Combinación de curado y bicarbonato de sodio para controlar podredumbres en postcosecha de mandarinas sin fungicidas de síntesis

COCCO, M.[1]; PLAZA, P.[2]; VÁZQUEZ, D.[1]; MEIER, G.[1]; BELLO, F.[1]

RESUMEN

Ante la problemática de la resistencia a fungicidas de síntesis de los hongos causantes de podredumbres en postcosecha, se han evaluado distintos sistemas de control alternativos. Sin embargo, éstos no consiguen una reducción adecuada de podredumbres sin pérdidas en la calidad de los frutos debido a las dosis necesarias. El objetivo de este trabajo fue evaluar la combinación de tratamientos de curado (37° C, 90-95% HR) y bicarbonato de sodio (inmersión) disminuyendo las dosis necesarias para inhibir podredumbres y su efecto adverso sobre la calidad. Para ello, se combinaron tratamientos de 9 ó 18 h de curado (CU9 ó CU18, respectivamente) con la aplicación de bicarbonato de sodio al 1 ó 2% (Bic1 ó Bic2, respectivamente), para obtener control del moho verde en mandarinas Ellendale inoculadas previamente con *Penicillium digitatum*, y se evaluaron las alteraciones en la calidad externa e interna en frutos sin inocular. A su vez, se estudió el control de podredumbres y su efecto sobre la calidad externa e interna de los frutos luego de 7 días a 20º C y, como ensayo confirmatorio, se evaluaron las combinaciones CU9Bic1 y CU9Bic2, simulando una exportación (25 días a 5º C + 7 días a 20º C). Se observó una reducción considerable de podredumbres para los tratamientos de curado combinados con bicarbonato de sodio, y se confirmó para la combinación de CU9 con bicarbonato luego de la simulación de exportación. Las pérdidas de peso, por su parte, fueron muy bajas pero presentaron mayores valores que el testigo en los tratamientos de bicarbonato y CU18, mientras que CU9, solo o combinado, no se diferenció del testigo luego de 7 días a 20º C y fue superior al testigo luego de la exportación pero sin alcanzar un 5% de deshidratación. Los parámetros de calidad interna y externa no presentaron diferencias entre los tratamientos de CU9 con el testigo, a excepción de un aumento en el contenido de etanol para las dosis más elevadas luego de la simulación de exportación.

Palabras clave: tratamientos térmicos, sales de sodio, Ellendale.

ABSTRACT

Due to the resistance problems to synthetic fungicides of fungal decay in postharvest, different alternative control systems have been tested. However, they fail to adequately adequate reduction of rots without loss of fruit quality because the doses required. The aim of this work was the combination of curing treatments (37° C, 90-95% RH) and sodium bicarbonate (immersion) decreasing the doses required to inhibit rot and its adverse

[1]Grupo de Postcosecha; Estación Experimental Agropecuaria Concordia; Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA).
Correo: cocco.mariangeles@inta.gob.ar
[2]Servicio Técnico de Postcosecha - IRTA

Recibido el 17 de julio de 2013 // Aceptado el 07 de marzo de 2014 // Publicado online el 02 de abril de 2014

effect on the quality. For this, it has combined curing treatment 9 or 18 h (CU9 or CU18, respectively) with sodium bicarbonate to 1 or 2% (Bic1 or Bic2, respectively) to obtain green mold control in Ellendale mandarins previously inoculated with Penicillium digitatum, and evaluating the changes in external and internal quality in fruits without inoculate. It was evaluated the inhibition of rot and the effect on the external and internal quality of the fruit after 7 days at 20° C and then as a confirmatory assay were evaluated combinations CU9Bic1 and CU-9Bic2, simulating the exporting process (25 days at 5° C + 7 days at 20° C). There was a considerable reduction of rots by curing treatments combined with sodium bicarbonate and it was confirmed for the combination of CU9 with bicarbonate, after export simulation. Weight losses, meanwhile, were very low but the treatments bicarbonate and CU18 had higher values than the untreated, while CU9, alone or combined, did not differ after 7 days at 20° C and was greater than this after export without reaching 5% of dehydration. Parameters internal and external quality did not differ between treatments CU9 to the untreated fruits, except for an increase in the ethanol content in the highest dose, later of simulation export.

Keywords: *heat, sodium salts, Ellendale.*

INTRODUCCIÓN

Durante la postcosecha de cítricos ocurren significativas pérdidas, principalmente debidas a podredumbres causadas por mohos. Entre ellas, las provocadas por *Penicillium digitatum* y *P. italicum* son las más importantes en distintas áreas citrícolas (Palou *et al*., 2008).

Tradicionalmente las podredumbres por *Penicillium* spp. en postcosecha de cítricos se controlan con la aplicación de fungicidas. Esta práctica se ha generalizado a nivel internacional pero en los últimos años han proliferado cepas de hongos resistentes a los fungicidas, disminuyendo así su efectividad (Bus *et al*., 1991).

Debido a la resistencia de los hongos y a los elevados costos de seleccionar, sintetizar y evaluar nuevos ingredientes activos y de las dificultades para registrarlos, se ha incrementado a nivel internacional el interés en métodos "no convencionales" o "alternativos" al uso de productos de síntesis (Schirra *et al*., 2000).

Entre estas alternativas, se han estudiado tratamientos químicos con sustancias cuyos efectos tóxicos sobre personas y animales hayan sido exhaustivamente evaluados y sean mínimos. Entre estos productos están las sales de sodio (carbonato y bicarbonato) que han mostrado efectividad en el control de *P. digitatum* y *P. italicum*, tanto *in vitro* (Smilanick *et al*., 1999) como *in vivo* (Larrigaudiere *et al*., 2002; Cocco *et al*., 2009).

Otras alternativas son las que utilizan métodos físicos, entre las que se encuentra el denominado curado de los frutos, que consiste en tratarlos con aire a temperaturas de 30-40º C y humedad relativa superior al 90% durante períodos de hasta 3 días. En estas condiciones, durante 48-72 h, los niveles de control de podredumbres son prácticamente del 100% (Kinay *et al*., 2005).

A pesar de la evidencia de la elevada efectividad del curado, esta tecnología no es utilizada a nivel comercial de forma generalizada debido a que presenta algunas dificultades. Entre los problemas de aplicación, el curado emplea tiempos prolongados de proceso (varios días) y mayor consumo energético, además de alterar la calidad tanto externa (Plaza *et al*., 2003) como interna de los frutos (Schirra *et al*., 2000). Las pérdidas de calidad externa se presentan como pérdidas de peso y de textura (Plaza *et al*., 2003) y en las de calidad interna, se advierten con la generación de acetaldehído y etanol, compuestos volátiles que generan malos sabores. Por lo tanto, la reducción del tiempo de tratamiento a periodos inferiores a 24 h (Pérez *et al*., 2005), con la combinación con otros tratamientos podría permitir que se adopte esta tecnología a nivel comercial.

En intentos de integrar métodos físicos y químicos, se han evaluado combinaciones con bicarbonato de sodio pero con tiempos de curado de 48 h (Cocco *et al*., 2008). Sin embargo, en estas combinaciones se observaron efectos adversos sobre la calidad, evidenciado por pérdidas de peso, firmeza y aumento en el contenido de sustancias volátiles, especialmente con períodos de conservación superiores a 20 días (Cocco *et al*., 2008).

El objetivo de este trabajo fue evaluar la combinación de tratamientos de curado y bicarbonato de sodio a bajas dosis que permitan reducir la incidencia de podredumbres y minimizar la alteración de los parámetros de calidad externa e interna de los frutos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material biológico

Para los ensayos se utilizaron frutos de mandarina (*Citrus reticulata*) cv. Ellendale, cosechados en Concordia, Entre Ríos, con condiciones homogéneas de peso, color (IC) y calidad interna (contenido de jugo, sólidos solubles, acidez total, acetaldehído y etanol) como se observa en la tabla 1. Los frutos se agruparon aleatoriamente en lotes de 30, utilizando 3 lotes por tratamiento (réplicas) con frutos inoculados con *Penicillium digitatum* para el control de po-

Ensayo	Peso [g]	IC	Contenido de jugo [%]	SS [%]	AT [%]	Acetaldehído [ppm]	Etanol [ppm]
Completo	119 ± 30	12,7 ± 0,7	49 ± 0	14,7 ± 0,8	2,1 ± 0,5	4,9 ± 0,2	141 ± 24
Confirmatorio	138 ± 8	12,1 ± 0,7	48 ± 4	14,8 ± 0,8	2,0 ± 0,1	5,6 ± 0,6	120 ± 24

Tabla 1. Calidad inicial de los frutos de mandarina "Ellendale" (promedios y desviación estándar).

dredumbres según la metodología utilizada por Smilanick y colaboradores (1997). Para evaluación de calidad externa e interna se utilizaron 3 lotes de 10 frutos y para la pérdida de peso se evaluaron 25 frutos homogéneos sin inocular.

Diseño Experimental

Para el ensayo completo se utilizó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial de 2 factores (curado y bicarbonato), con 3 niveles por factor (curado 0,9 ó 18 h y bicarbonato al 0,1 ó 2%), con un total de 9 tratamientos. El curado se realizó en cámara con condiciones controladas (37º C y 95% HR) durante los tiempos fijados. Los tratamientos con bicarbonato de sodio se aplicaron por inmersión de los frutos durante 60 segundos en la solución de la sal a las concentraciones estudiadas, a temperatura ambiente, sin enjuague posterior. Los resultados se evaluaron después de 7 días a 20º C.

Para el ensayo confirmatorio se evaluaron las combinaciones que arrojaron mejores resultados de comportamiento global en el ensayo completo comparadas con un tratamiento testigo en que los frutos fueron tratados por inmersión en agua a temperatura ambiente, evaluando control de podredumbres en frutos inoculados y alteraciones de la calidad externa e interna en frutos sin inocular luego de simular una exportación (25 días a 5º C + 7 días a 20º C).

Variables evaluadas

1. **Control de podredumbres**. En cada fruto, de las 3 réplicas de 30 frutos, se evaluó presencia o ausencia de podredumbres y luego se calculó el nivel de reducción porcentual de podredumbres, respecto al testigo inoculado.
2. **Pérdida de peso**. Se pesaron individualmente 25 frutos por tratamiento, al inicio y a la salida de 20º C (ensayo completo) y de 5º C y 20º C (ensayo confirmatorio), expresando los resultados como pérdida de peso (PP) porcentual de cada fruto.
3. **Calidad Externa: Alteraciones fisiológicas y color**. Sobre cada fruto de las 3 réplicas se evaluó la presencia de alteraciones provocadas por los tratamientos y la evolución del color. Este último se determinó utilizando un colorímetro Minolta CR-300 en espacio de color Hunter Lab y expresándolo por el índice de color (IC) desarrollado por Jiménez Cuesta *et al*. (1981).
4. **Calidad interna**. Para evaluarla se tomaron grupos de 5 frutos de cada réplica por tratamiento (15 frutos en total). Luego se analizó contenido porcentual de jugo (Jugo [%]), contenido de sólidos solubles en forma porcentual (SS) por refractometría (Método AOAC 932.17); acidez total (AT) mediante titulación volumétrica con hidróxido de sodio 0,1 N utilizando fenolftaleína como indicador (Método AOAC 942.15) y expresado como mg de ácido cítrico en 100 mL de jugo; contenido de ácido ascórbico (AA) mediante titulación con solución valorada de 2,6 dicloroindofenol (Método AOAC 967.21) y expresado como mg de ácido ascórbico en 100 mL de jugo; y contenido de sustancias volátiles (acetaldehído y etanol) por cromatografía gaseosa (Meier *et al*., 2004b), analizando cada muestra por triplicado y expresando los resultados como concentración de acetaldehído y etanol en el jugo de los frutos [ppm].

Análisis estadístico

Los datos fueron analizados aplicando análisis de la varianza, seguido por una separación de medias por test de Tukey, con un nivel de significancia de 0,05. Se determinó efecto sinérgico por la fórmula de Limpel citado por Smilanick *et al.* (2006).

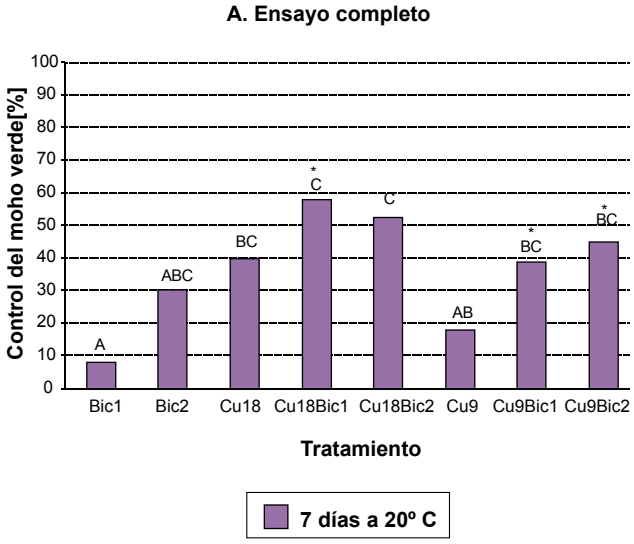
RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Control de podredumbres

Luego de 7 días a 20º C, los frutos testigo presentaron un 96% de incidencia de podredumbres, y se observó mayor control con tratamientos de 18 h de curado (CU18), combinados con bicarbonato de sodio (CU18-Bic). Los tratamientos de 9 h de curado (CU9), combinados con bicarbonato (CU9-Bic) también presentaron muy buenos controles, con niveles similares al curado de 18 h (fig. 1). El nivel de control del CU18 fue similar al obtenido por Meier *et al.* (2004a) en experiencias previas, pero superior a lo observado por Pérez *et al*. (2005) sin control de podredumbres con tratamientos únicos de 18 h de curado.

Con inmersiones en sales de sodio al 2% (Bic2) se obtuvo un 30% de control de podredumbres, nivel similar a lo observado en clementinas por Larrigaudiere *et al*. (2002). Con bicarbonato de sodio al 1% (Bic1), el control de podredumbres fue inferior al 10%, igual a lo observado en experiencias previas llevadas a cabo en mandarina Nova y Ellendale por Cocco *et al*. (2009).

La combinación de tratamientos mostró un mayor control de podredumbres, obteniéndose niveles de alrededor del



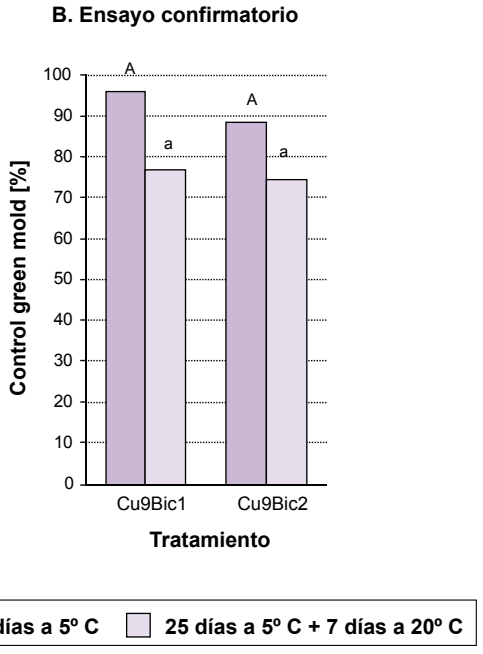
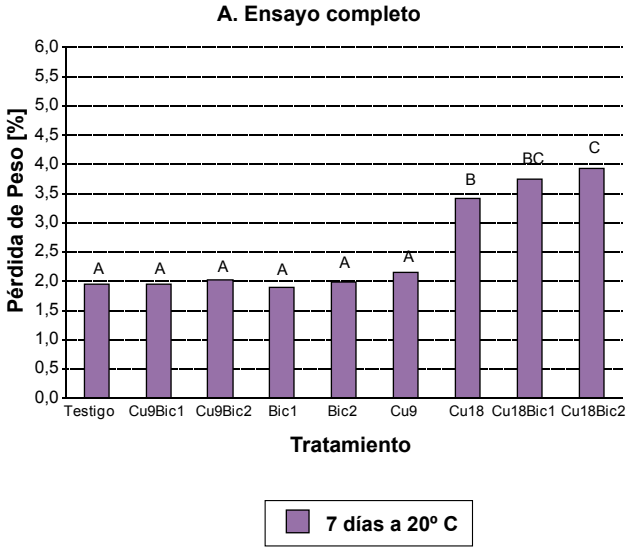


Figura 1. Efectividad de los tratamientos para el control de moho verde en mandarinas "Ellendale". **A:** Ensayo Completo y **B:** Ensayo Confirmatorio. Letras diferentes indican diferencia significativa según test de Tukey (P=0,05). Los asteriscos (*) indican combinaciones sinérgicas según la fórmula de Limpel.



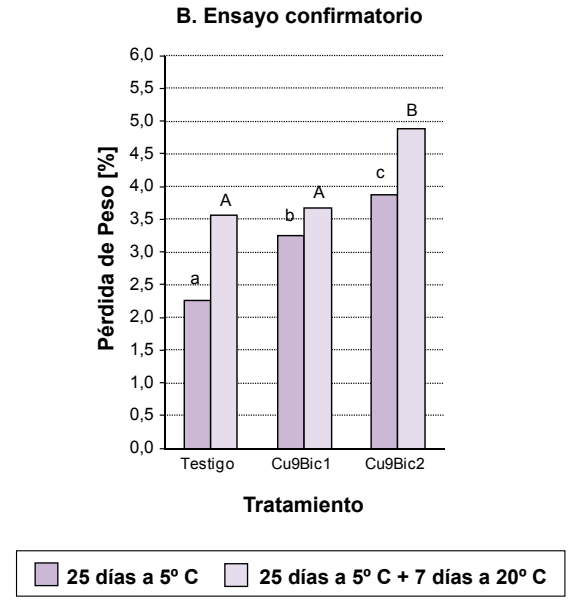


Figura 2. Pérdida de peso de los frutos con los distintos tratamientos. **A:** Ensayo Completo y **B:** Ensayo Confirmatorio. Letras diferentes indican diferencia significativa según test de Tukey (P=0,05).

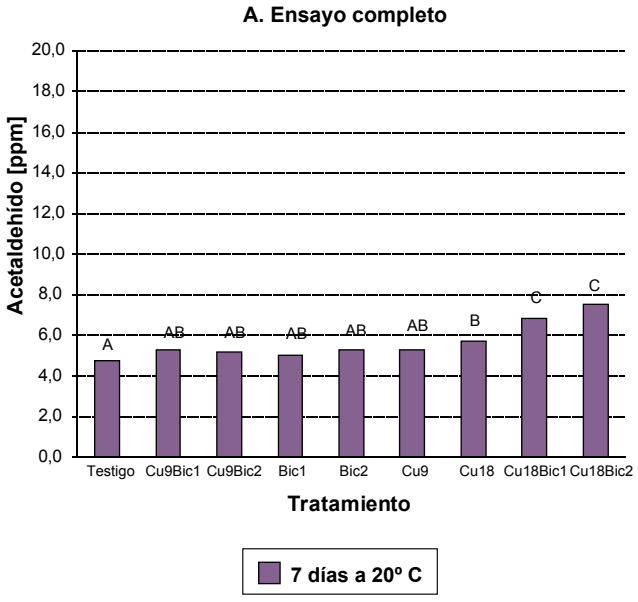
50%, especialmente con tiempos de curado de 18 h combinados con bicarbonato de sodio. La combinación CU18-Bic1 y CU9 combinado con ambas concentraciones de bicarbonato de sodio (1 y 2%), mostraron efecto sinérgico, llegando a niveles de control del 58% (CU18-Bic1), 45% (CU9-Bic2) y 39% (CU9-Bic1), respectivamente.

En los ensayos confirmatorios utilizando CU9 combinado con bicarbonato de sodio, los niveles de podredumbres del testigo fueron bajos (30%) a la salida de 5º C y del 93% a la salida de 20º C. Luego de 25 días a 5º C, se observaron niveles de control de 96% con CU9-Bic1 y 89% con CU9-Bic2, mientras que luego de la simulación de comercialización posterior (7 días a 20º C), estos niveles de control fueron de 77% con CU9-Bic1 y 75% con CU9-Bic2 (fig. 1).

Se observó que con niveles bajos de ambos factores (Bic1 y CU9), la combinación tiene mayor incidencia sobre el aumento de efectividad, mostrando efecto sinérgico en los tratamientos Cu9-Bic1 y Cu9-Bic2 (fig. 1).

Pérdida de peso

Luego de 7 días a 20º C, no se observaron diferencias significativas en la pérdida de peso de los frutos en los



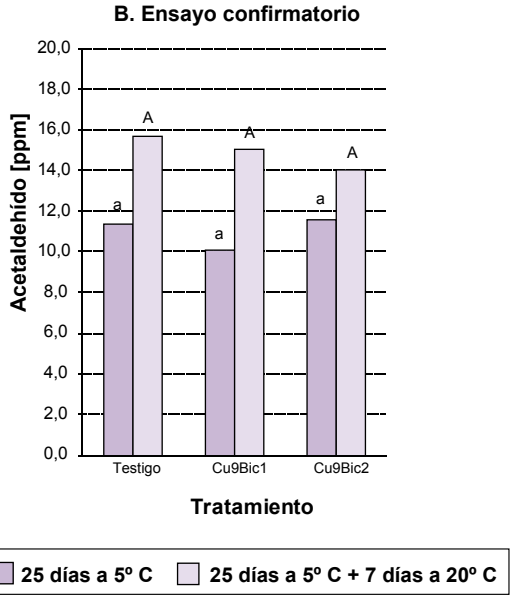
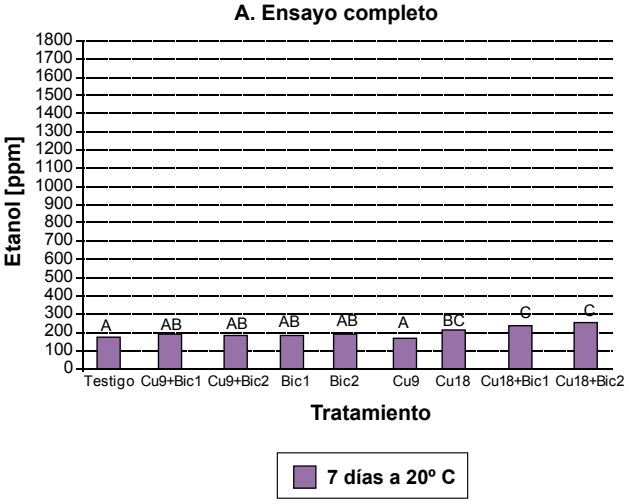


Figura 3. Efecto de los tratamientos sobre el contenido de acetaldehído de los frutos. **A:** Ensayo Completo y **B:** Ensayo Confirmatorio. Letras diferentes indican diferencia significativa según test de Tukey (P=0,05).



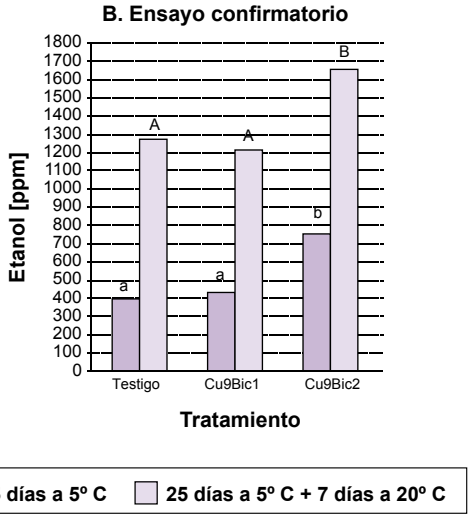


Figura 4. Efecto de los tratamientos sobre el contenido de etanol de los frutos. **A:** Ensayo Completo y **B:** Ensayo Confirmatorio. Letras diferentes indican diferencia significativa según test de Tukey (P=0,05).

tratamientos de CU9 y bicarbonato y sus combinaciones respecto del testigo sin inocular, con niveles alrededor del 2%. Por su parte, los tratamientos CU18 mostraron entre 3 y 4% de pérdida de peso (fig. 2). Con curados inferiores a 24 h, Pérez *et al*. (2005) no encontraron diferencias en pérdida de peso, que sí se observaron en períodos más prolongados de curado (Plaza *et al*., 2003).

Luego de 25 días a 5º C, los niveles de pérdida de peso fueron algo superiores a los anteriores, observándose niveles crecientes de deshidratación con el agregado de concentraciones crecientes de bicarbonato de sodio (fig. 2). Estos frutos, luego de 7 días a 20º C presentaron niveles aún superiores y la mayor pérdida de peso se observó en la combinación de CU9 y bicarbonato de sodio al 2%. Cabe aclarar que con ningún tratamiento se alcanzaron niveles de pérdida de peso del 5% (fig. 2), que es el límite donde empieza a observarse deterioro de la calidad externa de los frutos.

La pérdida de peso mayor fue cuando los frutos fueron tratados con los niveles mayores de ambos factores (CU18-Bic2), acorde con los resultados observados por Ahmed *et al*. (2007) para tiempos de curado entre 48 y 72 h.

Calidad externa

Los tratamientos aplicados no provocaron alteraciones fisiológicas y las diferencias de color no fueron significati-

Ensayo	Tratamiento	Jugo [%]	SS [%]	AT [mg/100mL]	AA [mg/100mL]
Completo (7 días a 20º C)	Testigo	49 ± 1 A	15,0 ± 0,5 A	2,1 ± 0,2 A	47 ± 2 A
	Bic1	51 ± 2 A	15,2 ± 0,4 A	2,2 ± 0,0 A	46 ± 1 A
	Bic2	52 ± 1 A	15,1 ± 0,1 A	2,2 ± 0,1 A	45 ± 2 A
	Cu9	51 ± 1 A	14,6 ± 0,2 A	2,1 ± 0,1 A	44 ± 3 A
	Cu9Bic1	49 ± 1 A	14,7 ± 0,3 A	2,0 ± 0,2 A	45 ± 1 A
	Cu9Bic2	49 ± 1 A	15,2 ± 0,4 A	2,3 ± 0,1 A	45 ± 2 A
	Cu18	50 ± 0 A	14,6 ± 0,3 A	2,0 ± 0,1 A	47 ± 4 A
	Cu18Bic1	48 ± 1 A	14,6 ± 0,5 A	2,0 ± 0,2 A	45 ± 1 A
	Cu18Bic2	49 ± 2 A	14,5 ± 0,1 A	1,9 ± 0,2 A	46 ± 0 A
Confirmatorio (25 días a 5º C)	Testigo	47 ± 1 ***a***	15,0 ± 0,3 ***a***	1,44 ± 0,03 ***a***	40 ± 1 ***a***
	Cu9Bic1	47 ± 1 ***a***	15,0 ± 0,3 ***a***	1,45 ± 0,07 ***a***	40 ± 1 ***a***
	Cu9Bic2	48 ± 1 ***a***	14,8 ± 0,5 ***a***	1,69 ± 0,15 ***b***	42 ± 2 ***a***
Confirmatorio (25 días a 5º C + 7 días a 20º C)	Testigo	49 ± 3 ***A***	14,4 ± 0,7 ***A***	1,44 ± 0,23 ***A***	38 ± 3 ***A***
	Cu9Bic1	49 ± 1 ***A***	14,9 ± 0,3 ***A***	1,30 ± 0,12 ***A***	41 ± 2 ***A***
	Cu9Bic2	50 ± 1 ***A***	14,6 ± 0,4 ***A***	1,49 ± 0,11 ***A***	41 ± 2 ***A***

Tabla 2. Efecto de los tratamientos sobre la calidad interna de mandarina "Ellendale". Letras diferentes en cada período de conservación, indican diferencia significativa según test de Tukey (P=0,05).

vas entre los tratamientos con IC de 12,9±0,6, 13,2±0,4 y 12,5±0,4, luego de 7 días a 20º C, 25 días a 5º C y 7 días a 20º C, respectivamente. Resultados similares fueron observados por Pérez *et al*. (2005), con tiempos de curado similares.

Calidad interna

Los diferentes tratamientos no mostraron alteraciones en cuanto a la calidad interna general de los frutos, luego de 7 días a 20º C o 25 días a 5º C + 7 días a 20º C (tabla 2). Con tratamientos de curado más extensos, Plaza *et al*. (2003) observaron efectos en el contenido de jugo, sólidos solubles y acidez en frutos cítricos. Estos efectos no se han observado en este ensayo, debido a los tiempos de curado evaluados, tal como lo observaron Pérez *et al*. (2005) en condiciones similares en mandarinas.

Con respecto a los volátiles, se observó que tratamientos de 18 h de curado presentaron mayores niveles tanto de acetaldehído (fig. 3) como de etanol (fig. 4), demostrando que los tratamientos tienen efecto sobre la actividad fisiológica de los frutos. Por su parte, con curados de 9 h y sus combinaciones, presentaron niveles de volátiles similares al testigo, luego de 7 días a 20º C. Pérez *et al*. (2005) encontraron que con tiempos de curado de 18 h el contenido de volátiles en mandarinas fue semejante a los testigos. Del Río *et al*. (1992), con mayores períodos de tratamiento y con otras especies cítricas sí observaron aumento del contenido de volátiles por el curado. Es de destacar que el contenido de volátiles luego de 25 días a 5º C no llegó a niveles críticos para generar malos sabores. Sin embargo, una vez llevados a 20º C los niveles aumentaron de forma considerable, especialmente en los tratamientos combinados (fig. 4).

CONCLUSIONES

El tratamiento de curado a 37° C durante 9 a 18 h controla la podredumbres provocadas por *Penicillium digitatum* en mandarinas, al igual que la inmersión en soluciones de bicarbonato de sodio del 1 al 2%. Los niveles de control con estos tratamientos individuales no suelen alcanzar la efectividad obtenida con los fungicidas de síntesis en cepas no resistentes. Estos tratamientos, por su parte, no alteran la calidad en general; sólo se produce un incremento en las pérdidas de peso con las mayores dosis.

El tiempo mínimo de curado para obtener control de podredumbres como único tratamiento en mandarina Ellendale es de 18 h.

Se observó en estas investigaciones efecto sinérgico en el control de podredumbres al combinar los tratamientos de curado e inmersión con bicarbonato de sodio, especialmente cuando los tiempos de curado fueron bajos (9 h).

La combinación de 9 h de curado con bicarbonato de sodio (tanto al 1% como al 2%) permite controlar podredumbres provocadas por *Penicillium digitatum*, en tiempos de conservación tanto cortos como largos. Esta combinación de tratamientos, no altera la calidad interna de los frutos, mostrando solamente un leve aumento en la pérdida de

peso y el contenido de etanol, cuando el período de conservación es más prolongado (simulación de exportación).

Las combinaciones de curado con bicarbonato de sodio permiten un buen control de podredumbres sin alterar mayormente los otros aspectos de calidad de los frutos.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por el proyecto INTA PNFRU-053921. Se agradece la colaboración en este trabajo de Nanci Almirón y Laura Eyman.

BIBLIOGRAFÍA

AHMED, D.M.; HAFEZ, O.M.; FOUAD, A.A. 2007. Integrated control of postharvest decay on blood orange fruits by curing, hot water and sodium carbonate applications. Research Journal of Agriculture and Biological Sciences, 3(6):590-598.

ASSOCIATION OF ANALYTICAL COMMUNITIES. 2006. OFFICIAL METHODS OF ANALYSIS. 18.º ed. Gaithersburg, Maryland, USA. Horwtiz Ed. 39 p.

BUS, V.G.; BONGERS, A.J.; RISSE, L.A. 1991. Occurrence of *Penicillium digitatum* and *P. italicum* resistant to benomyl, thiabendazole, and imazalil on citrus fruit from different geographic origins. Plant Dis., 75:1098-1100.

COCCO, M.; VÁZQUEZ, D.E.; ALBORS, A.; CHÁFER, M.; MEIER, G.E.; BELLO, F. 2008. Combinación de tratamientos térmicos y bicarbonato de sodio para el control de *Penicillium digitatum* en frutos cítricos. Rev. Iber. Tecn. Postcosecha, 9(1):55-62.

COCCO, M.; MEIER, G.; BELLO, F.; VÁZQUEZ, D. 2009. Evaluación de la efectividad de distintas concentraciones de bicarbonato de sodio en mandarinas para maximizar el control de podredumbres sin alterar la calidad de los frutos. Actas del XXXII Congreso Argentino de Horticultura. p.164. Salta, Argentina.

DEL RIO, M.A.; CUQUERELLA, J.; RAGONE, M.L. 1992. Effects of Postharvest Curing at High Temperature on Decay and Quality of “Marsh” Grapefruits and “Navel” Oranges. Proc. Int. Soc. Citriculture, 3:1081-1083.

JIMÉNEZ CUESTA, M.; CUQUERELLA, J.; MARTÍNEZ JÁVEGA, J.M. 1981. Determination of a color index for citrus fruit degreening. Proc Int. Soc. Citriculture, 2:750-752.

KINAY, P.; YILDIZ, F.; SEN, F.; YILDIZ, M.; KARACALI, I. 2005. Integration of pre- and postharvest treatments to minimize *Penicillium* decay of Satsuma mandarins. Postharvest Biology and Technology, 37:31-36.

LARRIGAUDIERE, C.; PONS, J.; TORRES, R.; USALL, J. 2002. Storage performance of Clementines treated with hot water, sodium carbonate and sodium bicarbonate dips. Journal of Horticultural Science & Biotechnology, 77(3):314-319.

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. Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos.

MEIER, G.; PONTE, E.; VÁZQUEZ, D. 2004b. Contenido de acetaldehído y etanol en naranjas y mandarinas durante la postcosecha. RIA 33(1):135-150.

PALOU, L.; SMILANICK, J.L.; DROBY, S. 2008. Alternatives to conventional fungicides for the control of citrus postharvest green and blue moulds. Stewart Postharvest Review, 2:2. 16 pp.

PÉREZ, A.G.; LUACES, P.; OLMO, M.; SANZ, C.; GARCÍA, J.M. 2005. Effect of Intermittent Curing on Mandarin Quality. Journal of Food Science, 70(1):M64-M68.

PLAZA, P.; USALL, J.; TORRES, R.; LAMARCA, N.; ASENSIO, A.; VIÑAS, I. 2003. Control of green and blue mould by curing on oranges during ambient and cold storage. Postharvest Biology and Technology, 28:195-198.

SCHIRRA, M.; D’HALLEWIN, G.; BEN-YEHOSHUA, S.; FALLIK, E. 2000. Host-patogen interactions modulated by heat treatment. Postharvest Biology and Technology, 21:71-85.

SMILANICK, J.L., MACKEY, B.E., REESE, R., USALL, J.;MARGOSAN, D.A. 1997. Influence of concentration of soda ash, temperature, and immersion period on the control of postharvest green mold of oranges. Plant Dis., 81:379-382.

SMILANICK, J.L.; MARGOSAN, D.A.; MLIKOTA, F.; USALL, J.; MICHAEL, I.F. 1999. Control of citrus green mold by carbonate salts and the influence of commercial postharvest practices on their efficacy. Plant Dis., 83(2):139-145.

SMILANICK, J.L.; MANSOUR, M.F.; MLIKOTA, F.; GOODWINE, W.R. 2006. The effectiveness of pyrimethanil to inhibit germination of *Penicillium digitatum* and to control citrus green mold after harvest. Postharvest Biology and Technology, 42:75-85.