

■ Sanidad Vegetal

Manejo de la podredumbre amarga de los cítricos (*Galactomyces citri-aurantii*) en limón*

Gabriela M. Fogliata**, M. Eugenia Acosta***, Valeria Martínez** y M. Lorena Muñoz****

Ing. Agr., *Lic., ****Téc., Sección Fitopatología, EEAOC, gfogliata@eeaoc.org.ar

■ Introducción

La podredumbre amarga de los cítricos ("Sour Rot"), causada por el hongo *Galactomyces citri-aurantii* (syn. *Geotrichum citri-aurantii*), es una de las principales enfermedades que afecta a los frutos durante la etapa de la poscosecha.

El patógeno está presente en el suelo; de allí es dispersado por aire y por salpicaduras hacia

la superficie de los frutos. La infección ocurre a través de heridas provocadas por daños mecánicos o por insectos, y se inicia a partir de los arthroconidios del hongo presentes sobre la cáscara, cuando suceden condiciones predisponentes. Estas son: la turgencia de la cáscara, la presencia de agua libre sobre los tejidos y temperaturas entre 12°C y 36°C, siendo los frutos maduros los más susceptibles. Un fruto

podrido, a su vez, constituye una nueva fuente de inóculo. Debido a que el hongo desintegra los tejidos por acción de las enzimas, el jugo derramado dispersa al patógeno hacia otros frutos, contaminando a estos y a las superficies en contacto (Figura 1).

Los factores críticos que determinan la incidencia de esta enfermedad son: Las precipitaciones, los días de lluvia y las horas de mojado foliar

* Trabajo financiado parcialmente por AFINOA



A partir del 13 de mayo de 2016 no se aceptarán residuos de guazatina en la fruta que ingrese a la Unión Europea. Teniendo en cuenta esta restricción y que la podredumbre amarga ha sido una de las enfermedades de poscosecha predominantes en el limón en las últimas campañas en Tucumán, surgió la necesidad de

efecto se cuantificó la población del patógeno en frutos de limón antes y después del volcado en la balsa de pre-selección de un empaque comercial. Se trabajó con frutos de dos regiones citrícolas de Tucumán (centro-noreste y sur) cosechados entre fines de marzo y junio. Se detectó

que ocurran en períodos previos a la cosecha y durante el desarrollo de esta.

- El cuidado de la fruta durante los procesos de cosecha, transporte, almacenamiento y empaque, para minimizar las heridas.
- La limpieza y desinfección del empaque.
- El tipo de productos a utilizar y el momento de aplicación, debido a que a medida que los tratamientos se retrasan desde la cosecha, la eficacia del control disminuye notablemente.

En los empaques de Tucumán, el primer tratamiento que recibe la fruta luego de la cosecha es la inmersión en balsas con una solución acuosa de hipoclorito de sodio a 200 ppm de cloro libre, siendo mezclado en algunos casos con bicarbonato de sodio entre 2% y 3% de concentración. Esto tiene como objetivo disminuir la carga de patógenos presente sobre la superficie de los frutos, y con ello contribuir al manejo general de las pudriciones.

Luego, la fruta recibe la aplicación de fungicidas de acción preventiva y/o curativa. Para el control específico de la podredumbre amarga se utilizaba, hasta la campaña 2015, el fungicida guazatina, por ser el único entre los permitidos que lograba alta eficacia de control.



Figura 1. Frutos de limón con podredumbre amarga causada por *Galactomyces citri-aurantii*, EEAOC, 2015.

evaluar la eficacia de las actuales medidas de control y del fungicida alternativo propiconazole.

■ Eficacia del hipoclorito de sodio

En ensayos en condiciones controladas, se demostró que la inmersión de los frutos de limón en una solución de hipoclorito de sodio (200 ppm de cloro activo) libre de materia orgánica, durante dos minutos, fue capaz de reducir altas concentraciones (del orden del millón de conidios por mililitro) de *G. citri-aurantii* presentes sobre la cáscara, con una eficacia de entre 99% y 100%.

En los empaques, el poder desinfectante del hipoclorito se reduce rápidamente al volcar la fruta sucia que viene del campo en las balsas que lo contienen, debido a la presencia de materia orgánica, uno de los factores que inhiben en su actividad. Para evaluar este

el patógeno en el 93% de las muestras procedentes del sur, con concentraciones entre 1 y 1.000 conidios/ml. En el centro-noreste, el patógeno fue detectado en menor cantidad de muestras (57%) y en menor concentración, de 1 a 100 conidios/ml, predominando la concentración de 10 conidios/ml.

Los resultados mostraron que la eficacia del hipoclorito alcanzada en ausencia de materia orgánica (99% a 100%) sólo se mantuvo cuando la población inicial del patógeno fue baja (menor a 100 conidios/ml). Esta se redujo a 69% en frutos con 1.000 conidios/ml (máxima concentración detectada en campo).

■ Rol del bicarbonato de sodio

En los ensayos llevados a cabo en la EEAOC se observó una inhibición del crecimiento del micelio de *G. citri-aurantii* cuando se incubó el patógeno en medio de cultivo APG

**Galactomyces
citri-aurantii**
Testigo
sin tratar



1%



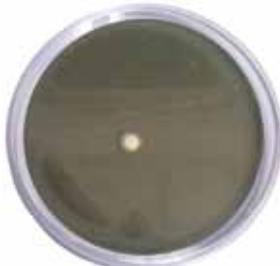
2%



3%



4%



5%

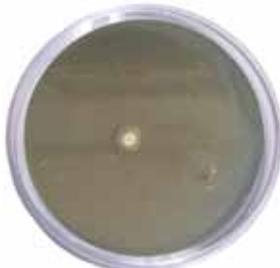


Figura 2. Inhibición del crecimiento del micelio de *Galactomyces citri-aurantii* en APG con bicarbonato de sodio, EEAOC, 2015.

conteniendo bicarbonato de sodio. La inhibición fue mayor al 90% con bicarbonato de sodio al 3%, 4% y 5%. Este efecto disminuyó significativamente a 69% y 13% al bajar la concentración de la sal a 2% y 1%, respectivamente (Figura 2).

En contraste, al tratar los conidios del patógeno durante dos minutos con estas concentraciones y sembrarlos en APG, no se observó ningún efecto de control. Estos resultados coinciden con reportes que indican que el bicarbonato de sodio no tiene acción biocida, sino fungistática (Smilanick *et al.*, 1999).

A pesar de ello, su uso no debe ser descartado debido a que en ensayos anteriores, realizados con *Penicillium digitatum* (causante del moho verde de los cítricos), se demostró su efecto cicatrizante. La incidencia de podridos se redujo en un 20% cuando frutos de limón heridos artificialmente fueron tratados con bicarbonato de sodio previo a la inoculación. En naranja, se reportó que el bicarbonato de sodio redujo entre 10% y 15% la incidencia del moho azul (*Penicillium italicum*) (Palou *et al.*, 2001). Estos resultados indican que el bicarbonato de sodio es útil para complementar los tratamientos con fungicidas.

■ Uso de desinfectantes para superficies inertes

En numerosos ensayos se demostró la alta eficacia de las sales de amonio cuaternario para eliminar los conidios *G. citri-aurantii* y de *Penicillium* spp., presentes en pisos, paredes, bins y líneas de proceso de los empaques. Sin embargo, su uso debe ser controlado para evitar que el producto se acumule en las áreas de contacto con la fruta, debido a que pueden quedar residuos en esta que superen el límite máximo (LMRs) permitido en la Unión Europea. Actualmente el LMRs es 0,1 mg/kg para cloruro de benzalconio y para cloruro de didecildimetilamonio, valor que entró en vigencia en

noviembre de 2014 y será revisado en diciembre de 2019.

En ensayos preliminares se obtuvo alta eficacia de control de patógenos con la mezcla de peróxido de hidrógeno, ácido peracético y ácido acético.

■ Propiconazole en reemplazo de la guazatina para controlar la podredumbre amarga

► Fungicida de reciente registro en la Argentina para su uso en cítricos

La Sección Fitopatología de la EEAOC viene realizando ensayos para evaluar alternativas de reemplazo de la guazatina. El propiconazole resultó ser la alternativa más adecuada debido a su eficacia demostrada mediante pruebas *in vitro* (Fogliata *et al.*, 2014) (Figura 3), y ensayos con frutas inoculadas artificialmente con *G. citri-aurantii*. La Sección Química de la EEAOC complementó los estudios con análisis de residuos y curvas de degradación. Toda esta información, sumada a la gestión de AFINOA y al apoyo de las empresas ADAMA y Decco, permitió el registro de Melanite EC (propiconazole al 25%) para su uso en cítricos en la Argentina. Este producto fue incluido en el listado de formulados registrados de Senasa con fecha de junio de 2015. En la actualidad, el LMRs permitido en fruta en la Unión Europea es 6,0 mg/kg para limón, pomelo y mandarina, y 9,0 mg/kg para naranja.

► Ensayos de eficacia de propiconazole

El fungicida propiconazole resultó eficaz para controlar la podredumbre amarga en frutos de limón inoculados artificialmente y tratados en laboratorio simulando condiciones de empaque. Se evaluaron diversas dosis que dejaron en la fruta residuos de 1,1 mg/kg a 2,6 mg/kg. En las condiciones ensayadas, una dosis de 500 ml de producto comercial al 25% cada 100 litros de caldo dejó un residuo de 2,6 mg/kg, logrando una

eficacia de control de 98%. Con dosis menores la eficacia disminuyó a 90% y 80%, correspondiendo a valores de residuos de 1,6 mg/kg y 1,1 mg/kg, respectivamente. Esta dosis puede ser usada de referencia para iniciar su aplicación en los empaques comerciales en la campaña 2016. Se deberá realizar un seguimiento para evaluar su comportamiento bajo las condiciones de aplicación de los empaques comerciales; y realizar, además, monitoreos de cepas para evaluar su resistencia, a pesar de que existen reportes que indican que el riesgo de resistencia es bajo (McKay *et al.*, 2012).



Micelio y arthroconidios de *Galactomyces citri-aurantii*.

inóculo inicial con desinfectantes y la aplicación de fungicidas:

• **Reducción del inóculo inicial:**

- **Limpieza y desinfección:** Se debe realizar en toda la instalación, poniendo énfasis en las superficies que están en contacto con la fruta y retirando los frutos podridos que constituyen una fuente de inóculo. El amonio cuaternario permite una desinfección altamente eficaz del empaque, con la ventaja de ser relativamente estable en presencia

de materia orgánica. Se debe evitar su acumulación en áreas de contacto con la fruta, para prevenir que queden residuos en esta que superen los LMRs permitidos en la Unión Europea.

- **Inmersión de la fruta en hipoclorito de sodio:** Para que se reduzca eficazmente la población de conidios de *G. citri-aurantii* presentes sobre la superficie de la cáscara, en las balsas de pre-selección y empaque, debe controlarse que se mantengan las condiciones óptimas durante toda la jornada de trabajo: concentración mínima de 200 ppm de Cl activo, pH entre 6 y 8, limpieza del agua (renovando el agua diariamente) y tiempo de exposición de la fruta al hipoclorito cercano a dos minutos.

- **Inmersión en soluciones de bicarbonato de sodio:** Este

■ **Consideraciones finales**

La estrategia para el manejo de la podredumbre amarga incluye el manejo cuidadoso de la fruta desde la cosecha para minimizar heridas, la reducción del



Centro de Saneamiento de Citrus

Habilitado por el INASE y SENASA ofrece al sector productivo material de propagación de alta calidad e identidad genética y libre de plagas y enfermedades transmisibles por injerto.

Servicios

Venta de semillas certificadas de portainjertos cítricos

Diagnóstico del virus de la psorosis de los cítricos a plantas madres semilleras

Venta de yemas certificadas
Diagnóstico de virus y viroides

Limpieza de variedades cítricas por la técnica de microinjerto de ápices caulinares

Cuarentena post-entrada de material cítrico



ESTACION EXPERIMENTAL AGROINDUSTRIAL OBISPO COLOMBRES
Tucumán | Argentina

Pensando hacia adelante

William Cross 3150 - Las Talitas - Tucumán - Argentina - Tel: (54 381) 452 1000 - Fax: (54 381) 452 1008

Testigo
G. citri-aurantii



PROPICONAZOLE

GUAZATINA

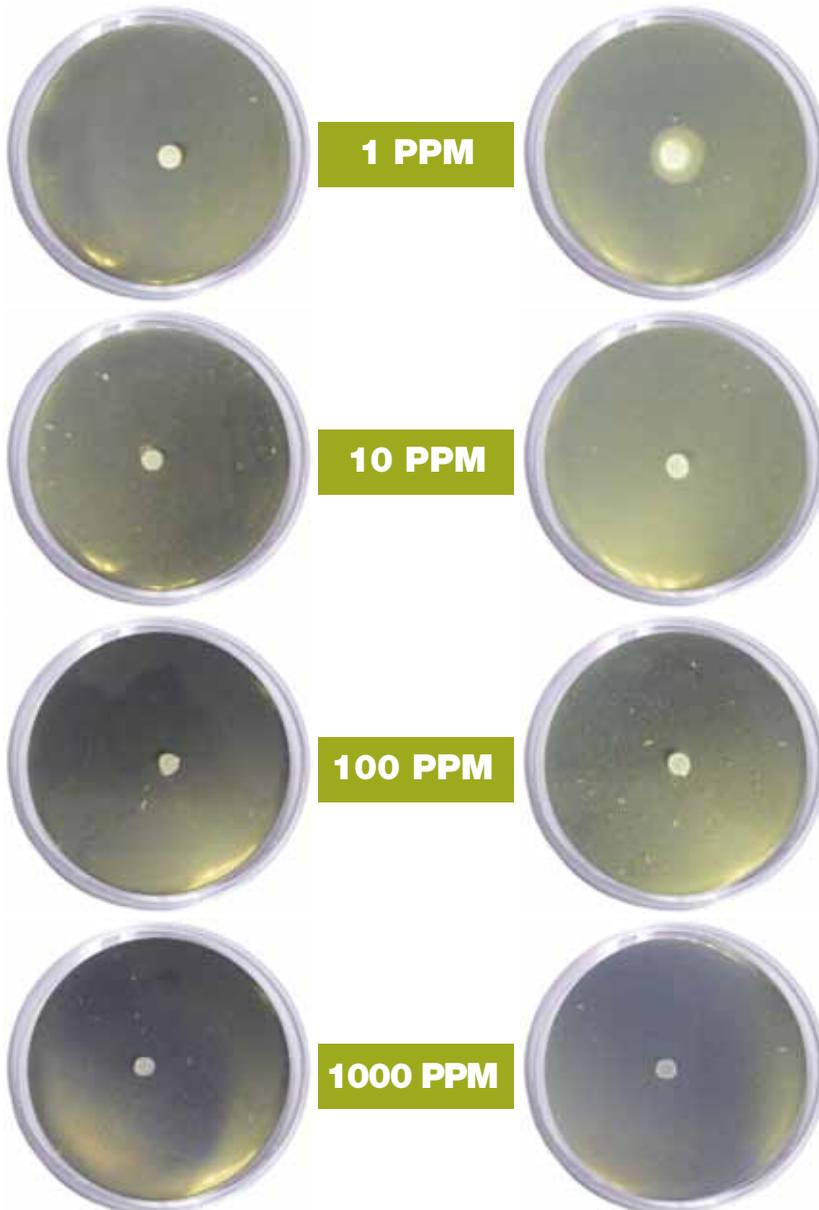


Figura 3. Inhibición del crecimiento del micelio de *Galactomyces citri-aurantii* en APG con propiconazole y guazatina, EEAOC, 2014.

tratamiento contribuye al control de las podredumbres, ya que si bien no tiene efecto biocida **muestra un efecto fungistático y cicatrizante**. Aunque la concentración óptima es de 2% a 3%, al usar en mezcla con hipoclorito de sodio se deberá ajustar la misma para evitar que eleve el pH de la solución a valores que inactiven la acción del cloro.

• **Aplicación de propiconazole:**

- El fungicida propiconazole logró controlar la podredumbre amarga en los ensayos realizados con frutos de limón inoculados artificialmente. Con las dosis evaluadas se lograron residuos en la fruta de entre 1,1 mg/kg y 2,6 mg/kg, obteniéndose una eficacia mayor a 90% cuando el residuo fue superior a 2,0 mg/kg. Deberá realizarse un seguimiento para evaluar su eficacia bajo las condiciones de aplicación de los empaques comerciales y realizar monitoreos de cepas para estimar su resistencia.

Bibliografía citada

Fogliata, G. M.; M. E. Acosta y C. V. Martínez. 2014. Eficacia *in vitro* de triazoles para el control de *Geotrichum citri-aurantii*, agente causal de la podredumbre amarga de los cítricos. Res. 3° Congreso Argentino de Fitopatología. pp. 362.

McKay, A. H.; H. Förster and J. E. Adaskaveg. 2012. Toxicity and resistance potential of selected fungicides to *Galactomyces* and *Penicillium* spp. causing postharvest fruit decays of citrus and other crops. Plant Dis. 96: 87-96.

Palou, L.; J. L. Smilanick; J. Usall and I. Viñas. 2001. Control of postharvest blue and green molds of oranges by hot water, sodium carbonate, and sodium bicarbonate. Plant Dis. 85: 371-376.

Smilanick, J. L.; D. A. Margosan; F. Mlikota; J. Usall and I. F. Michael. 1999. Control of citrus green mold by carbonate and bicarbonate salts and the influence of commercial postharvest practices on their efficacy. Plant Dis. 83: 139-145.