

Vicent, A.

ENFERMEDADES FÚNGICAS DE LOS CÍTRICOS EN FLORIDA (I)

Instituto Agroforestal Mediterráneo,
Universidad Politécnica de Valencia,
Camino de Vera s/n, 46022 Valencia.
E-mail: anvici@eaf.upv.es

En una serie de dos artículos se pretende revisar los aspectos más importantes de las enfermedades fúngicas que afectan a los cítricos en el estado norteamericano de Florida. En este primer artículo se presenta una breve sinopsis de la citricultura de Florida y se tratan algunos aspectos sobre la sintomatología, epidemiología y control de la caída prematura de frutos, melanosis y mancha marrón. En un artículo posterior se abordará el estudio de la mancha grisienta, la sarna o roña de los cítricos y *Phytophthora*. Finalmente se comentarán las diferencias existentes entre las estructuras de investigación cítrica de Florida y España.

La citricultura en Florida

Actualmente EE.UU. posee alrededor de 380.000 ha de cítricos, con una producción superior a los 10 millones de toneladas

anuales. Florida es el principal estado productor, con cerca del 68% de la superficie nacional. Es seguido de lejos por California y otros estados como Texas y Arizona. Florida perdió más del 50% de su producción durante las heladas de los años 80, lo que motivó un desplazamiento de sus áreas de cultivo desde la zona central hacia los condados del sur. No fue hasta mediados de los años 90 cuando recuperó su nivel productivo, alcanzando un máximo de 330.000 ha cultivadas en la campaña 1996-97. A partir de ahí, la superficie cítrica ha ido descendiendo progresivamente hasta las 260.000 ha censadas en 2004-05. Las causas de este descenso hay que buscarlas en el aumento de la presión urbanística, así como en el arranque de parcelas que se viene realizando dentro del programa de erradicación de la cancrrosis de los cítricos (*Xanthomonas campestris* pv. *citri* (Hasse) Dye). Además de esto, los huracanes que azotaron la península de Florida en 2004 provocaron un descenso de la producción de más de cuatro millones de toneladas.

La citricultura de Florida está basada principalmente en el culti-

vo de naranjas y pomelos, que representan un 84,5% y un 11% respectivamente de la superficie cítrica del estado. Las variedades de naranja más importantes son Hamlin y Valencia, aunque también existe una producción destacable de otros cultivares como Pineapple y Navel. En el caso de los pomelos se cultivan tanto variedades blancas como rojas. El resto de la producción (alrededor del 4,5%) lo componen diferentes cultivares de tangelo (Nova, Orlando, Minneola, ...) y mandarina (Robinson, Fallglo, Sunburst, Dancy, Honey, ...). Cerca del 90% de la producción de cítricos de Florida se destina a la industria de zumos (95% de las naranjas y el 60% de los pomelos). Sin embargo, una parte importante de los pomelos y las naranjas Navel, así como la mayoría de los tangelos y mandarinas, se destinan al mercado en fresco.

La competencia de países como Brasil, la cada vez más costosa mano de obra para la recolección y la expansión de las áreas residenciales hacen que no sean previsibles incrementos a medio plazo en la producción para industria. Ante esta situa-

ción, se ha detectado un cierto interés por la producción para consumo en fresco, debido a los mayores precios que alcanza la fruta en estos mercados. Sin embargo, la producción de fruta fresca en Florida se enfrenta a no pocos problemas. El clima cálido y lluvioso, típico de esta zona del sureste de EE.UU., impide que los frutos alcancen una calidad equiparable a los producidos en zonas de clima mediterráneo. Por otra parte, estas mismas condiciones climatológicas son las responsables de la severidad con la que se presentan los ataques de algunos parásitos. Algunas enfermedades, como la roña de los cítricos y la melanosis, afectan principalmente al aspecto externo de los frutos y se consideran como poco importantes cuando la producción se destina a la industria. Sin embargo, estos mismos problemas son bastante costosos de controlar en la producción de fruta para consumo en fresco.

Caída prematura de frutos (*Colletotrichum acutatum*)

La caída prematura de frutos o "postbloom fruit drop" causada por *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds fue detectada por primera vez en Florida en 1983. Este hongo infecta los pétalos florales formando sobre ellos lesiones de color naranja a marrón (Fig. 1a). El fruto recién cuajado suele desprenderse a causa de la infección, quedando únicamente el cáliz y los sépalos adheridos al pedúnculo (Fig. 1b). Ésta es la principal diferencia respecto a la habitual caída fisiológica de los frutos, en la que el cáliz se desprende junto

con el fruto. Las mermas productivas debidas a la caída de frutos pueden ser muy importantes, y afectan tanto a la producción de fruta para industria como a la destinada a consumo en fresco. En Florida, las naranjas Navel y Valencia, así como algunos tangelos, son los cultivares más susceptibles a la enfermedad.

C. acutatum sobrevive mediante unas estructuras vegetativas denominadas apresorios que forma sobre hojas, cálices y brotes. Al inicio de la floración, estas estructuras germinan y producen esporas asexuales (conidios), con las que el hongo causa las infecciones primarias sobre las flores. *C. acutatum* forma sobre estas lesiones primarias unos cuerpos fructíferos (acérvulos), dentro de los cuales produce nuevamente esporas asexuales. Éstas son diseminadas a otras flores por salpicaduras de lluvia, dando origen a las infecciones secundarias.

La adopción de determinadas prácticas culturales enfocadas a disminuir la humedad en la parcela permite reducir la incidencia de la enfermedad. Se recomienda evitar el riego por aspersión, así como mejorar la aireación mediante la elección de marcos de plantación amplios y la poda periódica de las faldas de los árboles. Por otra parte, se recomienda el arranque de los árboles moribundos, ya que éstos suelen tener floraciones fuera de época que suponen un aumento del inóculo potencial en la parcela. Sin embargo, aun siguiendo todas estas recomendaciones, en la mayoría de los casos son necesarias varias aplicaciones fungicidas

durante la floración para conseguir un control económico de la enfermedad. Benomilo ha sido el fungicida empleado tradicionalmente para controlar la caída prematura de frutos pero, tras su retirada del mercado, ha sido reemplazado por metil-tiofanato. Se utilizan también algunos fungicidas QoI, como piraclostrobin, azoxistrobin y trifloxistrobin, aunque su eficacia parece ser algo menor. Todos ellos se aplican en muchos casos mezclados con ferbam, a fin de reducir el riesgo de aparición de resistencias. En total suelen realizarse de una a tres aplicaciones según las condiciones meteorológicas de cada año.

La Universidad de Florida dispone de un sistema de estación de avisos que permite ajustar las aplicaciones a los momentos de mayor riesgo de infección. Este sistema está basado en los modelos epidemiológicos PDF y PDF-FAD. El modelo PDF predice el riesgo de infección en función del número de flores afectadas presentes en 20 árboles, la lluvia y las horas de agua libre. El modelo PDF-FAD incluye otros parámetros como son el historial de la enfermedad en la parcela, el grado de susceptibilidad de la variedad y el tiempo transcurrido desde la última aplicación. Todo este sistema está a disposición de los productores vía internet.

Melanosis (*Diaporthe citri*)

La melanosis o "melanose" está causada por el hongo *Diaporthe citri* F.A. Wolf (forma asexual: *Phomopsis citri* H. Fawc. non (Sacc.) Traverso & Spessa.) y

fue descrita por primera vez en Florida en 1896. El síntoma típico de esta enfermedad es la aparición de pustulaciones suberosas sobre frutos y hojas (Figs. 1c a 1g). En el caso de los frutos, estos daños quedan limitados a la corteza y no afectan a la pulpa. Es por ello que la melanosis sólo se considera un problema importante cuando la producción se destina al consumo en fresco. Al parecer, todas las especies de cítricos son susceptibles a *D. citri*, pero los pomelos y limones parecen ser especialmente sensibles.

D. citri coloniza saprofiticamente a los brotes y ramas secas presentes en el árbol, formando sobre ellos unos cuerpos fructíferos denominados picnidios. Bajo condiciones adecuadas, estos picnidios exudan una masa mucosa de esporas que se diseminan a los frutos y hojas colindantes por salpicaduras y goteos de lluvia. Cuando las gotas de lluvia arrastran una gran cantidad de esporas, es frecuente la aparición sobre los frutos de agregaciones longitudinales de lesiones en forma de "lágrimas" (Fig. 1f). Para que se de la infección, son necesarias temperaturas de entre 20 y 30°C junto con la presencia de agua libre (~12-18 h). Cuanto menor es la temperatura, mayor es el número de horas de agua libre necesario para completar la infección.

Los primeros síntomas a modo de clorosis suelen aparecer aproximadamente una semana después de iniciarse la infección (Fig. 1c). Rápidamente, estas áreas cloróticas se transforman en pustulaciones suberosas (Fig. 1d). Las hojas sólo son susceptibles mien-

tras son tiernas y los frutos se vuelven resistentes a los 3-4 meses después del cuajado. *D. citri* presenta también una reproducción sexual en forma de ascosporas, que se forman dentro de ascocarpos (peritecios) sobre la madera muerta presente en el suelo de la parcela. Aunque las ascosporas pueden ser responsables en algunos casos de las infecciones sobre frutos y hojas, están consideradas principalmente como vehículo de diseminación a larga distancia de la enfermedad a través del viento.

El nivel de inóculo en la parcela está directamente relacionado con la cantidad de brotes secos y madera muerta presente en los árboles. En Florida, la poda se realiza de forma mecánica, y es frecuente la presencia de abundantes ramillas secas o senescentes. Se recomienda intensificar la poda sobre la parte superior de los árboles, ya que es ahí donde se concentra la mayor cantidad de tejido muerto. También se recomienda intervenir con podas más fuertes después de las heladas, con el fin de eliminar la mayor cantidad de ramas secas posible.

Aunque con estas prácticas se puede reducir la cantidad de inóculo en la parcela, no son suficientes por sí solas para controlar la enfermedad. En Florida, cuando la fruta se destina al mercado en fresco, se hace necesario intervenir con aplicaciones fungicidas. Los tratamientos se dirigen principalmente a la protección de los frutos, ya que los daños sobre hojas no parecen afectar de forma importante al árbol. La estrategia habitual para el control

de la melanosis en Florida es la aplicación preventiva de fungicidas cúpricos. Para el control de la enfermedad en pomelos, se ha pasado de realizar dos aplicaciones a alta dosis (9 kg Cu/ha) a aplicar tres o cuatro tratamientos pero a una dosis menor (1,5 - 2,25 kg Cu/ha). De esta forma se ha conseguido reducir la acumulación de cobre en el suelo y evitar algunos problemas de fitotoxicidad. La persistencia de los tratamientos se ve afectada principalmente por el crecimiento del fruto y el lavado por lluvia. La Universidad de Florida ha desarrollado el modelo "Copper Spray Scheduling Recommendation System (CuSSRS)" que integra diferentes factores relacionados con la eficacia de los fungicidas cúpricos y que permite reducir el número de aplicaciones.

Mancha marrón (*Alternaria alternata*)

La mancha marrón o "brown spot" de los cítricos causada por el hongo *Alternaria alternata* (Fr.:Fr.) Keissl. se detectó por primera vez en Florida en 1974. Esta enfermedad se caracteriza por la aparición de necrosis sobre hojas y brotes jóvenes, que en muchos casos avanzan siguiendo las nervaduras foliares. Estas lesiones suelen provocar fuertes defoliaciones, que se traducen en un debilitamiento progresivo de los árboles afectados. La enfermedad también causa necrosis y excrecencias suberosas en la corteza de frutos (Fig. 1h). Estas lesiones provocan la caída de los frutos de pequeño tamaño y los árboles afectados pueden llegar a perder por completo la produc-

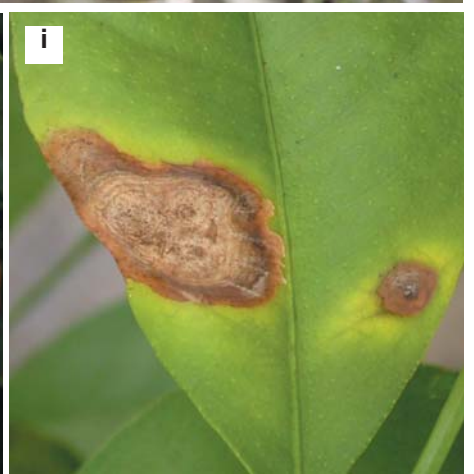
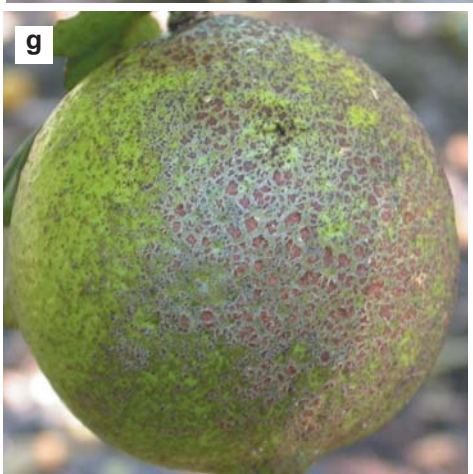


Figura 1: a) Pétalos afectados por *C. acutatum*; b) Cáliz adherido al pedúnculo tras la caída prematura del fruto por *C. acutatum*; c) Síntomas incipientes de melanosis en hoja de pomelo; d) Pústulas suberosas sobre hoja de pomelo causadas por un ataque de melanosis; e) Fruto de pomelo afectado de melanosis; f) Fruto de pomelo en el que pueden observarse las lesiones de melanosis en forma de “lágrimas”; g) Lesiones de melanosis sobre fruto de limón; h) Costras suberosas en fruto de mandarina causadas por *Alternaria alternata*; i) Lesiones de *Alternaria* sobre hojas de limón rugoso (Fotos: A. Vicent).

ción. La enfermedad afecta a todas las variedades derivadas de cruces con el mandarino Dancy, aunque existen diferencias importantes de susceptibilidad entre ellas. Mientras que Dancy y Minneola son muy sensibles a la enfermedad, Murcott, Orlando, Nova y Sunburst se ven menos afectadas. En Florida existe también otra cepa de *A. alternata* que afecta selectivamente al limón rugoso (*Citrus jambhiri* Lush) (Fig. 1i). Aunque, como esta especie de limonero se utiliza como patrón, la importancia de la enfermedad sobre ella es menor.

A. alternata se reproduce asexualmente mediante la formación de esporas multicelulares de color oscuro. Estas esporas se forman principalmente sobre las lesiones viejas de las hojas afectadas que quedan en el árbol. Aunque el hongo puede esporular también sobre los tallos de los brotes defoliados y sobre las lesiones de los frutos, la producción de esporas sobre estos dos sustratos es mucho menor. Bajo las condiciones de Florida, las hojas afectadas caídas al suelo se descomponen rápidamente y el hongo sólo puede reproducirse sobre ellas durante un período de tiempo muy corto.

Las esporas se liberan por acción de la lluvia o por cambios bruscos en la humedad relativa. Se diseminan por el viento y para infectar deben encontrar una película de agua líquida sobre la planta y temperaturas de aproximadamente 20-30°C. Las esporas de *A. alternata* emiten una toxina en el momento de su germinación que causa la muerte de los tejidos

de la planta. Debido a este particular sistema de infección, los síntomas de la enfermedad son visibles en menos de dos días. Las hojas sólo son susceptibles a la enfermedad mientras están en crecimiento y, a diferencia de lo que sucede en España con la mandarina Fortune, en Florida la corteza de los frutos se vuelve resistente a la infección a mediados del mes de julio. La rapidez infectiva característica de *A. alternata* y la elevada resistencia a la desecación de sus esporas hacen que provoque daños importantes tanto en zonas lluviosas (Florida) como en zonas semi-áridas (España).

Se ha demostrado que el uso de material propagativo sano es fundamental para evitar los daños por *Alternaria* durante los primeros años de la plantación. Al igual que en otras enfermedades fúngicas, se recomienda reducir la humedad en las parcelas eligiendo emplazamientos más aireados y marcos de plantación amplios, así como realizando podas más frecuentes. Con la elección de patrones menos vigorosos y un control estricto del abonado nitrogenado se puede reducir la aparición de brotaciones exuberantes, muy susceptibles a la enfermedad.

En cualquier caso, para la producción de fruta de calidad es indispensable la aplicación de fungicidas. En Florida se recomienda el uso de diferentes compuestos cúpricos, ferbam y fungicidas QoI, como piraclostrobin, azoxistrobin y trifloxistrobin. Todos ellos se aplican de forma preventiva. En general suelen realizarse una o dos aplicaciones para pro-

teger las hojas durante la brotación de primavera. Posteriormente se recomienda mantener el fruto protegido hasta que éste se vuelve resistente a la enfermedad en el mes de julio. En general, se tiende a evitar la aplicación de cobre durante las épocas de altas temperaturas para evitar problemas de fitotoxicidad. El número total de aplicaciones varía notablemente según la susceptibilidad de la variedad, las condiciones meteorológicas y el microclima de la parcela. Al igual que en el caso de la caída prematura de frutos, la Universidad de Florida dispone de un sistema de estación de avisos vía internet que informa a los productores de la necesidad de realizar aplicaciones fungicidas. Este sistema se basa en el modelo epidemiológico Alter-Rater, que integra datos de lluvia, agua libre y temperatura, así como del historial de la enfermedad en la parcela.

Agradecimientos

El autor quiere agradecer la inestimable ayuda prestada por el Dr. L.W. Timmer durante su estancia en el "Citrus Research and Education Center – UF/IFAS" de Lake Alfred (Florida).

Bibliografía

- Anónimo**, 2006: Florida agricultural statistics. Citrus summary 2004-05. Florida Department of Agriculture and Consumer Services Tallahassee, FL, USA. 49 pp.
- Anónimo** 2006: Florida citrus pest management guide. Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agricultural Sciences, University of Florida. <http://edis.ifas.ufl.edu>.
- Fawcett, H.S.**, 1936: Citrus diseases and their control. New York, USA: McGraw Hill Book Co. 656 pp.
- Timmer, L.W. and Duncan, L.W. (Ed.)** 1999: Citrus health management. APS Press. St Paul, MN, USA. 197 pp.
- Timmer, L.W.; Garnsey, S.M. and Graham, J.H. (Ed.)** 2000: Compendium of citrus diseases 2nd ed. APS Press. St Paul, MN, USA. 128 pp.