

Enfermedades post-recolección de fruta de pepita

Domingos P.F. Almeida (Universidad de Lisboa, Instituto Superior de Agronomía, Lisboa, Portugal.
Email: dalmeida@isa.ulisboa.pt.)

La prevención y el control del deterioro patológico de los frutos de pepita exigen un abordaje integrado, desde el cultivo frutal en campo, la técnica de cosecha y la conservación. Actualmente, para los principales patógenos de frutos de pepita hay soluciones fungicidas eficaces, pero su utilización es ahora mucho más técnica que en otros tiempos y la presión del mercado sobre el número y cantidad de residuos es cada vez más exigente. La mayoría de las enfermedades post-cosecha tienen su origen en el campo y penetra en los frutos por heridas. La sanidad del cultivo, los cuidados de cosecha y una técnica de conservación con enfriamiento rápido, conservación refrigerada con baja fluctuaciones de temperatura y, si fuera necesario, atmósfera controlada para mantener la integridad de los frutos, son indispensables para la prevención de pérdidas. Los tratamientos químicos siguen siendo importantes en campo y en post-recolección en las frutas convencionales, pero la presión del mercado sobre los residuos será cada vez más intensa. El control de las enfermedades de post-recolección debe tener en cuenta toda la cadena, incluida la fase de 'último kilómetro' para el consumidor final.

INTRODUCCIÓN

La fruta de pepita, manzana y pera, se produce en grandes volúmenes y se almacena por largos períodos en España y Portugal. Actualmente (trienio 2014-2016), España es el quinto país europeo en producción de manzana (530 mil toneladas) y el segundo en producción de pera (350 mil toneladas) para consumo en fresco. Portugal es el noveno productor europeo de manzana con 256 mil toneladas y el quinto productor europeo de pera con 150 mil toneladas.

La manzana se puede almacenar durante 8 a 12 meses y la pera hasta 11 meses dependiendo de las variedades. Así, las mermas pueden alcanzar niveles elevados en la central, estimados en 18% en manzana y 12% en pera. Este porcentaje de mermas se atribuye a la pérdida de agua, a los desórdenes fisiológicos y a las enfermedades fúngicas. Sin la tecnología y los procedimientos correctos, las enfermedades pueden provocar pérdidas post-recolección muy elevadas, con un enorme impacto medioambiental y económico. La fruta que se merma después de cosechada ya incorpora todos los insumos necesarios a su producción y también los insumos energéticos para el transporte y almacenamiento.

En este artículo revisamos los principales aspectos de las enfermedades post-recolección de manzana y pera.

Principales podredumbres post-recolección en manzana y pera

Una decena de géneros de hongos provocan enfermedades post-recolección en manzana y pera pero no todos tienen el mismo impacto (Tabla 1). En la península ibérica, *Penicillium expansum* y *Botrytis cinerea* son las principales causas de enfermedades post-cosecha en manzana y pera. *Rhizopus stolonifer* no suele ocurrir todos los años y no afecta todas las centrales fruteras, pero provoca daños graves cuando ocurre y, además, es de difícil erradicación en la central. Otros géneros de hongos pueden causar enfermedades, algunas de las cuales, como

Todos los años en todas las centrales fruteras	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Penicillium expansum</i> (y otros <i>Penicillium</i> spp.) • <i>Botrytis cinerea</i>
Grave en algunos años y centrales frutícolas	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Rhizopus stolonifer</i>
Ocurrencia menos localizadas	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Alternaria</i> • <i>Cladosporium</i> • <i>Phytophthora</i> • <i>Fusarium</i> • <i>Mucor</i> • <i>Neonectria</i> • <i>Fibularhizoctonia</i> • <i>Neofabraea</i> • <i>Cadophora</i>

Tabla 1. Clases de enfermedades post-recolección en fruta de pepita en función de la ubicuidad en la península ibérica y su frecuencia.

Neofabraea y *Cadophora*, son emergentes en Europa y podrían devenir en importantes.

Penicillium expansum

La podredumbre azul es la principal enfermedad de conservación de manzana y pera en la península ibérica, provocada por *Penicillium expansum*. La enfermedad se caracteriza por una podredumbre blanda, necrose, con presencia de micelio azul. Los síntomas se desarrollan en el pedúnculo o en la parte lateral del fruto, asociado a heridas. El micelio tiene una tasa de esporulación muy elevada y producción de esporas con una gran capacidad de diseminación. La principal fuente de inóculo no es el campo, sino la central frutera, por lo que la higiene de cámaras, palotes y otros envases resulta esencial para prevenir esta enfermedad.

Penicillium expansum es un patógeno de herida estricto: la vía de penetración en el fruto es necesariamente una herida y los niveles de infección están correlacionados con la incidencia de daños mecánicos. Solo en frutos sobremaduros, el patógeno puede penetrar por lenticelas.

Este patógeno se puede desarrollar en temperatura de almacenamiento negativa, hasta -2°C. Las condiciones favorables al desarrollo de la enfermedad son un almacenamiento deficiente que dificulta la circulación de aire, retrase el enfriamiento y favorezca la acumulación localizada de humedad. Para controlar esta enfermedad es indispensable evitar o minimizar los daños mecánicos, enfriar rápidamente e inmediatamente después de cosechar y mantener la temperatura de almacenamiento y transporte.

Botrytis cinerea

La podredumbre causada por *Botrytis cinerea* presenta un micelio algodonoso y puede colonizar pedúnculos. El campo es la fuente de inóculo primaria y la central frutera, una fuente secundaria. La infección puede ocurrir en el campo, antes o durante la cosecha, o en post-recolección. *Botrytis cinerea* no es un patógeno específico de fruta de pepita, pero infecta varios cultivos frutales y hortícolas y puede sobrevivir como saprófita. La penetración se hace por heridas pero *Botrytis cinerea* puede formar nidos (*nesting*) e infectar frutos sanos a partir de micelio en el fruto contaminado. La región del pedúnculo suele ser la vía de entrada del hongo si no hay heridas evidentes.

Este hongo tiene una temperatura óptima de desarrollo entre 18 y 24°C, pero puede crecer a -2°C y suplantar *Penicillium expansum* en almacenamiento de largo plazo. La enfermedad es severa si la recolección se hace en condiciones húmedas y frescas.

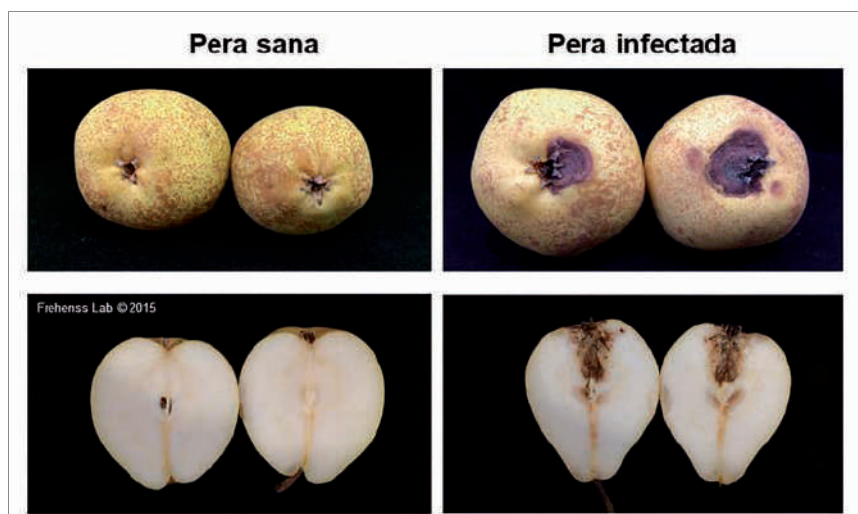


Figura 1. Lote de pera almacenada a -0,5°C y 0,5 kPa O₂ + 0,5 kPa CO₂ durante tres meses y analizada después de siete días a 20°C.

Rhizopus stolonifer

Rhizopus provoca enfermedades en manzana y pera que pueden desintegrar todo el fruto, quedándose la piel y el pedúnculo. La fuente primaria de inóculo es el suelo del manzano. El *drencher* que se utiliza para tratamientos post-cosecha es un importante punto de diseminación. La cámara es una fuente secundaria de inóculo. *Rhizopus* es un patógeno de herida con una gran capacidad de formar nidos. Cuando está sujeto en un sustrato (fruto), el micelio de los nidos puede penetrar frutos sanos. Este hongo no suele desarrollarse a temperatura inferior a 5°C, pero observaciones empíricas y no sistemáticas en algunas centrales en la península sugieren que algunas estirpes de centrales frutales lo pueden hacer.

Podredumbres minoritarias

***Alternaria* spp.**

Este hongo generalmente provoca pocos estragos. *Alternaria* causa dos tipos de podredumbre: infecciones, algunos días antes de la cosecha, que evolucionan para podredumbres secas, harinosas, con crecimiento lento; e infecciones, en el momento del cuajado del fruto y afectan el corazón. No forma nidos y el campo es la principal fuente de inóculo. Este hongo puede infectar el fruto en cualquier estadio de desarrollo. *Alternaria* es un patógeno oportunista necrotrofico que coloniza tejidos dañados por heridas, pisaduras, escalado solar, toxicidad, u otras desordenes fisiológicas.



Figura 2. Desarrollo post-cosecha de paradeamiento fisiológico en la pulpa de pera con infección carpelar de estenfiliose después de tres meses de almacenamiento a -0,5°C y 0,5 kPa O₂ + 0,5 kPa CO₂ seguido de 7 días a 20°C.

***Neofabraea alba* (anamorph *Gloesporium album*)**

Fungos que pueden sobrevivir como saprófitas en la corteza de los árboles y en frutos con paradeamientos internos, como consecuencia de los accidentes fisiológicos de conservación. Provoca una lesión parda circular en el fruto alrededor de una lenticela infectada.

***Stemphylium vesicarium* en pera: un problema de campo con efectos post-cosecha**

Stemphylium vesicarium provoca enfermedades en pera con una incidencia que se incrementó en los últimos diez o quince años y que ahora provoca pérdidas importantes. Este hongo infecta

la flor, las hojas y el fruto antes de la cosecha. En las últimas décadas se transmutó de una enfermedad menor a una enfermedad clave del peral. Además de las pérdidas provocadas en campo, frutos dañados por *Stemphylium*, con pequeñas manchas necróticas en la fosa carpelar, terminan siendo almacenados.

En pera 'Rocha' no observamos el desarrollo de los síntomas durante el almacenamiento a baja temperatura (-0,5°C) en atmósfera controlada (Figura 1). La infección carpelar latente o curada - necrosis seca en la región carpelar sin síntomas visibles del exterior - puede inducir un pardeamiento fisiológico de la pulpa (Figura 2). Frutos con infecciones latentes en la zona carpelar, sin síntomas visibles del exterior, pueden desarrollar pardeamiento fisiológico en la pulpa.

Los frutos infectados almacenados tienen una tasa de respiración y de producción de etileno superior a la de los frutos sanos (Figura 3).

Las consecuencias del comportamiento post-cosecha de los frutos infectados con *Stemphylium vesicarium* son que las cámaras con un porcentaje elevado de frutos infectados acumulan más etileno, que acelera la maduración de todos los frutos, tanto infectados como sanos. Además, la mayor tasa de respiración incrementa la emisión de dióxido de carbono y de calor. Los scrubbers de dióxido de carbono para mantener la atmósfera controlada funcionan más tiempo y es necesario enfriar el interior de la cámara. El desarrollo de la enfermedad en el circuito comercial, después de la retirada de cámara, conlleva reclamaciones en las tiendas (Figura 1).

Estrategias de protección

Hoy nadie duda de que la protección contra las enfermedades de post-recolección requiere una estrategia integrada basada en cuatro principios orientadores:

- Prevención de la infección.
- Reducción de la eficacia del patógeno.
- Erradicación de las infecciones incipientes.
- Retraso del desarrollo del patógeno en el fruto.

La definición e implementación de la estrategia de control de las enfermedades post-recolección en fruta de pepita depende de:

1. Tipo de productores, manzanos y cantidades producidas.
2. Sistema de almacenamiento y régimen de con-

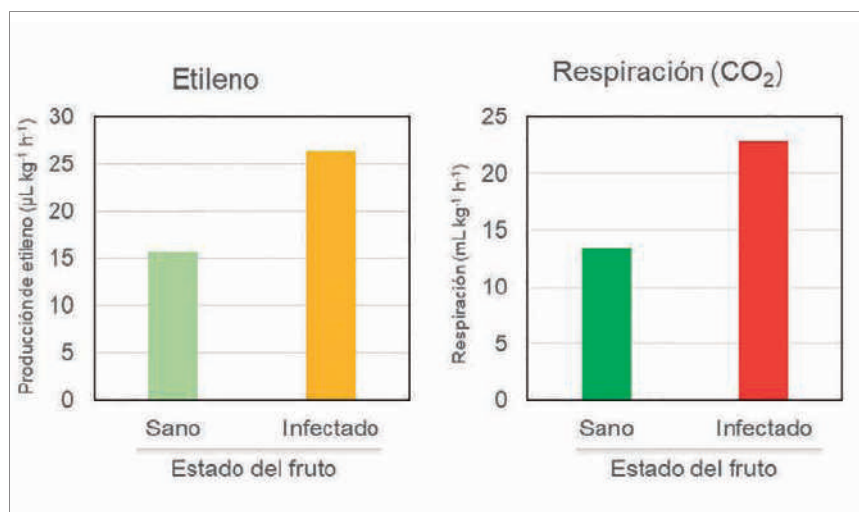


Figura 3. Tasa de producción de etileno y tasa respiratoria de frutos de pera 'Rocha' sanos e infectados con *Stemphylium*. Lote de pera almacenada en -0,5°C e 0,5 kPa O₂ + 0,5 kPa CO₂ durante tres meses y analizada después de 7 días a 20°C.

servación: refrigeración normal, atmósfera controlada y sus condiciones y otros tratamientos post-cosecha como el 1-metilciclopropano.

3. Período de comercialización.
4. Cliente de destino.
5. Histórico de podredumbres en el campo y la central (e.g., *Rhizopus*).

La prevención de enfermedades durante la conservación prolongada es indispensable en manzana y pera. Los tratamientos complementarios a la refrigeración siguen siendo muy importantes para alcanzar este objetivo.

La evolución regulatoria sobre el uso de los pesticidas en las últimas décadas y las preocupaciones de las cadenas de distribución y de los consumidores con la cantidad y con los niveles de residuos de pesticidas, asociada a los largos períodos de conservación potencial de la fruta de pepita, impuso una estrategia en la cual la sanidad del cultivo frutal es fundamental. Posteriormente, es necesario mantener la sanidad de la central frutera y una buena gestión de la temperatura. En este sentido, la atmósfera controlada es un complemento útil de la refrigeración en los casos de almacenamiento a largo plazo. En todos los casos, una cosecha cuidada y la reducción de las heridas durante la manipulación post-recolección resulta esencial para garantizar el control patológico. Sin embargo, los fungicidas son complementos importantes de la estrategia de control de enfermedades de post-recolección en fruta de pepita.

Puntos de aplicación de fungicidas

Los fungicidas se pueden aplicar en el campo para disminuir el inóculo y algunos tienen un efecto residual de protección después de la cosecha. Las aplicaciones post-cosecha se hacen en el *drencher*, durante la recepción de la fruta, en cámara o, más raramente, durante la preparación de la fruta para el mercado.

La aplicación en campo presenta la ventaja de reducir la necesidad de tratamiento en *drencher*. La sanidad en campo es especialmente importante para controlar patógenos cuya inoculación ocurre en campo (e.g., *Botrytis*, *Alternaria*). Tiene la ventaja de tratamiento más próximo de la infección, pero el inconveniente de una menor homogeneidad del tratamiento.

El tratamiento en *drencher* es eficaz, distribuye el fungicida con una elevada homogeneidad, recubre bien los frutos pero demanda una pesada logística en central. El principal inconveniente es la contaminación con esporos de *Rhizopus*. Los frutos humedecidos también son más susceptibles de infecciones. Una buena utilización del *drencher* requiere un buen conocimiento del equipo en uso en la central.

El tratamiento en cámara de conservación suele presentar problemas de heterogeneidad si el acondicionamiento de la cámara no es impecable. Además, se aplica con un mayor retraso tras las infecciones en campo o durante la cosecha. Presenta la ventaja de no humedecer la fruta porque no se



Figura 4. Podredumbre azul en pera y manzana desarrollada en condiciones de estantería a 20°C en frutos presentados en tiendas sin síntomas.

aplica en caldera sino en fumigación. Actualmente, se considera un tratamiento complementario.

Durante la preparación para el mercado –lavado, calibración– se puede tratar la fruta. Ahí, la homogeneidad del tratamiento depende del método de aplicación. En este punto, el tratamiento se hace meses después de la infección y se ponen limitaciones con los intervalos de seguridad. En todo caso, puede ser necesario en cargas destinadas a exportación a mercados lejanos.

Podredumbres en el último kilómetro

El agricultor y el control de calidad de la central frutera ignoran el deterioro que hay en el ‘último kilómetro’, cuando la fruta llega a los puntos de venta y a casa de los consumidores. Las enfermedades post-cosecha se desarrollan rápidamente cuando la fruta infectada se expone a la temperatura de las tiendas y de las cocinas de las casas. Por ejemplo, la pera y la manzana (Figura 4), en condiciones

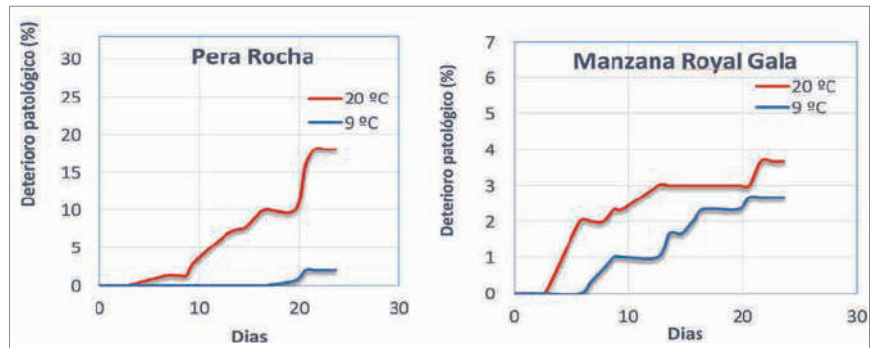


Figura 5. Evolución del deterioro patológico de frutos sanos o asintomáticos en condiciones simuladas de tienda a 20°C y a 9°C.

simuladas de tienda, desarrollan podredumbres en pocos días.

Estudios efectuados por nosotros indican que el desarrollo de enfermedades en el ‘último kilómetro’ es muy variable entre cargas de fruta del

mismo suministrador a lo largo del año, y puede ser elevado en un periodo de unos diez días entre la exposición en el punto de venta y el consumo (Figura 5).

BIBLIOGRAFÍA

- Almeida, D.P.F. 2013. Doenças de conservação das pomóideas. In: Manual Bayfruta: A Fitossanidade das Pomoideas, Bayer Crop Science, pp. 75-105. ISBN: 978-989-20-3811-7.
- Mitcham, B. (Ed.) 2002. Postharvest Integrated Pest Management. Postharvest Technology Center, University of California, Davis, CA.