

Efecto de diferentes sales para el control de la podredumbre amarga de los cítricos

E. Pérez, M. Sbres, A. Guimaraens, O. Blanco, P. Alves.

Programa Nacional de Investigación en Producción Citrícola. Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. INIA Salto Grande.

Contacto: elenaperez@inia.org.uy

Introducción

Galactomyces citri-aurantii E.E. Butler es el patógeno de postcosecha de cítricos más importantes luego de los hongos del género *Penicillium*. Provoca una podredumbre blanda debido a la excreción de endo-polygalacturonasa, sustancia que causa la maceración de los tejidos. Penetra en la fruta a través de heridas y la enfermedad se desarrolla muy rápido a temperaturas mayores a 10 °C y alta humedad relativa (92 a 98%). Dentro del parque varietal de Uruguay, afecta principalmente a mandarinas, fundamentalmente cuando son desverdizadas, y limones.

Debido a la restricción de los principales mercados en cuanto al uso de fungicidas de síntesis que se aplican a las importaciones de cítricos procedentes de terceros países, en la actualidad, no se cuenta con alternativas efectivas que contemplen a todos los mercados y/o no generen consecuencias negativas a mediano plazo. Por ejemplo, no existen alternativas para el mercado Unión Europea y para Estados Unidos solamente puede ser utilizado el propiconazole. El uso de un mismo principio activo en forma prolongada genera la proliferación de cepas resistentes y la pérdida de efectividad del fungicida.

Considerando los problemas mencionados, se están evaluando sales orgánicas e inorgánicas generalmente reconocidas como seguras (GRAS) que han demostrado ser efectivas en el control del patógeno (Li et al., 2019; Palou et al., 2018; Talibi et al., 2018; Duan et al., 2016; Talibi et al., 2011).

Para algunas sales, se realizaron trabajos *in vitro* para evaluar la actividad sobre *G. citri-aurantii*. Las sales seleccionadas, en las concentraciones más efectivas, se están probando en soluciones acuosas o incluidas en cera (experimentos de laboratorio a pequeña escala) sobre frutos de limón inoculados artificialmente. Posteriormente, se realizarán ensayos a nivel comercial para validar las alternativas promisorias.

Materiales y métodos

1. Determinación de la mínima concentración inhibitoria.

Se evaluaron cuatro sales consideradas promisorias (sorbato de potasio, metabisulfito de sodio, carbonato de sodio y ácido propiónico). La mínima concentración inhibitoria fue determinada por dilución en caldo en placas de 96 pocillos utilizando medio nutritivo PDB. Las sales fueron testadas en las concentraciones: 125, 250, 500, 1000, 2000 y 4000 ppm. Se utilizaron las cepas G0 y G7 sensible y resistente a propiconazole respectivamente. La absorbancia fue medida a 620 nm en tiempo 0, 24, 48 y 72 horas luego de iniciado el experimento.

2. Efecto de las sales en el desarrollo del hongo sobre frutos artificialmente inoculados

Basado en los ensayos de actividad *in vitro* y antecedentes bibliográficos se testaron soluciones acuosas de las sales metabisulfito de sodio (3%), ácido propiónico (3%) y ácido bórico (3%) y recubrimientos de cera con la inclusión de las sales carbonato de sodio (1%), metabisulfito de sodio (0.5%) y ácido propiónico (1%). Los testigos fueron solución acuosa y cera sin agregado de sales respectivamente. Se evaluó el efecto curativo y preventivo.

Se realizó un diseño en bloques completos al azar, con dos repeticiones y 30 frutas por tratamiento. Los frutos fueron lavados, desinfectados con hipoclorito de sodio (0.1%) y enjuagados con agua de grifo. Luego fueron colocados sobre mesada de laboratorio hasta su completo secado. Para evaluar el efecto curativo, los frutos fueron inoculados previo a la aplicación de los tratamientos y para evaluar el efecto preventivo en forma opuesta. Los frutos fueron inoculados mediante herida utilizando un pincho estéril de 2 mm de profundidad por 4 mm de ancho embebido de una suspensión de 10^6 astrosporas/ml de la cepa G0, que contenía cicloheximida (0.001%). Los tratamientos con cera fueron aplicados por aspersión. Cada repetición de cada tratamiento fue colocada en cajas de cartón dispuestas en soportes para fruta que fueron embolsados en forma individual para mantener las condiciones de humedad necesarias para el desarrollo del hongo. Para ello, cada bolsa fue asperjada con agua estéril previo a su uso.

Diariamente durante 7 días se evaluó el diámetro del crecimiento del hongo y el análisis de varianza fue realizado por separado para cada momento de tiempo utilizando el procedimiento MIXED del paquete estadístico SAS. Las medias fueron separadas por test de Tukey $P < 0.05$.

Resultados:

1. Determinación de la mínima concentración inhibitoria

Se obtuvieron resultados variables para la mínima concentración inhibitoria de las sales evaluadas. El mejor control se obtuvo para metabisulfito de sodio (500 ppm), seguido por carbonato de sodio y ácido propiónico (1000 ppm) y sorbato de potasio (4000 ppm). No hubo diferencias entre cepas.

2. Efecto curativo de las sales en suspensión

Cuadro 1. Efecto de las sales en suspensión sobre el desarrollo del hongo en frutos de limón artificialmente inoculados (efecto curativo) ¹				
Tratamiento	Tiempo desde la aplicación del tratamiento (en días) ^{2,3}			
	4	5	6	7
Ácido bórico (3%)	3.13 a	7.93 a	17.20 a	26.56 a
Testigo	17.00 b	33.50 b	49.63 b	65.16 b
Metabisulfito de sodio (3%)	18.10 b	32.76 b	47.46 b	62.43 b
Ácido propiónico (3%)	28.63 c	46.56 c	64.13 c	79.24 c
¹ Media del diámetro de 30 frutos en centímetros. ² No se observó crecimiento del hongo hasta el día 3 luego de aplicados los tratamientos. ³ Medias seguidas por la misma letra en la misma columna no difieren significativamente Tukey P<0.05.				

3. Efecto preventivo de las sales en suspensión

Cuadro 2. Efecto de las sales en suspensión sobre el desarrollo del hongo en frutos de limón artificialmente inoculados (efecto preventivo) ¹				
Tratamiento	Tiempo desde la aplicación del tratamiento (en días) ^{2,3}			
	4	5	6	7
Ácido bórico (3%)	10.26 a	26.26 a	41.16 a	56.53 a
Testigo	21.90 b	38.73 b	55.33 b	70.76 b
Ácido propiónico (3%)	26.03 b	43.60 b	59.86 b	75.40b
Metabisulfito de sodio (3%)	26.76 b	44.03 b	62.16 b	77.18 b
¹ Media del diámetro de 30 frutos en centímetros. ² No se observó crecimiento del hongo hasta el día 3 luego de aplicados los tratamientos. ³ Medias seguidas por la misma letra en la misma columna no difieren significativamente Tukey P<0.05.				

4. Efecto curativo de las sales incluidas en cera

Cuadro 3. Efecto de las sales incluidas en la cera sobre el desarrollo del hongo en frutos de limón artificialmente inoculados (efecto curativo) ¹				
Tratamiento	Tiempo desde la aplicación del tratamiento (en días) ^{2,3}			
	4	5	6	7
Ácido propiónico (1%)	5.10 a	12.96 a	23.00 a	33.30 a
Carbonato de sodio (1%)	17.70 b	34.56 b	49.26 b	64.20 b
Testigo	27.03 c	42.83 bc	58.36 bc	74.26 bc
Metabisulfito de sodio (0.5%)	28.96 c	46.73 c	62.56 c	77.56 c
¹ Media del diámetro de 30 frutos en centímetros. ² No se observó crecimiento del hongo hasta el día 3 luego de aplicados los tratamientos. ³ Medias seguidas por la misma letra en la misma columna no difieren significativamente Tukey P<0.05.				

5. Efecto preventivo de las sales incluidas en cera

Cuadro 4. Efecto de las sales incluidas en la cera sobre el desarrollo del hongo en frutos de limón artificialmente inoculados (efecto preventivo) ¹				
Tratamiento	Tiempo desde la aplicación del tratamiento (en días) ^{2,3}			
	4	5	6	7
Ácido propiónico (1%)	7.93 a	19.23 a	33.56 a	49.06 a
Carbonato de sodio (1%)	18.73 b	33.50 b	49.93 b	65.88 b
Testigo	21.06 bc	37.13 b	53.10 b	69.66 b
Metabisulfito de sodio (0.5%)	24.06 c	39.50 b	56.53 b	72.20 b
¹ Media del diámetro de 30 frutos en centímetros. ² No se observó crecimiento del hongo hasta el día 3 luego de aplicados los tratamientos. ³ Medias seguidas por la misma letra en la misma columna no difieren significativamente Tukey P<0.05.				

En las condiciones del experimento, ninguna de las sales inhibió completamente el desarrollo del hongo. Sin embargo, se observó un enlentecimiento en el crecimiento micelial aplicando ácido bórico en suspensión y ácido propiónico incluido en cera tanto cuando las aplicaciones se realizaron en forma curativa como preventiva. Nuestros resultados para el ácido bórico son consistentes con estudios previos para el control de podredumbre amarga (Talibi et al., 2011) y moho verde (Smilanick and Sorenson, 2001)

Conclusiones

A partir de los resultados obtenidos, si se mantienen los resultados luego de repetidos los experimentos: a) estaremos en condiciones de evaluar el efecto del tratamiento en línea del ácido bórico aplicado en suspensión, seguido del uso de una cera con la inclusión de ácido propiónico, b) continuar con la evaluación de otras sales reconocidas como seguras que han demostrado por literatura ser potencialmente activas en el control del patógeno.

Bibliografía

- Duan XF, OuYang QL, Jing GX, Tao NG (2016) Effect of sodium dehydroacetate on the development of sour rot on Satsuma mandarin. Food Control 65:8–13. <https://doi.org.proxy.timbo.org.uy:88/10.1016/j.foodcont.2016.01.011>
- Li, L., Tang, X., Ouyang, Q., Tao, N., 2019. Combination of sodium dehydroacetate and sodium silicate reduces sour rot of citrus fruit Postharvest Biol. Technol. 151, 19–25. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.01.006>
- Palou, L. Taberner, V, Jerby N, de la Fuente I. 2018.Synergism between food additives and heat to reduce postharvest sour rot of Orange. Abstract. ICPP Congress Boston Julio 29 to August 3.
- Smilanick, J. and Sorenson, D. 2001. Control of postharvest decay of citrus fruit with calcium polysulfide. Postharvest Biol. Technol. 21:157-168.
- Talibi, I., Askarne, L., Boubaker, H., Boudyach, E.H., Aoumar, A.A. Ben, 2011. In vitro and in vivo antifungal activity of organic and inorganic salts against citrus sour rot agent Geotrichum candidum. Plant pathol J. 10(4) 138-145.