

MEJORA DE LAS ESTRATEGIAS DE CONTROL EN CAMPO Y DESARROLLO DE SISTEMAS ALTERNATIVOS A LOS QUÍMICOS

Control de la podredumbre parda en melocotones y nectarinas del Valle del Ebro

Monilinia spp. es el hongo fitopatógeno causante de la principal enfermedad en postcosecha de melocotones y nectarinas en el Valle del Ebro, aunque la infección se produce de forma mayoritaria en campo. Actualmente, en la Unión Europea no existe ningún tratamiento químico autorizado

para el control de dicha enfermedad en postcosecha de fruta de hueso, limitando su control a los programas de aplicación de productos sanitarios en campo que, cuando las condiciones climatológicas son favorables para el desarrollo de la enfermedad, tienen una eficiencia reducida.

■ J. Usall¹, C. Casals¹, J. Segarra²,
M. Peris³, I. Viñas², A. de Cal⁴.

¹ IRTA, Postcollita, XaRTA, Centre UdL-IRTA (Lleida)

² Universitat de Lleida.

³ IRTA, Estació Experimental de Lleida.

⁴ INIA, Departamento de Protección Vegetal (Madrid)

La podredumbre parda de fruta de hueso es causada por las especies del género *Monilinia*: *Monilinia laxa* (Aderh et Ruhl), *Monilinia fructigena* (Honey in Whetzel) y *Monilinia fructicola* (Wint.) (Byrde y Willetts, 1977). Las especies mayoritarias en Europa son *M. laxa* y *M. fructigena* (De Cal y Melgarejo, 1999). Recientemente, *M. fructicola*, también se ha identificado en diversos países de la Unión Europea y entre ellos España. Esta especie es la única en la que se ha descrito reproducción sexual y que junto a su elevada capacidad para esporular, la hace más problemática que las otras dos.

La podredumbre parda, es una enfermedad que afecta principalmente a frutales de hueso incluyendo melocotón, nectarina, cerezo, almendro, albaricoquero y ciruelo, afectando flores, brotes y frutos. La incidencia de la enfermedad depende fundamentalmente de las condiciones climatológicas, sobre todo de lluvias abundantes en períodos próximos a la cosecha. Sin embargo, a pesar de los programas de aplicación de productos químicos que se realizan en campo, así



Frutos afectados por *Monilinia* spp, veintidós días antes de la cosecha.

como prácticas culturales, las pérdidas originadas pueden llegar a ser importantes en campo pero mayoritariamente la enfermedad se desarrolla en postcosecha, donde actualmente no hay tratamientos fungicidas autorizados para su control. Este hecho ha incentivado la investigación y el desarrollo de sistemas alternativos para el control de la podredumbre parda en postcosecha de fruta de hueso, y de modelos de predicción de la enfermedad en campo, que ayudarán a desarrollar sistemas estratégicos y eficientes de control para el manejo de la enfermedad.

Uno de los objetivos del trabajo de investigación que se lleva a cabo en el Centre UdL-IRTA y la Estación Experimental de Lleida dentro del programa de Producción Vegetal Sostenible, conjuntamente con el Departamento de Protección Vegetal del INIA, es el estudio de la enfermedad causada por *Monilinia* spp. para mejorar su control en campo mediante programas de aplicación de productos químicos y prácticas cultu-

rales, así como también la investigación y desarrollo de tratamientos postcosecha efectivos para el control de *Monilinia* spp. en fruta de hueso. A continuación vamos a describir los principales trabajos realizados.

Estudio epidemiológico

El control químico sigue siendo una estrategia importante para la gestión de la enfermedad, pero en algunas ocasiones, aun realizando dichas aplicaciones, las pérdidas de fruta de hueso por *Monilinia* spp. son elevadas. Desde hace cuatro años, en el centro UdL-IRTA, se está realizando un estudio de la epidemiología de dicha enfermedad para elaborar un modelo de predicción que nos ayudaría a programar las diferentes estrategias de control en campo, en base al conocimiento de las principales fuentes de inóculo, las condiciones climáticas, las prácticas culturales y los estados de máxima susceptibilidad a lo largo del ciclo fenológico.

A pesar de que el modelo epidemiológico no está finalizado, se puede avanzar que en las condiciones climatológicas de nuestra zona de producción a lo largo del Valle del Ebro, los tratamientos más determinantes son los realizados al final del ciclo fenológico del cultivo, siendo menos importantes los de floración, y siendo la temperatura, el periodo de humectación y la concentración del inóculo en el campo los factores que más inciden sobre el desarrollo de la enfermedad.

Control de *Monilinia* spp. en campo

En la mayoría de los casos el control de la podredumbre parda se realiza mediante prácticas culturales o aplicando en campo productos químicos de síntesis.

Prácticas culturales

El inóculo primario de *Monilinia* spp. que permanece viable en el campo de un año al otro, se encuentra sobre todo, en nuestra zona, en las momias que quedan en el árbol y en los brotes infectados en la campaña anterior. Por lo que podría ser una buena práctica, en primavera y antes de la floración, la eliminación de frutos momificados y brotes secos. También se podría pensar en eliminar el inóculo secundario, aquel que se va produciendo durante la floración y fructificación, eliminando flores y chancros infectados, aunque esta práctica es muy

compleja y costosa. Cuando los frutos del árbol están infectados, es importante eliminarlos del campo y en caso de que no sea posible, tirarlos al suelo para evitar su momificación y por tanto diseminación a otros frutos sanos.

Con el manejo correcto del microclima mediante una buena estrategia de poda se puede conseguir una mayor insolación y ventilación, evitando las condiciones de alta humedad que favorecen el desarrollo del patógeno (Michailides y Morgan, 1997).

Finalmente, un adecuado manejo de la fruta mediante el uso de cajas y embalajes limpios, evitando en los frutos golpes y heridas durante la cosecha, así como también un cuidadoso transporte y condiciones de almacenaje, son algunas de las acciones que se deberían realizar para reducir la proliferación de la enfermedad durante y después de la cosecha.

Tratamientos con productos fungicidas

Durante los últimos años, con el apoyo del Departamento de Agricultura, Alimentación y Acción Rural, se ha evaluado la efectividad de diferentes fungicidas registrados para el control de *Monilinia* spp. en melocotonero.

Debido a la problemática que representa la posible presencia de residuos sobre los frutos, es importante evaluar muy bien la necesidad o no de realizar aplicaciones en los últimos días antes de cosecha, siendo importante conseguir un buen control de la enfermedad en la fase anterior para evitar situaciones de alto riesgo justo antes de cosecha. Por este motivo se está trabajando para comprobar la eficacia y persistencia de los productos con plazo de seguridad

más corto a lo largo de todo el periodo de cobertura de la enfermedad.

Los ensayos sobre melocotones tardíos que se realizaron con diversos productos y estrategias, mostraron que si las condiciones del año no son muy favorables, con una adecuada combinación de productos fungicidas se puede conseguir un control satisfactorio, incluso en parcelas con un alto potencial de desarrollo del patógeno. El ciproconazol ha resultado ser el fungicida más eficaz en el control de la enfermedad, si se aplica 30 y 14 días antes de la cosecha. Por el contrario, en el caso de la iprodiona su capacidad de control fue baja de forma repetida. Finalmente, también se observó que el fludioxonil combinado con ciprodinil, boscalida combinado con piraclostrobin, tebuconazol y fenhexamida presentaban eficacias significativas, aunque inferiores al ciproconazol sin que fuera posible detectar diferencias entre ellos. Estos resultados nos hacen pensar que no siempre son necesarios los tratamientos en fechas muy próximas a la cosecha (menos de 14 días) y que la utilización de un modelo de predicción puede ayudar a racionalizar el número de tratamientos.

Control de *Monilinia* spp. en postcosecha

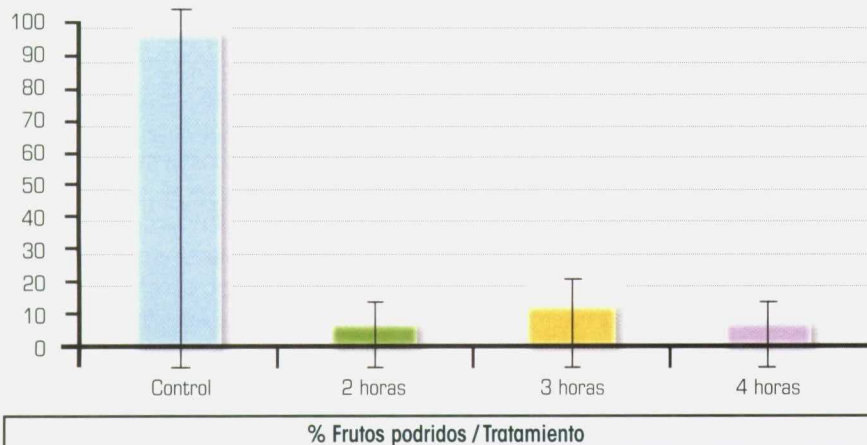
No existe ningún tratamiento fungicida autorizado para el control de *Monilinia* spp. durante el periodo de postcosecha de la fruta de hueso y por este motivo en los últimos años se ha estu-

Flor afectada por *Monilinia* spp.



FIGURA 1.

Resultados de la efectividad en Royal Glory en el control de *Monilinia* spp. de un tratamiento de curado a 50°C y alta humedad relativa.



diado un amplio rango de potenciales tratamientos alternativos para el control de dicha enfermedad, dedicando muchos esfuerzos básicamente a la investigación de tratamientos físicos, químicos y biológicos, Conway *et al.* (2007), Altindag *et al.* (2006) y Karabulut y Baycal (2004), respectivamente.

Tratamientos físicos

La conservación en frío basada en exponer la fruta a bajas temperaturas durante su almacenaje, ralentiza el desarrollo de *Monilinia* spp., pero no lo inhibe. Las pérdidas debidas a la podredumbre parda a la salida del período de refrigeración dependerán del estado de desarrollo del patógeno que infecta la fruta, de su concentración y del tiempo que la fruta esté almacenada.

Los tratamientos térmicos son reconocidos como métodos de control de las enfermedades de postcosecha mediante la inhibición directa del patógeno y una estimulación de los mecanismos de defensa del huésped (fruta). Actualmente los tratamientos térmicos se utilizan comercialmente en algunos países mediante la aplicación de agua caliente y aire caliente que puede ser húmedo o seco (Ferguson *et al.*, 2000). Estos tratamientos tienen un amplio abanico de posibilidades de aplicación según las disponibilidades de la infraestructura de las centrales de fruta, pudiendo ser aplicados directamente a productos recién cosechados. En general las frutas y hortalizas toleran temperaturas de 50-60°C durante 5-



Detalle de ensayo de efectividad en laboratorio.

10 minutos; estas exposiciones cortas, a las temperaturas indicadas, controlan un amplio rango de patógenos en postcosecha (Smith *et al.*, 1964).

Los estudios realizados con agua caliente en nuestro laboratorio del Centro UdL-IRTA indicaron que el tratamiento de agua caliente a 60°C durante 40 s disminuía la incidencia de la podredumbre parda en más de un 50% sin afectar a la calidad de la fruta. Existen estudios donde incluso se aumentó la capacidad antifúngica del tratamiento de agua caliente añadiendo componentes antifúngicos naturales, como por ejemplo etanol para el control de *Monilinia* spp. en fruta de hueso (Margosan *et al.*, 1997).

El aire caliente puede ser aplicado en una cámara con un ventilador o por aplicación forzada mediante un ventilador con velocidad controlada. Este proceso, con aire forzado o no, calienta más lentamente la fruta comparado con los baños de agua o tratamiento con vapor de agua. Este procedimiento requiere de un enfriamiento rápido para evitar lesiones en frutos (Lurie, 1998).

El curado es un método que consiste en calentar el fruto con aire saturado de vapor de agua a temperaturas altas (normalmente mayores de 30°C, durante un periodo largo de tiempo). La transferencia de calor se realiza mediante la condensación del vapor de agua sobre la superficie más fría de los frutos. Dependiendo de la sensibilidad del producto a altas temperaturas, el tratamiento puede ser más rápido o más lento, aplicándose en una cámara con aire forzado. Nuestros experimentos nos han demostrado reiteradamente en diferentes variedades de fruta de hueso que el tratamiento de curado a 50°C durante 2 h y a una humedad relativa del 95-99% controla de manera muy satisfactoria la incidencia de frutos podridos por *Monilinia* spp., incluso en algunos casos eliminando por completo el desarrollo de la enfermedad (figura 1). En nuestro estudio también se observó que el curado tenía un efecto positivo en la calidad de la fruta, ya que la pérdida de firmeza en la fruta curada fue significativamente menor que en la fruta no curada.

Tratamientos químicos

Los productos químicos de baja toxicidad y compuestos naturales han sido también motivo de investigación para el control de enfermedades en postcosecha de la fruta. Por ejemplo, el quitosán es un compuesto natural que se puede obtener mediante procesos químicos o

microbiológicos de los caparzones de los crustáceos, de ahí su interés comercial como subproducto. Diferentes estudios han demostrado su actividad antifúngica en uvas (Romanazzi *et al.*, 2007), melocotones (Li and Yu, 2001) y fresas (El Ghaouth *et al.*, 1992). Nuestros estudios en relación al quitosán, se centran en determinar su posible actividad preventiva frente a futuras infecciones por *Monilinia* spp. que podrían manifestarse a lo largo de la manipulación de la fruta en las centrales de fruta así como durante su distribución en supermercados e incluso en su destino final en casa de los consumidores. Los resultados obtenidos indicaron que en general un tratamiento postcosecha de quitosán al 1% en baño durante 1 min aplicado antes de la inoculación del patógeno en la superficie del fruto sin heridas, reducía en más de un 50% la incidencia de frutos podridos. En cambio, cuando la fruta se hirió previamente a la inoculación, en general no se observó ningún efecto preventivo.

Dentro de los compuestos químicos de baja toxicidad se están estudiando diferentes productos de higienización, como el ácido pe-

racético (PAA), para eliminar tanto las esporas suspendidas en el agua como las presentes en la superficie de la fruta, consiguiendo reducir el nivel de inoculo y, como consecuencia, disminuir la incidencia de podredumbre (Mari *et al.*, 2004). En nuestros estudios se pudo observar que un tratamiento de PAA al 0,03% disminuyó significativamente la incidencia de frutos podridos hasta un 26%, en comparación con el tratamiento control 100%, indicando que el PAA aplicado en postcosecha podría ser un potencial tratamiento para el control de la podredumbre parda en melocotones y nectarinas.

Tratamientos biológicos

El control biológico es la reducción de la enfermedad mediante la acción de microorganismos vivos (Baker, 1987) y es otra alternativa que ha resultado ser eficiente para el control de la podredumbre parda en postcosecha de fruta de hueso (Karabulut y Baycal, 2003, Mercier y Jiménez, 2004, Larena *et al.*, 2005, Mari *et al.*, 2007). A pesar de ello, actualmente no hay ningún agente de biocontrol disponible comercialmente para el control de la podredum-

bre parda en postcosecha de fruta de hueso. El control biológico es uno de los puntos clave de nuestro trabajo en la búsqueda de alternativas a los productos químicos de síntesis. Después de aislar más de 200 microorganismos de la superficie de melocotones y nectarinas, la cepa bacteriana identificada como CPA-8 de *Bacillus subtilis* species complex mostró una elevada efectividad para el control de *Monilinia* spp. en postcosecha de melocotones y nectarinas. También se observó un efecto aditivo en el control de la podredumbre parda al combinar este agente de control biológico con el tratamiento de agua caliente descrito anteriormente, corroborando así la importancia de combinar varios tratamientos alternativos en lugar de la aplicación de uno solo. ●

Bibliografía ▼

Existe una amplia bibliografía a disposición de nuestros lectores que pueden consultar en redaccion@eumedia.es.



la cosecha de tus sueños...

Distribuidor exclusivo de KELPAK en España:



Camino de Enmedio, 120 • 50013 Zaragoza • 976 461 516 • mail@daymsa.com • www.daymsa.com

