, son utilizados en algunos países para el control pre y postcosecha respectivamente (estos productos no están registrados en EE.UU.). En menor medida, prochloraz ha sido probado como tratamiento postcosecha.

A pesar de que los imidazoles son moderadamente efectivos contra la antracnosis, estos han sido inefectivos contra stem-end rot, el cual es manejado con TBZ. Por último, las estrobilurinas son efectivas contra la antracnosis y otras varias enfermedades postcosecha del mango. Sin embargo, estos son susceptibles al desarrollo de resistencia por lo que deben utilizarse con moderación. Directrices generales desarrolladas para las estrobilurinas por el Comité de Acción de Resistencia a Fungicidas (FRAC por sus siglas en inglés), indican que deben realizarse no más de tres aplicaciones por temporada, preferiblemente alternadas o combinadas con fungicidas con modo de acción diferente (Brent y Hollomon, 2007). Para antracnosis en mango, Johnson y Hofman (2009) sugieren que se deben realizar una o dos aplicaciones durante la floración y fructificación temprana, con dos aplicaciones adicionales a los 21 y 7 días antes de la cosecha.

**Resistencia inducida.** Investigaciones recientes han estudiado el aumento de la respuesta de defensa natural de las plantas a las enfermedades (Terry y Joyce, 2004; Dann et al., 2007; Karunanayake, 2007). La antracnosis en frutos de mango se ha reducido en ácido salicílico, un análogo de benzotiadiazole (BTH) (=acibenzolar-S-methyl = Bion<sup>®</sup>), y radiación ultravioleta. Los resultados han sido variables e incluyen.

<b>TABLA 2. Susceptibilidad de frutos de diferentes cultivares de mango a la antracnosis</b>			
<b>Altamente susceptibles</b>	<b>Susceptibles</b>	<b>Moderadamente resistentes</b>	<b>Resistentes</b>
Irwin	Brooks	Carrie	Zebda
Kent	Bullock's Heart	Earlygold	
	Fascell	Edward	
	Haden	Florigon	
	Lippens	Glenn	
	Palmer	Julie	
	Sensation	Keitt	
	Zill	Tommy Atkins	
		Van Dyke	

fototoxicidad (Zainuri *et al.*, 2001; Zeng y Waibo, 2005; Zainuri, 2006; Zeng *et al.*, 2006; Karunanayake, 2007).

**Resistencia.** La Tabla 2 resume información sobre cultivares importantes en la Florida y otros lugares. Aunque varios presentan moderada resistencia a la antracnosis, el cultivar no comercial Zebda es suficientemente resistente para ser producido en áreas húmedas sin la aplicación de fungicidas (Dodd *et al.*, 1997). Este cultivar egipcio es estéticamente inaceptable por su color verde al madurar. Entender por qué este cultivar es resistente a la antracnosis, puede eventualmente proporcionar información valiosa para el manejo de esta enfermedad.

Cultivares susceptible (como Kent y Haden) son importantes en el comercio internacional, pero son producidos para esos mercados en áreas áridas solamente. Precipitaciones sorprendidas en esas áreas (como las ocurridas en el noroeste de Perú en 2008) pueden causar serios problemas en cultivares susceptible y relativamente resistentes como es el caso de Tommy Atkins.

#### **Control postcosecha**

Las enfermedades son causas primarias de pérdidas postcosecha. A pesar de que la antracnosis es la más importante (Fig. 2), stem-end rots (causado por diferentes especies de hongos) (Fig. 3), alternaria black spot (Fig. 4) y otras enfermedades postcosecha pueden ser también significativas. La importancia relativa de cada enfermedad depende del área de producción, cultivar y tácticas de manejo de enfermedades pre y postcosecha empleadas. A continuación se discuten diferentes enfoques que se han utilizado para afectar directamente el desarrollo de enfermedades durante la manipulación postcosecha de estos frutos.

**Fungicidas.** Los bencimidazoles siguen siendo efectivos como tratamientos postcosecha, aunque el registro de benomil ha sido cancelado. Tiabendazol (TBZ) es casi tan efectivo como benomil (la formulación del benomil permite una mayor penetración del hospedero, un mayor espectro de actividad y una gran eficacia) y tiene tolerancia de residuos postcosecha en Estados Unidos (Tabla 1).



Como se mencionó anteriormente, procloraz e imazilil se han utilizado como tratamientos postcosecha en otros países, pero no están registrados para el mercado de los EE.UU. Aunque una estrobirulina no especificada fue probada en combinación con un agente de biocontrol para el control postcosecha de la antracnosis en Sudáfrica, esta no fue probada por si sola (Govender y Korten, 2006).

**Medidas sin fungicidas.** Debido a que existe una estrecha relación entre la maduración y el desarrollo de la enfermedad postcosecha, esta se puede manejar indirectamente retrasando el comienzo y reduciendo la tasa de maduración (Prusky and Keen, 1993). Como fruto climatérico, el mango sufre profundas modificaciones bioquímicas al madurar. La maduración es un proceso de senescencia del fruto, asociado y reforzado con el incremento de la producción de etileno (Brecht y Yahia, 2009; Snowdon, 1990). Los frutos pueden ser almacenados mientras se pueda prevenir el inicio de la producción de etileno. Los niveles de etileno en frutos de mango se incrementa naturalmente desde  $<0.1 \mu\text{l kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  hasta 1 to 3  $\mu\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  durante el proceso de maduración y se puede iniciar la maduración de frutos con concentraciones muy bajas de etileno exógeno ( $\geq 0.005 \mu\text{l l}^{-1}$ ).

En la práctica, el aumento del climaterio de producción de etileno se retrasa con la refrigeración. Sin embargo, el mango es sensible a daños por el frío y la mayoría de cultivares debe almacenarse a  $>10\text{-}13^\circ\text{C}$ . Fuentes externas de etileno también deben ser eliminadas del entorno de almacenamiento (por ejemplo: la maduración de frutos, humo, gases de escape de motor, etc.) La maduración también puede ser inhibida mediante sistema de almacenamiento con atmósfera modificada (MA por sus siglas en ingles) (por lo general, reducciones en los niveles de  $\text{O}_2$  y aumento de  $\text{CO}_2$ ) (Brecht y Yahia, 2009). Algunos trabajos se han llevado a cabo sobre el impacto de MA en la enfermedad postcosecha. Por ejemplo, al exponer frutos a una atmósfera conteniendo 30% de  $\text{CO}_2$  durante 24 horas, Prusky y colegas reportaron un incremento en las concentraciones de compuestos antifúngicos en los frutos y, por consiguiente, menos enfermedades cuando estos frutos maduraron (Prusky, 1988 ; Kobiler et al., 1998). Sin embargo, MA por lo general no se utiliza para el control de la antracnosis ya que el sabor del fruto de mango se ve afectado en atmósferas con  $<1\%$  de  $\text{O}_2$  o  $>15\%$  de  $\text{CO}_2$  y se necesitan concentraciones mucho más extremas de  $\text{O}_2$  y  $\text{CO}_2$  para impactar patógenos de plantas (Burg, 2004).

El almacenamiento hipobárico es superior a MA al extender la vida postcosecha no madura del fruto de mango, además se ha demostrado que este método suprime el desarrollo de antracnosis postcosecha en papaya (Burg, 2004). Su uso para el envío de mangos a largas distancias se ha visto limitado por criterios técnicos que no han sido resueltos con éxito en intentos anteriores de comercializar el proceso.

**Calor.** El agua caliente, calor o vapor de aire caliente forzado son los tratamientos postcosecha para las moscas de la fruta, que son plagas cuarentenarias en el fruto de mango en gran parte del mundo (Jacobi et al., 2001). La mosca mediterránea de la fruta, *Ceratitidis capitata* y la mosca de la fruta mexicana y especies afines, *Anastrepha* spp., deben ser controladas en los mangos producidos en la América tropical que se vende a



los EE.UU. (McGuire, 1991). El tratamiento térmico por agua caliente, es el más común por ser económico, fiable y puede ser utilizado con otros productos (Jacobi et al., 2001).

Los tiempos y temperaturas necesarios para alcanzar los niveles letales prescritos, dependen del tamaño y la forma del fruto que se trata. Lo mismo ocurre en cuanto a la sensibilidad al frío, existe variación entre los diferentes cultivares respecto a la tolerancia al calor. Jacobi et al. (2001) examinó las necesidades y tolerancia al calor de los diferentes cultivares, así como los síntomas asociados al daño por calor. Un beneficio adicional del tratamiento térmico para satisfacer la cuarentena de insectos, es la reducción de la antracnosis y otras descomposiciones postcosecha (McGuire, 1991).

**Control Biológico.** Relativamente pocas investigaciones se han realizado sobre control biológico de la antracnosis. El grupo de Lise Korsten ha dedicado el mayor tiempo en esta área, enfocándose en el uso de una bacteria gran positiva, *Bacillus licheniformis*, que es resistente a la desecación y seguro como alimento. De forma general, menores reducciones en la enfermedad ocurren a 10°C y 25°C, ya sea solo o en combinación con fungicidas (Govender and Korsten, 2006). Aunque menos conocidos, reducciones significativas han ocurrido también con bacterias gran negativas y otras modificaciones (Vivekananthana et al., 2004). Hasta la fecha, ninguna medida de biocontrol ha sido tan efectiva como los fungicidas más efectivos.

#### **Resumen.**

- Precipitaciones y una alta humedad son requeridas para la infestación y el desarrollo de la enfermedad. Así que, la floración debe ser iniciada a tal punto que el desarrollo del fruto ocurra durante la porción mas seca del tamaño
- Lugares donde las lluvias son abundantes y la alteración de la floración no es posible (subtrópico y con algunos cultivares en los trópicos) la exportación de mango es casi imposible
- Infecciones latentes que se acumulan durante el desarrollo del fruto son responsables por la antracnosis después de la cosecha. Tratamientos poscosecha deben enfocarse en el control de estas infecciones las cuales son las fuentes mas significativas de pudrición después de la cosecha
- Diversos tratamientos para el control de la enfermedad antes y después de la cosecha esta disponibles, pero ninguno de los tratamientos disponibles en el mercado de los Estados Unidos son altamente efectivos bajo una alta incidencia de la enfermedad
- Sin tratamientos altamente efectivos, la producción de fruta destinada para los Estados Unidos será solo posible en áreas de baja precipitación

#### **Recomendaciones.**

Están los problemas más importantes bien identificados y definidos?

Aunque los sistemas de producción pueden ser generalmente similares, diferencias significativas pueden estar presentes en los diferentes países productores. Cada área

necesita ser evaluada correctamente. En México, los cultivares son a menudo poliembrionicos los cuales son bastante diferentes de los cultivares de Florida (monoembrionicos) Ej. Ataulfo y la antracnosis podría no ser el problema principal en esos cultivares en México. En Brasil, la malformación es un serio problema.

Bajo condiciones normales la antracnosis no es un problema importante en las regiones semi áridas. La pudrición del pedúnculo se convierte en un problema importante cuando la antracnosis es bien manejada o esta no es importante

La identificación y la importancia relativa de los diferentes problemas fitosanitarios necesitan ser evaluada. Sin esta información no es posible desarrollar un enfoque efectivo y racional para el manejo y control de estos problemas.

### Referencias

- Akem, C.N. 2006. Mango anthracnose disease: Present status and future research priorities. *Plant Pathology Journal* 5:266-273.
- Arauz, L.F. 2000. Mango anthracnose: Economic impact and current options for integrated management. *Plant Disease* 84:600-611.
- Brecht, J.K., and Yahia, E.M. 2009. Postharvest physiology. In: Litz, R.E. (ed.) *The Mango: Botany, Production and Uses*. 2<sup>nd</sup> edition. CABI. (In press).
- Brent, K.J., and Hollomon, D.W. 2007. *Fungicide Resistance: The Assessment of Risk*. Fungicide Resistance Action Committee. Croplife International. Brussels, Belgium.
- Burg, S.P. 2004. *Postharvest Physiology and Hypobaric Storage of Fresh Produce*. CAB International. Wallingford, Oxon UK.
- Davenport, T.L., Burg, S.P., and White, T.L. 2006. Optimal low-pressure conditions for long-term storage of fresh commodities kill Caribbean fruit fly larvae and eggs. *HortTechnology* 16:98-104.
- Dodd, J.C., Estrada, A.B., Matcham, J., Jeffries, P. and Jeger, M.J. 1991. The effect of climatic factors on *Colletotrichum gloeosporioides*, causal agent of mango anthracnose, in the Philippines. *Plant Pathology* 40:568-575.
- Dodd, J.C., Prusky, D., and Jeffries, P. 1997. Fruit diseases. In: Litz, R.E. (ed.) *The Mango: Botany, Production and Uses*. CABI., pp. 257-280.
- Fitzell, R.D. 1979. *Colletotrichum acutatum* as a cause of anthracnose of mango in New South Wales. *Plant Disease Reporter* 63:1067-1070.
- Fitzell, R.D. and Peak, C.M. 1984. The epidemiology of anthracnose disease of mango: inoculum sources, spore production and dispersal. *Annals of Applied Biology* 104:53-59.
- Govender, V., and Korsten, L. 2006. Evaluation of different formulations of *Bacillus licheniformis* in mango pack house trials. *Biological Control* 37:237-242.
- Jacobi, K.K., MacRae, E.A., and Hetherington, S.E. 2001. Postharvest heat disinfestations treatments of mango fruit. *Scientia Horticulturae* 89:171-193.
- Jeffries, P., Dodd, J.C., Jeger, M.J. and Plumbley, R.A. 1990. The biology and control of *Colletotrichum* species on tropical fruit crops. *Plant Pathology* 39:343-366.

- Johnson, G.I., Sharp, J.L., Milne, D.L., and Oosthuyse, S.A. 1997. Postharvest technology and quarantine treatments. In: Litz, R.E. (ed.) *The Mango: Botany, Production and Uses*. CABI., pp. 447-508.
- Johnson, G.I., and Hofman, P.J. 2009. Postharvest technology and quarantine treatments. In: Litz, R.E. (ed.) *The Mango: Botany, Production and Uses*. 2<sup>nd</sup> edition. CABI. (In press).
- Lim, T.K. and Khoo, K.C. 1985. *Diseases and Disorders of Mango in Malaysia*. Tropical Press, Kuala Lumpur.
- Ploetz, R.C. 2003. Diseases of Mango. pp. 327-363. In: R.C. Ploetz (ed.) *Diseases of Tropical Fruit Crops*. CABI Publishing. Wallingford, UK. 544 pp.
- Ploetz, R.C., Benschler, D., Vazquez, A., Colls, A., Nagel, J. and Schaffer, B. 1996. A re-evaluation of mango decline in Florida. *Plant Disease* 80:664-668.
- Ploetz, R.C. and Freeman, S. 2009. Foliar, floral and soilborne diseases. In: Litz, R.E. (ed.) *The Mango: Botany, Production and Uses*. 2<sup>nd</sup> edition. CABI. (In press).
- Ploetz, R.C. and Prakash, O. 1997. Foliar, floral and soilborne diseases. In: Litz, R.E. (ed.) *The Mango: Botany, Production and Uses*. CABI. pp. 281-326.
- Prusky, D., and Keen, N. T. 1993. Involvement of preformed antifungal compounds in the resistance of subtropical fruits to fungal decay. *Plant Disease* 77:114-119.
- Prusky, D., Kobilier, I., Miyara, I., and Alkan, N. 2009. Fruit diseases. In: Litz, R.E. (ed.) *The Mango: Botany, Production and Uses*. 2<sup>nd</sup> edition. CABI. (In press).
- Tara L.B. Tarnowski and Randy Ploetz. 2008. Assessing the role of *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. acutatum* in mango anthracnose in south Florida. *Phytopathology* S.
- Vivekananthana, R., Ravia, M., Saravanakumara, D., Kumar, N., Prakasama, V., and Samiyappana, R. 2004. Microbially induced defense related proteins against postharvest anthracnose infection in mango. *Crop Protection* 23:1061-1067.