



LEVANTE

AGRÍCOLA

Desde 1962

Revista
Internacional
de Cítricos



Núm. 437

Especial Postcosecha 2017

Depósito Legal: V-144-1962 / ISSN 0457-6039

Determinación de las enfermedades de poscosecha del caqui "Rojo brillante"

El cultivo del caqui (*Diospyros kaki* Thunb.) se está convirtiendo en los últimos años en uno de los más importantes en la Comunitat Valenciana. El incremento espectacular de la superficie cultivada se debe principalmente al éxito comercial del cultivar autóctono 'Rojo Brillante' en los mercados de exportación. La prolongación de la vida poscosecha del fruto y el aumento de la producción conservada en frío han provocado un aumento de la incidencia de enfermedades de poscosecha. En este artículo se describen los trabajos realizados en el CTP del IVIA para la determinación de la incidencia y la etiología de las principales podredumbres fúngicas del caqui 'Rojo Brillante' en nuestras condiciones ambientales.

Abstract

In recent years, persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) is becoming one of the most economically important crops in the Comunitat Valenciana (Spain). The impressive increment of persimmon cultivated area is mainly due to the great acceptance in export markets of the autochthonous cultivar 'Rojo Brillante'. The prolongation of fruit postharvest life and the considerable increase of fruit production devoted to cold storage have led to an important increase of the incidence of postharvest diseases. In this article, experimental work conducted at the IVIA CTP to assess the incidence and etiology of the main fungal postharvest rots of 'Rojo Brillante' persimmons under local environmental conditions is described.

PALABRAS CLAVE: *Diospyros kaki*; podredumbres de poscosecha; incidencia; etiología; mancha negra; *Alternaria alternata*.

Lluís Palou, Verònica Taberner

Laboratori de Patologia. Centre de Tecnologia Postcollita (CTP). Institut Valencià d'Investigacions Agràries (IVIA).
palou_llu@gva.es

INTRODUCCIÓN

Actualmente, en la Comunitat Valenciana es donde se concentra la producción española de cultivos frutales mediterráneos minoritarios que, como el caqui, la granada o el níspero, están cobrando gran importancia económica y que se prevé que continúen en expansión. El cultivo de estas especies supone hoy en día una alternativa muy interesante al cultivo de cítricos puesto que, debido a una serie de factores ligados a la comercialización y a la competencia de países terceros, ofrecen un mayor margen económico para los productores.

Concretamente, el cultivo del caqui (*Diospyros kaki* Thunb.) ha aumentado considerablemente en los últimos años debido principalmente al incremento espectacular de la producción del cultivar autóctono 'Rojo Brillante' en la zona de la Ribera del Xúquer

(Valencia), que cuenta con una Denominación de Origen Protegida (DOP) propia. Las características y la calidad de este cultivar son muy apreciadas por los mercados europeos, por lo que en los últimos años se han unido una oferta limitada de un producto fresco excepcional a una demanda creciente. De las aproximadamente 7.000 tn de caqui producidas en la Comunitat Valenciana en 1997 se ha pasado a las 310.000 tn producidas en 2016, de las cuales se exporta, sobre todo a los países de la UE, más del 80%. Esta producción, obtenida en unas 15.500 ha, supone prácticamente el 97% del total de la producción española de caqui (ESYRCE, 2016). La principal clave del éxito comercial de esta variedad se encuentra, aparte de en factores agronómicos como su gran productividad y en la calidad intrínseca del fruto, en la adopción en poscosecha de técnicas de reducción de astringencia (atmósferas enriquecidas en

CO₂) que permiten obtener un fruto no astringente pero firme y crujiente. A su vez, ello posibilita la manipulación de la fruta cosechada, la prolongación sustancial de la vida poscosecha y la comercialización a mercados cada vez más lejanos.

Entre los principales factores limitantes de la conservación prolongada y de la vida útil poscosecha del caqui se encuentran las podredumbres ocasionadas por hongos. Hasta hace pocas campañas, la mayor parte de la producción de caqui 'Rojo Brillante' accedía rápidamente a los mercados de exportación y sólo una pequeña parte se conservaba en frío durante períodos relativamente largos. Con el aumento de la producción y el acceso a nuevos mercados de exportación más lejanos surgió la necesidad de alargar la campaña de comercialización, incrementándose así la duración del período de conservación frigorífica en poscosecha.

Esta práctica ha tenido como consecuencia un aumento de la incidencia de enfermedades de poscosecha y de las pérdidas económicas que producen, especialmente las debidas a la mancha negra del caqui causada por *Alternaria alternata* (Fr.:Fr.) Keissler ('*Alternaria black spot*', ABS), que es la principal enfermedad de poscosecha del caqui en España (Palou *et al.*, 2012). Puesto que la incidencia y la etiología de las enfermedades de poscosecha dependen de factores de precosecha (cultivar, clima, condiciones de crecimiento, etc.), cosecha y poscosecha (manejo, condiciones de almacenamiento, etc.), es importante determinarlas de forma específica para cada zona de cultivo y área productora. En este artículo se resumen los trabajos llevados a cabo en el Laboratorio de Patología del Centre de Tecnologia Postcollita (CTP) del IVIA para la determinación y caracterización de las principales enfermedades de poscosecha del caqui 'Rojo Brillante' en nuestras condiciones ambientales.

METODOLOGÍA

Estudios de incidencia

Durante dos campañas consecutivas, caquis (*Diospyros kaki* Thunb.) cv. 'Rojo Brillante' producidos comercialmente en dos parcelas diferentes de la zona de L'Alcúdia (Ribera del Xúquer, Valencia) se recolectaron en su madurez comercial y se transportaron al IVIA donde se seleccionaron frutos sanos de un calibre medio y uniforme, se distribuyeron aleatoriamente y se utilizaron para la determinación de enfermedades fúngicas de poscosecha causadas por patógenos latentes y de herida siguiendo procedimientos similares a los descritos por Palou *et al.* (2013c).

Para la determinación de patógenos latentes, caquis intactos se desinfectaron superficialmente mediante inmersión en lejía diluida (0,5% hipoclorito sódico) durante 1 min, se aclararon intensamente con agua y se secaron con papel absorbente. Los frutos desinfectados se colocaron en placas petri estériles y se dispusieron dentro de cámaras húmedas. Estas cámaras

consistían en cajas de plástico de 5 L con tapa que habían sido previamente desinfectadas superficialmente pulverizándolas con etanol al 98%. Para permitir el intercambio de aire, las cajas se perforaron en dos paredes opuestas dejando unos orificios de 0,5 cm de diámetro. Antes de colocar los frutos, en el fondo de las cajas se habían colocado papeles absorbentes impregnados de agua. Las cajas se taparon e incubaron a 20 °C. Cada campaña, con la fruta de cada campo se utilizaron 8 cámaras húmedas (repeticiones) conteniendo cada una 4 frutos (total de 32 frutos por parcela). Se anotó semanalmente el número de frutos infectados en cada cámara durante 9 semanas. Los patógenos causantes de las podredumbres se identificaron tal como se describe en el siguiente apartado.

Para la determinación de patógenos de herida, caquis intactos de las cajas de campo se hirieron mediante un punzón en 8 puntos equidistantes a lo largo de los laterales del fruto. Cada fruto se colocó sobre una placa petri numerada y los frutos se introdujeron en cámaras húmedas tal y como se ha descrito anteriormente. Las cámaras húmedas se taparon y se incubaron a 20 °C. Cada campaña, con la fruta de cada campo se utilizaron 8 cámaras húmedas (repeticiones) conteniendo cada una 4 frutos (32 heridas) (total de 32 frutos y 256 heridas por parcela). El número de heridas infectadas en cada cámara se controló semanalmente durante 7 semanas.

Para la determinación de podredumbres durante la conservación frigorífica del caqui 'Rojo Brillante', frutos que habían sido procesados comercialmente en la central frutícola se llevaron al IVIA y se almacenaron a 1°C y 90% HR hasta 10 semanas. El manejo comercial en la central frutícola consistió en el tratamiento de desastringencia (exposición aproximada a 95% CO₂ durante unas 24 h a temperatura ambiental) y la manipulación en la línea de confección, donde se realizó una selección manual, lavado con agua, secado con aire forzado, clasificación automática por tamaño y envasado en cajas de cartón de 59x30x12 cm con alveolos plásticos que impidieron el

contacto entre frutos. No se aplicó ningún tratamiento de poscosecha, ni céreo ni fungicida. Cada campaña se utilizaron 4 cajas comerciales por campo (repeticiones), cada una con 24 caquis (total de 96 frutos por campo). Cada 2 semanas se anotó el número de podredumbres presentes en los frutos de cada caja, identificándose los patógenos causantes de podrido tal como se describe a continuación.

Los datos obtenidos en cada una de estas determinaciones se analizaron estadísticamente mediante análisis de la varianza (ANOVA). Cuando resultó pertinente, las medias se separaron utilizando la prueba de la mínima diferencia significativa (MDS, $P < 0,05$).

Estudios etiológicos

Aislamiento e identificación de patógenos

Para cada una de las determinaciones anteriores, se contabilizaron las enfermedades sintomáticas en los frutos y se identificaron los hongos causantes. En los casos en los que el agente causal era desconocido o dudoso se procedió a su aislamiento en placas petri con medio de cultivo patata dextrosa agar (PDA), a su purificación mediante resiembras sucesivas y a su identificación por sus características morfológicas macroscópicas (crecimiento en placa) y/o microscópicas (aspecto de las estructuras fúngicas) tras incubación de 7-14 días a 25 °C. Normalmente los hongos aislados se identificaron a nivel de género.

Aquellos hongos frecuentes que no pudieron ser identificados se enviaron a laboratorios especializados (Colección Española de Cultivos Tipo, CECT, UV, Valencia; Instituto Valenciano de Microbiología, IVAMI, Bétera, Valencia) para su identificación a nivel de especie en base a características morfológicas y fisiológicas y también a nivel molecular mediante la secuenciación de fragmentos de DNA ribosómico.

Pruebas de patogenidad y desarrollo

Para verificar que realmente los hongos aislados de frutos sintomáticos

eran los causantes de la enfermedad se realizaron pruebas de patogenicidad para comprobar el cumplimiento de los postulados de Koch. Para ello, caquis 'Rojo Brillante' de madurez comercial previamente lavados y desinfectados superficialmente se inocularon en heridas de la piel con suspensiones de esporas (densidad de inóculo de 10^6 esporas/mL) o porciones de agar (PDA, 5 mm diámetro) con micelio fúngico en crecimiento. Frutos control se inocularon con agua estéril o con trozos de agar estéril según el caso. Tras incubación de los frutos en cámaras húmedas como las descritas anteriormente colocadas en estufa a 20 °C se comprobó que la misma enfermedad se desarrollaba en la fruta inoculada, se aisló el hongo de estos frutos sintomáticos y se resembró en placas de PDA para comprobar que era exactamente el mismo agente causante. Por cada hongo ensayado se utilizaron 4 cámaras húmedas conteniendo cada una 4 caquis inoculados.

Para la caracterización del desarrollo de estos hongos patógenos, fruta inoculada de la manera descrita y colocada en cámaras húmedas se incubó a 20 °C durante 22 días o se almacenó a 5 °C hasta 75 días. Periódicamente (cada 3-7 días para la fruta incubada a 20 °C y cada 7-14 días para la fruta conservada a 5 °C) se determinó en esta fruta la incidencia (porcentaje de heridas infectadas) y la severidad (diámetro de la lesión) de la enfermedad y la esporulación del patógeno. En este caso también se utilizaron 4 cámaras húmedas con 4 caquis cada una por cada combinación de hongo patógeno y temperatura de almacenamiento.

RESULTADOS

Incidencia de patógenos latentes

Con independencia de la campaña y la parcela, más del 90% de los caquis 'Rojo Brillante' desinfectados superficialmente e incubados en cámaras húmedas mostraron síntomas de la mancha negra causada por *A. alternata* ya a las 2 ó 3 semanas de incubación a 20 °C. Otros hongos patógenos que se identificaron en

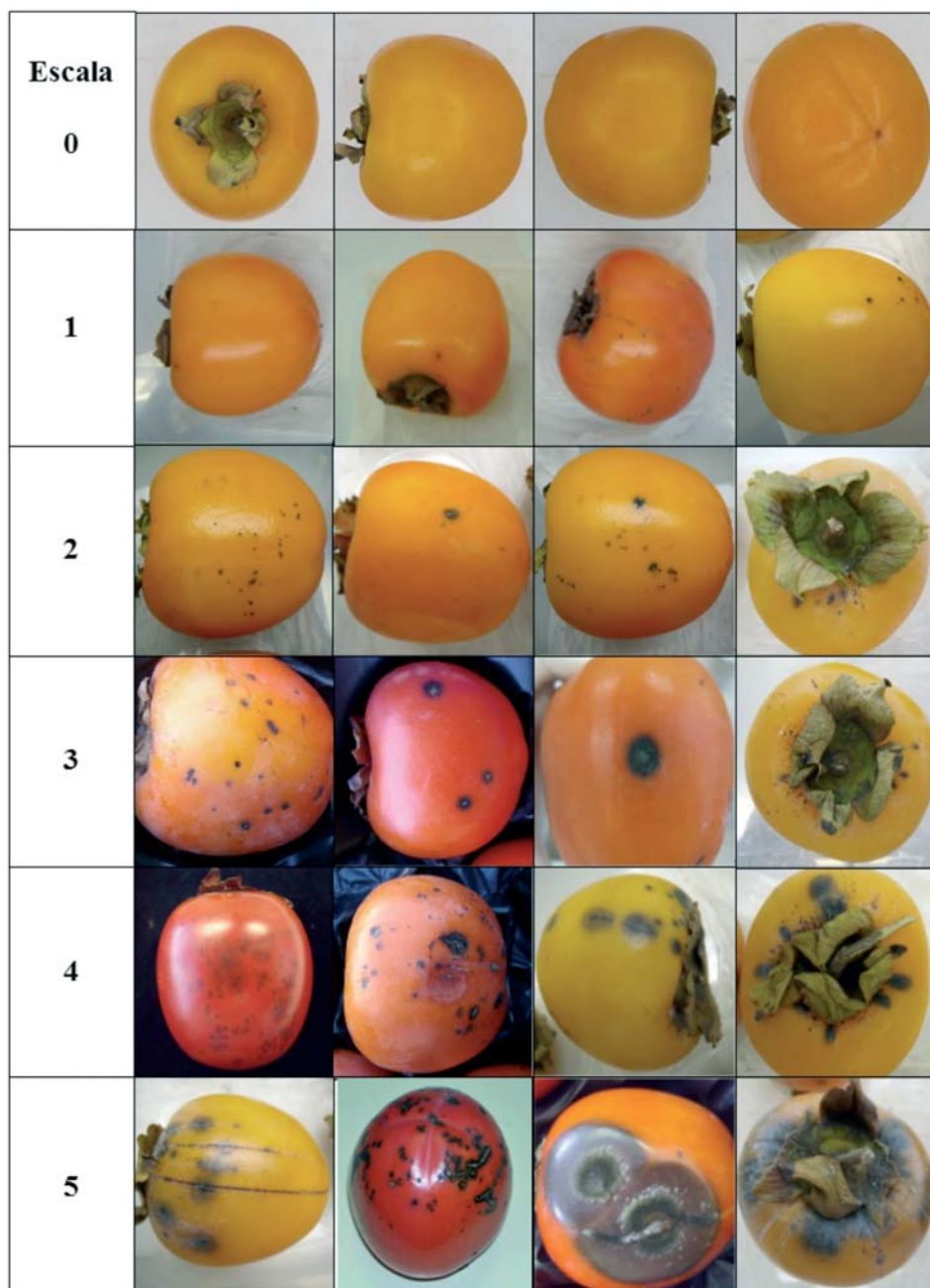
estos frutos, pero con una frecuencia variable y mucho menor, fueron *Botrytis cinerea* Pers.:Fr., causante de la podredumbre gris; *Pestalotiopsis clavispora* (G. F. Atk.) Steyaert, *Lasiodiplodia theobromae* (Pat.) Griffon & Maubl., *Neofusicoccum mediterraneum* Crous, M.J. Wingf. & A.J.L. Phillips y *Neofusicoccum luteum* (Pennycook & Samuels) Crous, Slippers & A.J.L. Phillips, causantes de podredumbres pedunculares; y *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., causante de antracnosis (datos no mostrados). La mayoría de estos patógenos se identificaron mediante técnicas moleculares en los laboratorios especializados y se sometieron a las pruebas de patogenicidad. Puesto que muchos de ellos se describieron como causantes de enfermedades de poscosecha del caqui por primera vez en España, se publicaron las correspondientes notas en revistas científicas especializadas (Palou *et al.*, 2012; 2013a,b).

Establecimiento de un índice de severidad de la mancha negra específico para el caqui 'Rojo Brillante'

Debido a la particular sintomatología de la mancha negra del caqui causada por *A. alternata*, consistente en un número variable de manchas negras secas, de distintos tamaños y formas, presentes bajo el cáliz o en cualquier punto de la superficie de la piel del fruto, se diseñó y validó un índice de severidad de la enfermedad específico para la variedad 'Rojo Brillante'. Aunque existen escalas para otras variedades como 'Triumph', desarrolladas en Israel y basadas en el porcentaje de área del fruto cubierto de manchas (Perez *et al.*, 1995), éstas no serían aplicables para el caqui 'Rojo Brillante' ya que debido a las diferencias de volumetría del fruto se obtendrían valores de área afectada menores y en consecuencia poco representativos. El índice diseñado específicamente para 'Rojo Brillante' establece la siguiente escala cuantitativa de 0 a 5 en función del tipo de síntoma y su severidad sobre esta variedad (**Foto 1**):

- Valor = 0. Fruto sano. No hay manchas en la piel.

- Valor = 1. Enfermedad ligera. Pocas (menos de 20) manchas negras pequeñas (0,5-2 mm de diámetro) en la piel o debajo del cáliz. Área infectada estimada del 0 al 0,5% de la superficie del fruto.
- Valor = 2. Enfermedad leve o ligero-moderada. Algunas (de 20 a 50) manchas negras pequeñas (0,5-2 mm) en la piel o debajo del cáliz. Muy pocas (de 1 a 3) manchas negras medias (2-5 mm) en la piel o debajo del cáliz. Área infectada estimada del 0,5 al 1% de la superficie del fruto. Fruto no comercial.
- Valor = 3. Enfermedad moderada. Abundantes (de 51 a 100) manchas negras pequeñas (0,5-2 mm) en la piel o debajo del cáliz. Pocas (de 4 a 10) manchas negras medias (2-5 mm) en la piel o debajo del cáliz. Muy pocas (de 1 a 2) manchas negras grandes (>10 mm) en la piel. Mancha circular continua pequeña (de 5 a 10 mm) debajo del cáliz. Área infectada estimada del 1 al 5% de la superficie del fruto.
- Valor = 4. Enfermedad intensa o moderado-severa. Muy abundantes (> 100) manchas negras pequeñas (0,5-2 mm) en la piel o debajo del cáliz. Algunas (de 11 a 20) manchas negras medias (2-5 mm) en la piel o debajo del cáliz. Pocas (de 3 a 5) manchas negras grandes (>10 mm) en la piel. Mancha circular continua media (de 10 a 20 mm) debajo del cáliz. Área infectada estimada del 5 al 20% de la superficie del fruto.
- Valor = 5. Enfermedad severa. Algunas (>20) manchas negras medias (2-5 mm) en la piel o debajo del cáliz. Abundantes (>5) manchas negras grandes (>10 mm) en la piel. Mancha circular continua grande (>20 mm) debajo del cáliz. Área infectada estimada >20% de la superficie del fruto.



Incidencia de podredumbres durante la conservación frigorífica

La mancha negra causada por *A. alternata* fue la enfermedad de poscosecha prevalente en caquis 'Rojo Brillante' manejados comercialmente en la central frutícola y conservados a 1 °C durante un máximo de 10 semanas. Su incidencia aproximada en la primera campaña fue del 20, 60, 90 y 100% de frutos afectados tras 2, 4, 6 y 8 semanas de conservación (media de las dos parcelas). En la segunda campaña estos valores fueron de un orden parecido, aunque aproximadamente un 10% inferiores (datos no mostrados). Otras enfermedades que se identificaron en los frutos fueron distintas podredumbres pedunculares, incluyendo la podredumbre gris causada por *B. cinerea*, y podredumbres causadas por *Penicillium* spp. y *Cladosporium* spp. (datos no mostrados).

Identificación, patogenicidad y desarrollo

Además de las especies fúngicas causantes de infecciones latentes que se han mencionado anteriormente, *P. clavispora*, *L. theobromae*, *N. mediterraneum*, *N. luteum* y *C. gloeosporioides*, otras especies que se identificaron a nivel de especie en los laboratorios especializados fueron los patógenos de herida *Penicillium expansum* L. y *Cladosporium cladosporioides* (Fresen.) G.A. de Vries. Debido al aspecto algodonoso de las colonias crecidas en PDA y a la poca capacidad relativa de esporulación de los primeros, con ellos se realizaron pruebas de patogenicidad y desarrollo inoculando los frutos con trozos de agar colonizados por el hongo. Por el contrario, con los segundos, y también con *A. alternata*, se realizaron las pruebas inoculando los caquis con suspensiones acuosas de esporas, puesto que era mucho más fácil obtener grandes cantidades de conidios a partir de las colonias crecidas en medio PDA.

Todos los hongos ensayados cumplieron los postulados de Koch en caqui 'Rojo Brillante', por lo cual pueden clasificarse inequívocamente como microorganismos patógenos de este cultivar. La incidencia y la severidad de las podredumbres en frutos inoculados con trozos de agar y almacenados a 20 o 5 °C se presentan en la **Figura 2** y se ilustran en las **Fotos 2, 3c y 3d**.

Foto 1. Escala cualitativa (0-5) para el índice de enfermedad de la mancha negra causada por *Alternaria alternata* en caqui 'Rojo Brillante'.

El establecimiento de un índice de severidad específico de este tipo resulta muy útil para realizar estudios epidemiológicos de la enfermedad, evaluar la eficacia de tratamientos fungicidas y establecer criterios de calidad comercial.

Incidencia de patógenos de herida

La incidencia de patógenos causantes de enfermedad en heridas de la piel infligidas artificialmente en caquis 'Rojo Brillante' obtenidos de dos parcelas distintas durante dos campañas e incubados en cámaras húmedas a 20 °C durante 7 semanas se presenta en la **Figura 1**. Mientras que a las 4 semanas la incidencia total de podredumbres

(porcentaje de heridas infectadas por cualquier hongo) no superaba el 20%, a las 7 semanas ésta alcanzaba el 40% en los caquis de la primera campaña y el 70-90% en los caquis de la segunda campaña. Estos valores se debían básicamente a la incidencia de la mancha negra causada por *A. alternata* y a la de la podredumbre azul causada por *Penicillium* spp., que fueron las enfermedades mayoritarias aunque su frecuencia dependió en gran medida tanto de la campaña como de la parcela. Otros patógenos que se identificaron como causantes minoritarios de enfermedades de herida fueron *Rhizopus* spp., *Trichoderma* spp., y especialmente *Cladosporium* spp.

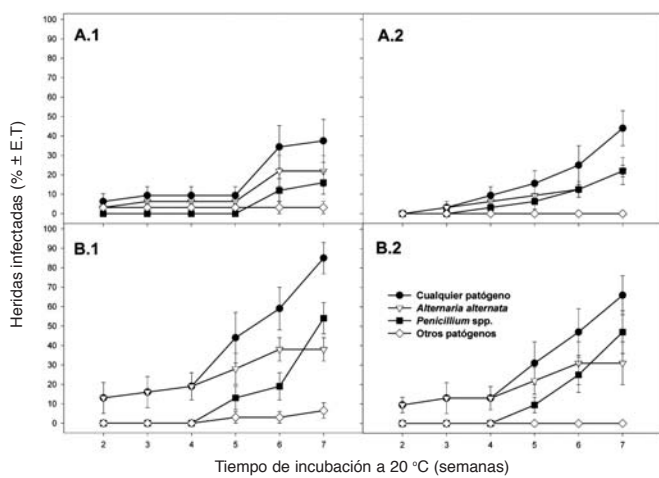


Figura 1. Incidencia de enfermedades de poscosecha debidas a infecciones de herida en caquis 'Rojo Brillante' heridos artificialmente e incubados en cámaras húmedas a 20 °C durante 7 semanas. Datos de dos campañas (A y B) y dos parcelas (1 y 2).

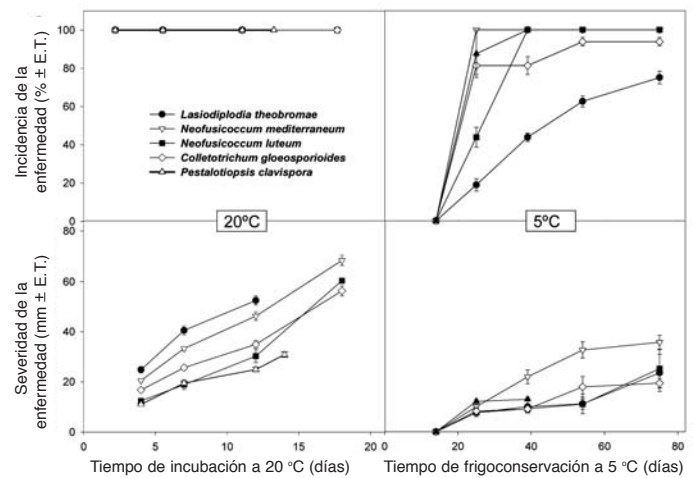


Figura 2. Incidencia y severidad de la enfermedad causada por distintos patógenos en caquis 'Rojo Brillante' inoculados artificialmente con porciones de agar con micelio fúngico en heridas de la piel e incubados a 20 °C hasta 18 días o conservados a 5 °C durante 75 días.

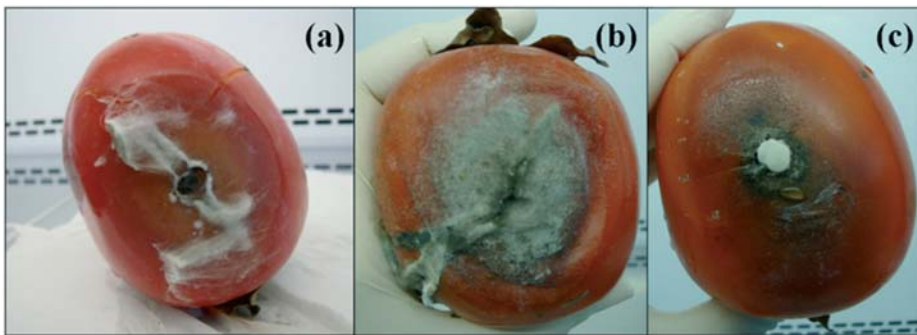


Foto 2. Síntomas en caquis 'Rojo Brillante' inoculados artificialmente de la enfermedad causada por *Lasiodiplodia theobromae* tras incubación de 7 días a 20 °C (a) y *Neofusicoccum mediterraneum* (b) y *Neofusicoccum luteum* (c) tras incubación de 18 días a 20 °C.

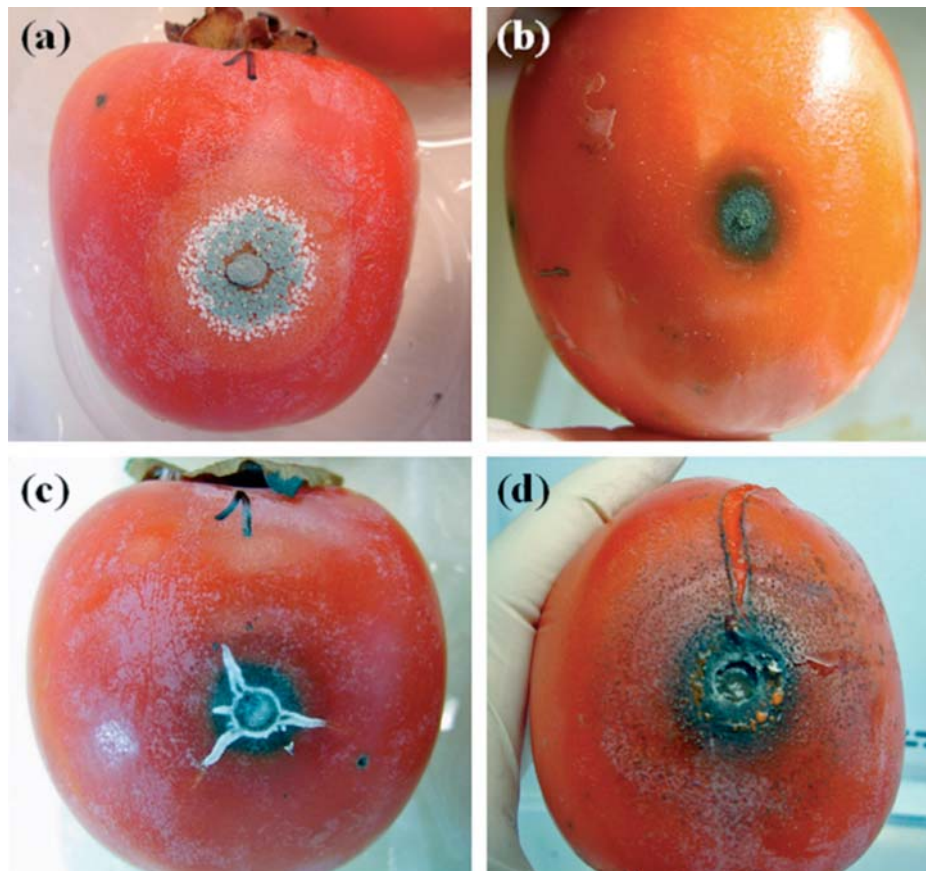


Foto 3. Síntomas en caquis 'Rojo Brillante' inoculados artificialmente de la enfermedad causada por *Penicillium expansum* (a), *Cladosporium cladosporioides* (b) y *Pestalotiopsis clavispora* (c) tras incubación de 14 días a 20 °C, y por *Colletotrichum gloeosporioides* (d) tras incubación de 18 días a 20 °C.

La incidencia de las cinco enfermedades ya fue del 100% a los 4 días de incubación a 20 °C. La severidad (diámetro de lesión) de la podredumbre causada por *L. theobromae*, *N. mediterraneum*, *N. luteum*, *C. gloeosporioides* y *P. clavispora* a los 12 días de incubación a 20 °C fue respectivamente de 53, 46, 30, 35 y 25 mm. Todos estos patógenos fueron capaces de crecer, aunque de forma lenta, en caquis almacenados a 5 °C, con severidades respectivas de los cuatro primeros de 23, 36, 25 y 19 mm tras 75 días de conservación frigorífica. En el caso de *P. clavispora*, las evaluaciones cesaron tras 39 días a 5 °C, con una incidencia de la podredumbre del 100% y una severidad de 13 mm (Figura 2).

En el ensayo con fruta inoculada con esporas de los patógenos, la incidencia de las tres enfermedades ya fue del 100% a los 10 días de incubación a 20 °C (Figura 3). A los 14 días a esta temperatura, el diámetro de la lesión causada por *C. cladosporioides*, *A. alternata* y *P. expansum* fue aproximadamente de 7, 5 y 28 mm respectivamente. En las Fotos 3a y 3b se ilustra la sintomatología de las podredumbres causadas por *P. expansum* y *C. cladosporioides* en caquis 'Rojo Brillante' inoculados artificialmente e incubados a 20 °C. Tanto estos dos hongos como *A. alternata* crecieron y causaron enfermedad en caquis almacenados a 5 °C. A los 42 días de almacenamiento a esta temperatura, la incidencia de las tres podredumbres fue del 100%, mientras que la severidad fue de 30, 14 y 9 mm respectivamente en frutos inoculados con *P. expansum*, *C. cladosporioides* y *A. alternata* (Figura 3).

DISCUSIÓN

La prevalencia de la mancha negra causada por *A. alternata* como principal enfermedad de poscosecha del caqui 'Rojo Brillante' en nuestra zona productora coincide con la información disponible en otras zonas productoras de clima mediterráneo como Israel, donde se observó que esta enfermedad era la principal causa de pérdidas económicas en caquis de la variedad 'Triumph' (sinónimo: 'Sharon') sometidos a conservación frigorífica prolongada (Prusky *et al.*, 1981). Por el contrario, se ha descrito que en las principales áreas productoras asiáticas como China, Corea y Japón, con primaveras más lluviosas, la enfermedad de poscosecha más importante es la antracnosis causada por distintas especies del género *Colletotrichum* (*C. horii*, *C. gloeosporioides* y *C. acutatum*) (Kwon *et al.*, 2000, 2013; Zhang, 2008). A medida que el volumen de caqui 'Rojo Brillante' producido y conservado en frío en la zona de Valencia va en aumento y aumenta también el tiempo de conservación, se incrementa la incidencia de la mancha negra y las pérdidas económicas que ocasiona. El control de la enfermedad resulta complicado puesto que no existen tratamientos fungicidas de poscosecha registrados en España para su uso en caqui y las infecciones, tanto latentes como de herida, se originan en campo (Vicent *et al.*, 2015). En el IVIA se ha trabajado en estudios epidemiológicos para determinar los periodos de mayor riesgo de infección en nuestra zona productora y su relación con parámetros meteorológicos y con la incidencia de infecciones latentes. Aunque se ha detectado algún pico de presencia de inóculo fúngico en campo en verano, la principal conclusión es que esta presencia es elevada durante todo el ciclo del cultivo (debido básicamente al desarrollo de *A. alternata* como saprófito en multitud de sustratos vegetales) y que no existe una relación evidente entre ella y el inicio de infecciones latentes, que pueden tener su máximo en otoño (Palou *et al.*, 2016). Por tanto, resulta muy difícil predecir los momentos óptimos para la aplicación

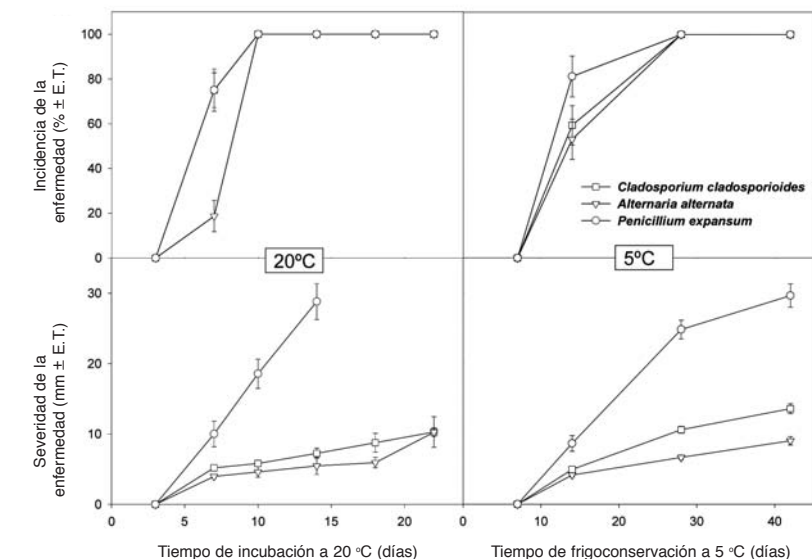


Figura 3. Incidencia y severidad de la enfermedad causada por distintos patógenos en caquis 'Rojo Brillante' inoculados artificialmente con suspensiones acuosas de conidios en heridas de la piel e incubados a 20 °C hasta 22 días o conservados a 5 °C durante 42 días.

de tratamientos fungicidas en campo y los riesgos de incidencia alta de enfermedad van a ser muy variables entre campañas y van a depender en gran medida de las condiciones climáticas concretas que se den cada año. Por otro lado, otros estudios han puesto de manifiesto la importancia de infecciones de *A. alternata* producidas a través de heridas de la piel de distinta etiología durante las fases de desarrollo del fruto próximas al momento de recolección (Prusky *et al.*, 2001). Aunque en algunos casos estas infecciones ya pueden causar síntomas incipientes de enfermedad en campo, lo más habitual es que las manchas no sean visibles hasta después de la cosecha o de la conservación frigorífica. En este sentido es especialmente importante el micro-cracking que puede producirse en la zona del cáliz de frutos maduros si se producen lluvias intensas o altas humedades ambientales en los días previos a la recolección (Kobiler *et al.*, 2011; Biton *et al.* 2014). Lamentablemente, los tratamientos antifúngicos experimentales, tanto de campo como de poscosecha, evaluados hasta la fecha en el IVIA no han resultado suficientemente eficaces para un control satisfactorio a nivel comercial de la mancha negra en caqui 'Rojo Brillante'.

El presente estudio pone de manifiesto que existen en nuestras condiciones una serie de patógenos latentes

capaces de producir podredumbres pedunculares en caqui 'Rojo Brillante'. Aunque en general la incidencia de las enfermedades de poscosecha causadas por *P. clavispora*, *L. theobromae*, *N. mediterraneum* y *N. luteum* es muy inferior a la de la mancha negra causada por *A. alternata*, también es cierto que en ocasiones puede infravalorarse debido a que su sintomatología en las primeras etapas de desarrollo (manchas negras secas en la zona del cáliz) puede confundirse con la de la mancha negra. Otra especie de *Pestalotiopsis*, *P. diospyri*, ya había sido citada como causante de podredumbre peduncular en caqui 'Triumph' en la zona de Huelva (Blanco *et al.*, 2008). Además, también se observó cierta incidencia de la podredumbre gris causada por *B. cinerea*, cuyos síntomas en caqui son una podredumbre peduncular blanda que puede formar nidos de podrido en fruta mantenida a temperaturas ambientales y desarrollarse también en frutos conservados a la temperatura habitual de conservación frigorífica comercial de 0-1 °C; y de la antracnosis causada por *C. gloeosporioides* que produce lesiones secas en cualquier parte de la superficie del fruto, incluyendo la zona peduncular (Vicent *et al.*, 2015). Actualmente, la incidencia de todas estas enfermedades causadas por patógenos latentes es baja y no se requieren medidas específicas de control, pero en caso que

umentase la importancia comercial de alguna de ellas harían falta estudios adicionales para determinar los principales aspectos epidemiológicos en nuestras condiciones ambientales y evaluar tratamientos potenciales para su control.

La importancia relativa de patógenos de herida como causantes de enfermedades de poscosecha del caqui 'Rojo Brillante' en nuestras condiciones alerta de la necesidad de una recolección y un manejo poscosecha de la fruta muy cuidadosos para minimizar los riesgos de producción de heridas en la piel. Además, ya se ha comentado la importancia de prevenir en lo posible las causas de microheridas y agrietado de los frutos en los días previos a la cosecha para reducir la incidencia de la mancha negra. Se ha observado también en este estudio que tanto *A. alternata* como los otros patógenos de herida detectados con mayor frecuencia, *C. cladosporioides* y especialmente *P. expansum*, no detienen del todo su desarrollo a temperaturas de refrigeración, lo cual supone un hándicap adicional. Afortunadamente, esto no ocurre en el caso de la podredumbre acuosa causada por *Rhizopus* spp., que puede resultar especialmente peligrosa en lotes de caqui almacenados a temperaturas ambientales. El patógeno se desarrolla a gran velocidad, digiere el fruto infectado mediante la segregación de enzimas pectinolíticos y puede producir importantes nidos de podrido. Los conidios de *C. cladosporioides* son muy abundantes en el ambiente de campos y centrales frutícolas, pero la patogenicidad de este hongo es baja y normalmente sólo se desarrolla en frutos sobremaduros o senescentes produciendo lesiones superficiales secas de color negro o verde-oscuro, que en algunos casos pueden confundirse con las de la mancha negra causada por *A. alternata* (Vicent *et al.*, 2015). La mayoría de los patógenos de herida identificados en este estudio con caqui 'Rojo Brillante' ya han sido

reportados previamente como causantes de enfermedades de poscosecha del caqui en distintas áreas productoras en el mundo. Así, por ejemplo, *P. expansum* y *C. cladosporioides* han sido descritos en Corea del Sur (Kwon y Park, 2003b; Kwon *et al.*, 2006) y *Rhizopus stolonifer* en Brasil (Cia *et al.*, 2003).

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por el Ministerio de Educación y Ciencia (MEC; proyecto AGL2004-05271/AGR) y la Unión Europea (Programa FEDER). Agradecemos la colaboración de Mario Vendrell y de la Cooperativa Agrícola Nuestra Señora del Oretó Coop. V. (CANSO, L'Alcudia, Valencia).

BIBLIOGRAFÍA

- Biton E., Kobiler I., Feygenberg O., Yaari M., Friedman H., Prusky D. 2014. Control of alternaria black spot in persimmon fruit by a mixture of gibberellin and benzyl adenine, and its mode of action. *Postharvest Biol. Technol.* 94: 82-88.
- Blanco C., Romero F., De los Santos B. 2008. First report of *Pestalotiopsis dyospiri* causing calyx blight of sweet persimmon in Huelva province (Southwestern Spain). *Plant Dis.* 92: 176-176.
- Cia P., Benato E.A., Sigrist J.M., Sarantopoulos C., Oliveira L.M., Padula M. 2003. In vitro effect of modified atmosphere on mycelial growth of persimmon pathogens and on the control of *Rhizopus* rot in 'Fuyu'. *Summa Phytopathol.* 29: 266-274.
- ESYRCE. 2016. Encuesta sobre Superficies y Rendimientos Cultivos. MAPAMA, Madrid. <http://www.mapama.gob.es/es/estadistica>
- Kobiler I., Akerman M., Huberman L., Prusky D. 2011. Integration of pre- and postharvest treatments for the control of black spot caused by *Alternaria alternata* in stored persimmon fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 59: 166-171.
- Kwon J.H., Jeong S.G., Hong S.B., Chae Y.S., Park C.S. 2006. Occurrence of blue mold on sweet persimmon (*Diospyros kaki*) caused by *Penicillium expansum*. *Res. Plant Dis.* 12: 290-293.
- Kwon J.H., Kang S.W., Park C.S. 2000. Cultural characteristics of *Colletotrichum gloeosporioides* causing anthracnose of persimmon. *Res. Plant Dis.* 6: 48-50.
- Kwon J.H., Kim J., Choi O., Gang G.H., Han S., Kwak Y.S. 2013. Anthracnose caused by *Colletotrichum horii* on sweet persimmon in Korea: dissemination of conidia and disease development. *J. Phytopathol.* 161: 497-502.
- Kwon J.H., Park C.S. 2003. Sooty mold of persimmon (*Diospyros kaki*) caused by *Cladosporium cladosporioides* in Korea. *Plant Pathol. J.* 19: 266-268.
- Palou L., Montesinos-Herrero C., Besada C., Taberner V. 2013a. Postharvest fruit rot of persimmon (*Diospyros kaki*) in Spain caused by *Lasiodiplodia theobromae* and *Neofusicoccum* spp. *J. Phytopathol.* 161: 625-631.
- Palou L., Montesinos-Herrero C., Tarazona I., Taberner V. 2013b. Postharvest anthracnose of persimmon fruit caused by *Colletotrichum gloeosporioides* first reported in Spain. *Plant Dis.* 97: 691.
- Palou L., Taberner V., Guardado A., del Río M.A., Montesinos-Herrero C. 2013c. Incidence and etiology of postharvest fungal diseases of pomegranate (*Punica granatum* cv. Mollar de Elche) in Spain. *Phytopathol. Mediterr.* 52: 478-489.
- Palou L., Taberner V., Guardado A., Montesinos-Herrero C. 2012. First report of *Alternaria alternata* causing postharvest black spot of persimmon in Spain. *Australas. Plant Dis. Notes* 7: 41-42.
- Palou L., Taberner V., Mira J.L., Vicent A. 2016. Assessment of latent infections of *Alternaria alternata* in fruit of persimmon cv. Rojo Brillante cultivated in the Valencia area (Spain). Abstracts Book VI International Symposium on Persimmon. October 16-20, 2016, Valencia. p. 55 (Resumen).
- Perez A., Ben-Arie R., Dinoor A., Genizi A., Prusky D. 1995. Prevention of black spot disease in persimmon fruit by gibberellic acid and iprodione treatments. *Phytopathology* 85: 221-225.
- Prusky D., Ben-Arie R., Guelfat-Reich S. 1981. Etiology and histology of *Alternaria* rot of persimmon fruits. *Phytopathology* 71: 1124-1128.
- Prusky D., Eshel D., Kobiler I., Yakoby N., Beno-Moualem D., Ackerman M., Zuthji Y., Ben-Arie R. 2001. Postharvest chlorine treatments for the control of the persimmon black spot disease caused by *Alternaria alternata*. *Postharvest Biol. Technol.* 22:271-277.
- Vicent A., Mira J.L., Taberner V., Palou L. 2015. Enfermedades fúngicas de importancia en campo y almacén. En: Badenes, M.L., Intrigliolo, D.S., Salvador, A., Vicent, A. (Eds.), El Cultivo del Caqui. Generalitat Valenciana, Valencia. pp. 241-275.
- Zhang J.Z. 2008. Anthracnose of persimmon caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in China. *Asian Australasian J Plant Sci Biotechnol.* 2: 50-54.