

FRUTICULTURA

Combinación de curado con desverdizado para el control de *Penicillium digitatum* en frutos de mandarina Nova

M. Cocco; G. Meier y F. Bello

INTA EEA Concordia. CC 34 (3200) Concordia, Entre Ríos. mcocco@correo.inta.gov.ar

Recibido: 07/09/09

Aceptado: 01/09/10

Resumen

Cocco, M.; Meier, G. y Bello, F. 2010. Combinación de curado con desverdizado para el control de *Penicillium digitatum* en frutos de mandarina Nova. Horticultura Argentina 29(70): 22-25

El curado es una alternativa efectiva para el control de la podredumbre verde en postcosecha de cítricos, sin embargo, es necesario estudiar la combinación con otras prácticas habituales, como es el desverdizado. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del curado previo al desverdizado sobre el control de podredumbres y sobre la calidad de los frutos. Para evaluar el control de podredumbres se utilizaron frutos de mandarina Nova en condiciones de madurez comercial e índice de color -13, inoculados con *Penicillium digitatum* y para evaluar calidad se utilizaron frutos sin inocular. Se evaluaron dos tiempos de curado (24 y 48 h) a 37 °C y como testigo se utilizaron frutos tratados con bicarbonato de sodio al 3 %. Como testigo de inoculación se utilizaron frutos inoculados tratados sólo con agua

previo al desverdizado. Luego de tratados los frutos fueron conservados 7 días a 20 °C. Se evaluaron alteraciones fisiológicas y patológicas, pérdida de peso, evolución del color y calidad interna. El control de podredumbres con curado de 48 h fue de 71 % y con 24 h de curado hubo un 47 % de control, con un 94 % de frutos podridos en el testigo. El curado no detuvo el desarrollo de color en los frutos durante el desverdizado, aunque aumentó las pérdidas de peso y el contenido de volátiles, sin llegar a generar malos sabores. Sólo se observaron alteraciones fisiológicas en el tratamiento de curado de 48 h. Por lo que un tratamiento de curado de 24 h previo al desverdizado es efectivo en el control de podredumbres sin deteriorar la calidad de los frutos.

Palabras claves adicionales: moho verde, postcosecha, cítricos, tratamientos térmicos.

Abstract

Cocco, M.; Meier, G. and Bello, F. 2010. Degreening and curing combination for the control of *Penicillium digitatum* in mandarins cv. Nova. Horticultura Argentina 29(70): 22-25

Curing is an effective alternative for the control of the green mold in citrus postharvest, but it's necessary its incorporation to other common practices as the degreening for its practical application. The objective of this work was to evaluate the mold control by curing treatment previously to degreening and its effect on fruit quality. Nova mandarin fruits at commercial maturity stage and color index -13 were used. Fruits were inoculated with *Penicillium digitatum* to evaluate the control of rottenness. Fruits without inoculating were used to evaluate quality. Two curing times (24 and 48 h) were evaluated at 37 °C and the control fruits were immersed in sodium bicarbonate (3 %) and fruits without treatments were used as ionoculation

control. After, fruits were stored for 7 days at 20 °C. Physiologic and pathological alterations, loss of weight, color evolution and internal quality were evaluated. A good control of fruit rot was observed with curing 48 h treatment (71 % rotness inhibition) and 24 h (47 %), with 94 % of rotten fruits in the control treatment. Curing didn't stop the color development in the fruits during the degreening, although it increased the losses of weight and the acetaldehyde and ethanol contents, without the off flavors generation. Physiologic alterations were only observed in the curing 48 h treatment. Therefore, a curing 24 h treatment before degreening is effective in the control of rottenness without deteriorating fruit quality.

Additional keywords: green mold, postharvest, citrus, heat treatments.

1. Introducción

El control de la podredumbre causada por moho verde (*Penicillium digitatum* Sacc.) se ha convertido en una problemática muy importante en postcosecha de cítricos debido al aumento de resistencia del hongo a los fungicidas más utilizados (Ragone, 1999; Fogliata *et al.*, 2000; Cocco, 2005). Por ello, se han evaluado alternativas físicas, químicas y bio-

lógicas (Palou, 2002). El curado en cámara con aire caliente y húmedo es un tratamiento efectivo para el control de esta podredumbre; sin embargo, por practicidad de aplicación es necesaria su incorporación a otras prácticas habituales, como el desverdizado. No obstante, esta combinación debe optimizarse ya que puede disminuir el cambio de color y alterar la calidad de los frutos (Plaza *et al.*, 2004). El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del curado

previo al desverdizado sobre el control de podredumbres y sobre la calidad de los frutos.

2. Materiales y métodos

Se utilizaron frutos de mandarina Nova (híbrido de mandarina Clementina y tangelo Orlando), en condiciones de madurez comercial (46 % jugo e IM = 8,2) e índice de color (IC) de -13 (Jiménez Cuesta *et al.*, 1981). Previo al desverdizado los tratamientos consistieron en: T1: curado durante 24 h; T2: curado durante 48 h; T3: ducha con bicarbonato de sodio al 3 % durante 30 segundos (*drencher*); T4: ducha con agua a temperatura ambiente durante 30 segundos (testigo de inoculación). Se utilizaron lotes de 30 frutos inoculados para evaluación de control de podredumbres y para evaluación de calidad se utilizaron lotes de 30 frutos sin inocular. El curado se realizó en cámara experimental en condiciones controladas de temperatura (37 °C) y humedad relativa (95 %) sin aplicación de etileno. Los frutos fueron desverdizados en cámara experimental de 18 m³ de capacidad en condiciones controladas de temperatura (21 °C) y humedad relativa (90 %), con una concentración constante de etileno de 5 ppm durante 48 h.

La inoculación se realizó mediante herida de 1 mm de diámetro y 3 mm de profundidad en la zona ecuatorial de cada fruto con elemento punzante impregnado en suspensión de 10⁶ conidios·mL⁻¹ de *Penicillium digitatum*, 18 horas previas a los tratamientos.

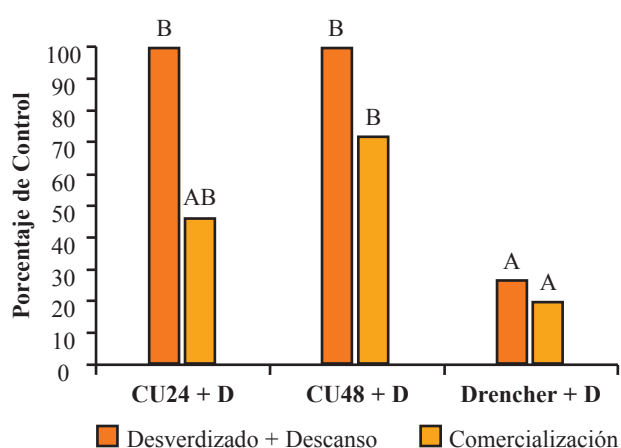


Figura 1. Control de podredumbres de los tratamientos luego del desverdizado y la simulación de comercialización. Letras diferentes indican diferencias significativas, test de Tukey (95 % de confianza). Cu24+D: Salida de 24 h de curado + 48 de desverdizado; Cu48+D: Salida de 48 h de curado + 48 de desverdizado; Drencher+D: Salida de desverdizado del tratamiento que tuvo drencher con bicarbonato.

Luego de los tratamientos y del desverdizado, los frutos se mantuvieron a 20 °C durante 7 días (simulación de comercialización), previo a la evaluación de su calidad interna y externa.

2.1 Evaluación de Calidad Externa:

La efectividad de los tratamientos en el control de alteraciones patológicas de los frutos se expresó como porcentaje de control calculado por la fórmula:

$$\% \text{ Control} = 100 - (P_{\text{Trat}} \cdot 100 - P_{\text{Test}}) \quad (1)$$

donde, PTest: porcentaje de frutos podridos del Testigo; PTrat: porcentaje de frutos podridos del Tratamiento correspondiente.

Las alteraciones fisiológicas fueron determinadas por observación visual de la totalidad de los frutos, aplicando una media ponderada denominada índice de daño, con una ponderación de 1 para alteraciones leves, 2 para alteraciones moderadas y 3 para alteraciones severas (Cohen *et al.*, 1992).

Para evaluación de pérdida de peso y evolución de color se utilizaron 25 frutos numerados por tratamiento, previamente seleccionados al azar del lote total de frutos cosechados. La pérdida de peso se expresó como pérdida porcentual del peso inicial de cada fruto. El color se midió con un colorímetro Minolta CR-300, realizando dos determinaciones en lados opuestos de la zona ecuatorial de cada fruto, medidos en el espacio de color Hunter Lab y determinando el índice de color (Jiménez Cuesta *et al.*, 1981):

$$IC = (1.000 \cdot a) \cdot (L \cdot b)^{-1} \quad (2)$$

donde, IC: índice de color; L, a y b son los parámetros de color medidos en el espacio Hunter Lab.

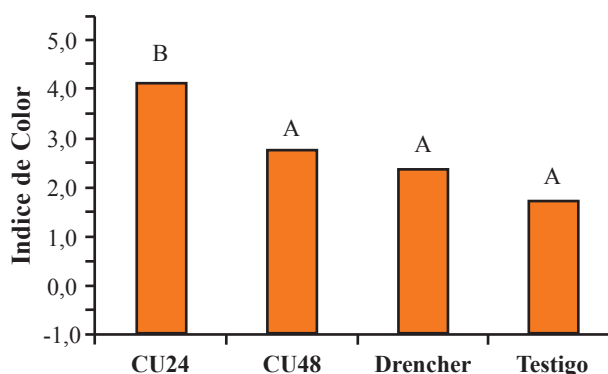


Figura 2. Índice de color de los frutos de los distintos tratamientos luego de la simulación de comercialización. Letras diferentes indican diferencias significativas, test de Tukey (95 % de confianza).

2.2 Evaluación de Calidad Interna

La calidad interna de los frutos fue evaluada en términos de contenido en jugo e índice de madurez (IM). Se determinó el contenido en sólidos solubles (ss) mediante refractometría. La acidez titulable se expresó en términos del ácido cítrico. El IM se calculó como:

$$\text{IM} = \% \text{ss} / \% \text{ac} \quad (3)$$

Todas las determinaciones se realizaron en tres muestras por tratamiento, de cinco frutos por muestra.

Se determinó el contenido de sustancias volátiles (acetaldehído y etanol) causantes de malos sabores por cromatografía gaseosa de muestras del espacio de cabeza de tres réplicas por muestra de jugo (Meier *et al.*, 2004b).

2.3 Análisis estadísticos

Los datos resultantes de las mediciones de las variables de calidad interna y externa se analizaron estadísticamente mediante análisis de la varianza con el software Statgraphics 5.1, con un 95 % de nivel de confianza. Cuando el análisis fue estadísticamente significativo, se aplicó el Test de Tukey para separación de medias ($\alpha \leq 0,05$).

3. Resultados y discusión

El control de podredumbres con tratamiento de curado de 48 h previo al desverdizado fue de un 71 % (Figura 1), inferior a lo observado en ensayos anteriores (Meier & Cocco, 2007); con 24 h de curado previo al desverdizado el control fue de 47 %,

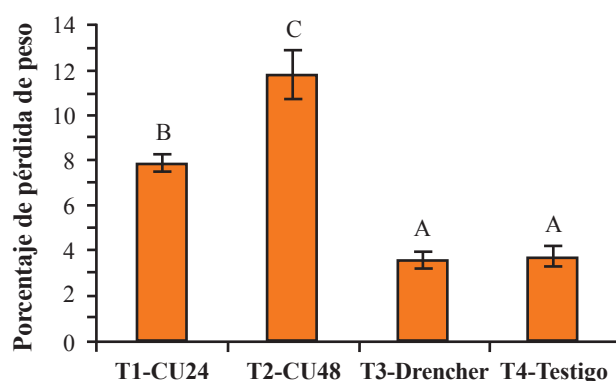


Figura 3. Pérdida de peso de los tratamientos luego de la simulación de comercialización. Letras diferentes indican diferencias significativas, test de Tukey (95 % de confianza).

Tabla 1. Índice de daño de los frutos de los distintos tratamientos luego de 7 días a 20 °C expresado como promedios y sus desviaciones estándar. Letras diferentes indican diferencia significativa (Test de Tukey, $\alpha \leq 0,05$).

Tratamiento	Índice de Daño
Desverdizado	0,0 ± 0,0 A
Drencher + Desverdizado	0,0 ± 0,0 A
Curado 24 h + Desverdizado	0,0 ± 0,0 A
Curado 48 h + Desverdizado	0,5 ± 0,1 B

inferior a los obtenidos con otras variedades de mandarina (Meier *et al.*, 2004a) y variedades de naranjas (Vázquez *et al.*, 2005; Cocco & Meier, 2007). El testigo presentó un 94 % de frutos podridos en este ensayo.

En lo que respecta a la calidad de los frutos, el curado no detuvo el desarrollo de color (Figura 2) en los frutos durante el desverdizado a diferencia de lo observado por otros autores (Plaza *et al.*, 2004), aunque aumentó las pérdidas de peso (Figura 3) y el contenido de volátiles (Figura 4). Estos resultados son similares a los obtenidos previamente con mandarinas (Meier *et al.*, 2004a; Meier & Cocco, 2007) y con naranjas (Vázquez *et al.*, 2005; Cocco & Meier, 2007), sin llegar a los niveles publicados como causantes de malos sabores (Bello *et al.*, 2008). Sólo se observaron alteraciones fisiológicas leves en el tratamiento de curado de 48 h (Tabla 1) debidas a la combinación de un curado prolongado con el desverdizado, ya que curados similares en frutos sin desverdizar, no han mostrado alteraciones en la misma variedad (Meier & Cocco, 2007) ni en otras variedades de mandarinas (Meier *et al.*, 2004a).

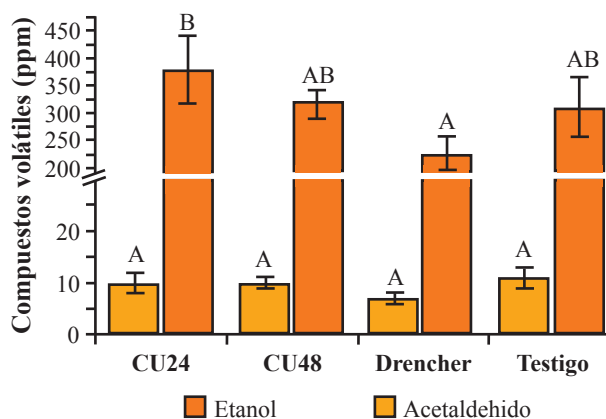


Figura 4. Contenido de volátiles de los frutos luego de la simulación de comercialización. Letras diferentes indican diferencias significativas, test de Tukey (95 % de confianza).

4. Conclusiones

Bajo las condiciones de estudio se puede concluir que un tratamiento de curado a 37 °C y 90 % de humedad relativa, durante 24 h, previo al desverdizado de los frutos es efectivo para la reducción de casi un 50 % de podredumbres por *Penicillium digitatum*, sin deteriorar la calidad externa e interna de los frutos y permitiendo una evolución de color adecuada.

5. Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el proyecto INTA PNFRU3192 "Manejo Integrado de Desórdenes Fisiológicos y Enfermedades de Fruta". Se agradece la colaboración en este trabajo de Nanci Almirón, Romina Bacigalupo y Juan Ramón Miño.

6. Bibliografía

Bello, F.; Vázquez, D.; Cocco, M.; Meier, G.E. & Ortolá Ortolá, M. 2008. Efecto de envolturas plásticas individuales en la calidad sensorial de frutos cítricos. Trabajo de Suficiencia Investigativa del Departamento de Tecnología de Alimentos de la Universidad Politécnica de Valencia. 8 Pág.

Cocco, M. 2005. Determinación de resistencia a fungicidas tradicionales en cepas de *Penicillium digitatum* y *Penicillium italicum* en distintas quintas y empaques de la región. En: Vázquez, D.E.; Meier, G.E. y Cocco, M. Actas del II Seminario Internacional de Postcosecha de Cítricos. Ediciones INTA. Argentina, pp. 104-107.

Cocco, M. & Meier, G. 2007. Control de *Penicillium digitatum* en naranjas con tratamientos térmicos. En: Actas de las VI Jornadas de Biología y Tecnología de Postcosecha y Primeras Jornadas de Postcosecha del Cono Sur. Buenos Aires, Argentina. p. 87 (Resumen).

Cohen, E.; Chalutz, E. & Shalom, Y. 1992. Reduced Chemical Treatment for Postharvest Control of Citrus Fruit Decay. Proc. Int. Soc. Citriculture, 3:1064-1065.

Fogliata, G.M.; Torres Leal, G.J. & Ploper, L.D. 2000. Detección de Cepas de *Penicillium digitatum* Sacc. resistentes a imazalil en empaques cítricos de la provincia de Tucumán (Argentina) y comportamiento de las mismas frente a fungicidas de uso corriente y fungicidas alter-

nativos. Revista Industrial y Agrícola de Tucumán. 77(2). 71-75.

Jiménez Cuesta, M.; Cuquerella, J. & Martínez Jávega, J.M. 1981. Determination of a color index for citrus fruit degreening. Proceeding International Society of Citriculture, 2: 750-752.

Meier, G.; Vallejos, E.; Vázquez, D. & Cocco, M. 2004a. Control de podredumbres en mandarinas con tratamientos alternativos a los fungicidas tradicionales: Sales de sodio y tratamiento térmico. En: Resúmenes del Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Córdoba, Argentina. Cat. 6 Producción Frutihortícola, N° 22.

Meier, G.E.; Ponte, M. & Vázquez, D.E. 2004b. Contenido de Acetaldehído y Etanol en Naranjas y Mandarinas Durante la Postcosecha. Revista de Investigaciones Agropecuarias 33 (1): 135-150.

Meier, G. & Cocco, M. 2007. Control de *Penicillium digitatum* en mandarinas con tratamientos térmicos. En: Actas del 11° Congreso Nacional de la Sociedad Uruguaya de Hortifruticultura y 3° Congreso Panamericano de Promoción al Consumo de Frutas y Hortalizas. Montevideo, Uruguay. (Resumen).

Palou, L. 2002. Avaluació de sistemes alternatius als fungicides sintètics per al control de les podridures verda i blava en postcollita de cítrics. Tesis doctoral. Universitat de Lleida. Lérida, España. 255 páginas.

Plaza, P.; Sanbruno, A.; Usall, J.; Lamarca, N.; Torres, R.; Pons, J. & Viñas, I. 2004. Integration of curing treatments with degreening to control the main postharvest diseases of clementine mandarins. Postharvest Biology and Technology 34, 29-37.

Ragone, M.E. 1999. Niveles de contaminación fúngica en galpones de empaque de exportación de frutas cítricas de la región de Concordia. Trabajo Final de Graduación. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Nacional del Nordeste. Corrientes. Argentina. 55 páginas.

Vázquez, D; Meier, G. & Cocco, M. 2005 Evaluación de la combinación de alternativas a los fungicidas tradicionales en postcosecha de cítricos. En: Actas del XXII Congreso Latinoamericano y XXVIII Congreso Argentino de Horticultura. Gral. Roca, Río Negro, Argentina. Pág. 128 (Resumen).