

## Sinergia de baños de sorbato potásico y choques gaseosos a temperaturas de curado para el control no contaminante de las podredumbres verde y azul en poscosecha de cítricos

Lluís Palou y Clara Montesinos Herrero (Laboratori de Patologia. Centre de Tecnologia Postcollita (CTP). Institut Valencià d'Investigacions Agràries (IVIA). Apartat Oficial, 46113 Montcada, València. E-mail: palou\_llu@gva.es).

En ensayos realizados en el CTP del IVIA con naranjas 'Valencia Late' y mandarinas 'Clemenules' y 'Ortanique' inoculadas artificialmente con *Penicillium digitatum* y *Penicillium italicum*, hongos causantes de las podredumbres verde y azul de los cítricos, se observó un efecto sinérgico y una elevada efectividad en el control de las podredumbres con tratamientos combinados consistentes en baños de 60 s en soluciones acuosas de sorbato potásico al 3% y 62°C seguidos de choques gaseosos de 48 h de aire, 15% CO<sub>2</sub> ó 30% O<sub>2</sub> a temperatura de curado (33°C). Como control se utilizó un tratamiento de agua a 20°C seguido de exposición a aire a 20°C durante 24 h.

### INTRODUCCIÓN

En España y otros países de clima mediterráneo, las enfermedades de poscosecha de los frutos cítricos que más pérdidas económicas ocasionan son la podredumbre verde, causada por *Penicillium digitatum*, (Pers.:Fr.) Sacc. y la podredumbre azul, causada por *Penicillium italicum* Wehmer (Tuset, 1987). Durante muchos años, estos patógenos se han controlado mediante el uso de fungicidas de síntesis como el imazalil (IMZ), el ortofenilfenato sódico (SOPP) o el tiabendazol (TBZ), pero actualmente existen limitaciones importantes al uso de estos productos. La preocupación por el efecto de los residuos químicos en la salud humana y el medioambiente ha llevado a los mercados europeos a exigir niveles de residuos nulos o muy bajos en los frutos y, además, la utilización indiscriminada de estos fungicidas ha ocasionado la proliferación de cepas resistentes de los patógenos en muchas centrales citrícolas. Puesto que el control de las podredumbres es un imperativo para la comercialización, se necesitan nuevos métodos de baja toxicidad para sustituir o complementar el actual uso de los fungicidas sintéticos (PALOU y col., 2008).

Tanto algunos aditivos alimentarios y sustancias GRAS ('generally regarded as safe'; sales de carbonatos, sorbato, parabenos, benzoatos,...) como ciertos choques gaseosos de O<sub>2</sub> o CO<sub>2</sub> ensayados en el Laboratori de Patologia del CTP del IVIA han mostrado potencial como métodos alternativos de control. Concretamente, baños de 60 s en soluciones acuosas de sorbato potásico (SP) al 3% calentadas a 62°C y exposiciones de 24 o 48 h a atmósferas de 15% CO<sub>2</sub> o 30% O<sub>2</sub> a una temperatura de curado de 33°C fueron tratamientos seleccionados por su buena capacidad de control de las podredumbres verde y azul en distintos cultivares de frutos cítricos (MONTESINOS-HERRERO y col., 2009, 2012). El propósito de este trabajo fue evaluar la compatibilidad y los posibles efectos sinérgicos obtenidos con la integración de estos dos tipos de tratamientos en naranjas y mandarinas incubadas a 20°C o conservadas a 5°C. Como controles se utilizaron baños en agua a 20°C y exposiciones a aire a 20°C.

### Materiales y métodos

Los frutos utilizados en estas experiencias fueron naranjas (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) cv. Valencia Late, mandarinas clementinas (*Citrus reticulata* Blanco) cv. Clemenules y mandarinas híbridas cv. Ortanique [*C. reticulata* x (*Citrus*

*sinensis* x *C. reticulata*)]. La fruta se recogió en campos de producción comercial y se almacenó a 5°C hasta el momento de su utilización, sin aplicarle ningún tratamiento poscosecha. El inóculo se preparó a partir de aislados autóctonos de *P. digitatum* y *P. italicum* incluidos en la colección de cultivos fúngicos del CTP del IVIA. Los dos

patógenos se cultivaron en agar patata dextrosa (PDA) en placas petri a 25°C durante 7-14 días. Se prepararon suspensiones de esporas de los patógenos a una concentración de 10<sup>6</sup> esporas/ml. Los frutos se inocularon mojando el extremo de un punzón en la suspensión de esporas e introduciéndolo (1 mm de ancho y 2 mm de largo)

en la piel de los frutos en un punto de la zona ecuatorial. Los dos patógenos se inocularon en sendas caras opuestas de los frutos (Foto 1).

Para los baños de SP al 3% (p/v) se utilizaron cubos de acero inoxidable de 10 L que se calentaron a 62°C en una bañadora de acero inoxidable de 250 L de capacidad provista de dos resistencias eléctricas (Foto 2). La fruta, inoculada unas 24 h antes, se colocó dentro de cestas de acero inoxidable con paredes perforadas y se sumergió completamente dentro de las soluciones correspondientes durante 60 s (Foto 3). La fruta control se sumergió en agua sola a 20°C. Después del tratamiento, la fruta se aclaró con agua corriente a baja presión, se secó en un túnel de aire a 45°C y se sometió a los distintos choques gaseosos. Éstos se realizaron en cabinas de polimetilmetacrilato transparente, de dimensiones 82x62x87 cm en las que se inyectaron el O<sub>2</sub> o el CO<sub>2</sub> hasta las concentraciones deseadas. Las cabinas estaban situadas en una cámara de 40 m<sup>3</sup> que se acondicionó a la temperatura de cada experimento (20 ó 33°C durante 24 ó 48 h) (Foto 4). El tratamiento control consistió en la exposición de la fruta a una atmósfera de aire a 20°C durante 24 h. Los niveles de gases, temperatura y humedad relativa (HR) se obtuvieron y monitorizaron continuamente mediante un sistema de mezclas controlado por ordenador (Control-Tec®, Tecnidex S.A., Paterna, Valencia) (Foto 5). Para cada combinación de tratamientos se usaron 3 repeticiones de 25 frutos cada una. Según el ensayo, la fruta tratada se incubó a 20°C y 90% HR hasta un máximo de 22 días, o se almacenó en frío a 5°C hasta 42 días, determinándose periódicamente la incidencia de las enfermedades (número de heridas infectadas) y la posible incidencia de daños en la piel.

Para cada patógeno y tratamiento se calculó la reducción de enfermedad respecto al control (en %) mediante la expresión: (% infección control - % infección tratamiento / % infección control) × 100. Los valores se analizaron estadísticamente utilizando el análisis de varianza (ANOVA) aplicado sobre los porcentajes transformados al arcoseno de la raíz cuadrada para paliar la heterogeneidad de las varianzas.

## Resultados y discusión

Los distintos tratamientos y combinaciones realizados y los resultados obtenidos con naranjas y mandarinas incubadas a 20°C se presentan en la Gráfico 1. Con naranjas 'Valencia Late', se

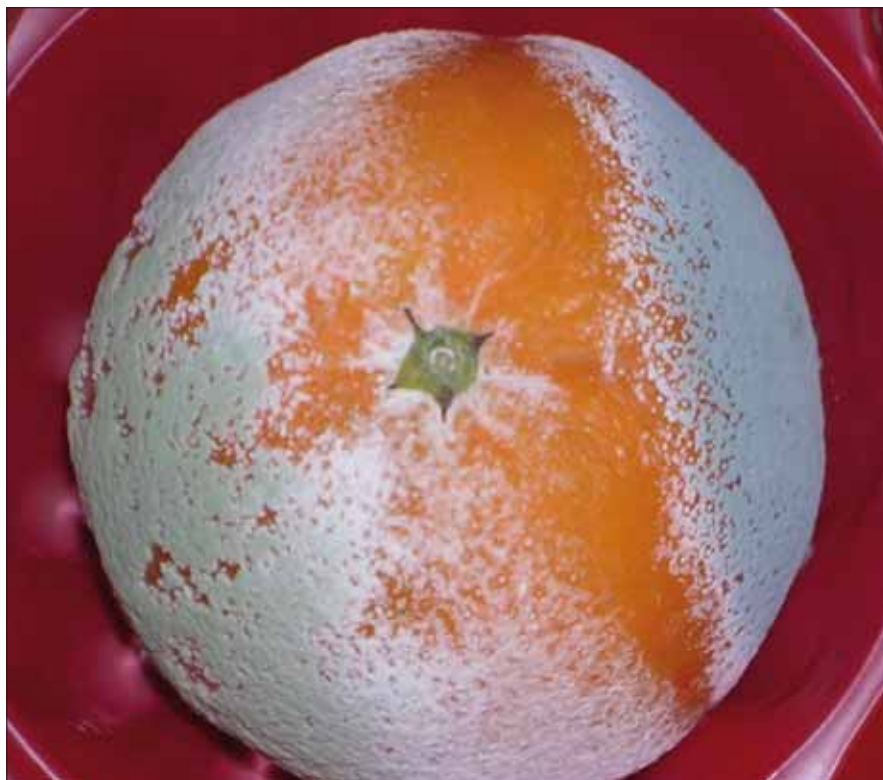


Foto 1. Mandarina 'Ortanique' inoculada artificialmente en la zona ecuatorial con *Penicillium digitatum* (izquierda) y *Penicillium italicum* (derecha) e incubada a 20°C durante 7 días.



Foto 2. Bañadora termostata utilizada para los baños en soluciones calientes de sorbato potásico.

ensayaron los baños de 60 s de SP al 3% a 62°C seguidos de una exposición de 24 h a aire a 20 o 33°C o a 15% CO<sub>2</sub> a 33°C. Los resultados de reducción de incidencia tanto de la podredumbre verde como de la azul a los 8 y 14 días de



Foto 3. Detalle de las cestas y cubos de acero inoxidable utilizados para los baños en soluciones calientes de sorbato potásico.

incubación indican claramente la gran efectividad del tratamiento con SP y la escasa efectividad de los tratamientos gaseosos de 24 h. Asimismo, se observó una sinergia entre el SP y la exposición a 33°C, mientras que la exposición a 15% CO<sub>2</sub>



# Textar® 60-T (Tiabendazol)

Sin Tiabendazol no hay conservación,  
porque sólo el Tiabendazol protege la piel de sus frutos.

® Textar es marca registrada por TECNIDEX

*Fruta sana*



Sanidad y Calidad de Frutas y Hortalizas

TECNIDEX, S.A.U. C/ Ciudad de Sevilla, 45-A  
Polígono Industrial Fuente del Jarro - 46988 PATERNA (Valencia) ESPAÑA  
T +34 961 323 415 F +34 961 321 077  
e-mail: adm@tecnidex.com • www.tecnidex.com



El diseño, el desarrollo,  
la producción y la  
comercialización de  
Productos Fitosanitarios,  
Fertilizantes, Sólidos  
e Insecticidas.



Premio  
INOVA 2005



Premio  
Cámara  
2010





Foto 4. Cabina con frutos cítricos para su tratamiento con choques gaseosos situada en el interior de una cámara de temperatura controlada.



Foto 5. Sistema automático de mezcla de gases utilizado en la planta piloto del CTP del IVIA para los ensayos de choques gaseosos.

no mejoró la exposición a aire a esa temperatura. Estos tratamientos se repitieron con mandarinas, pero utilizando choques de 30% O<sub>2</sub> y añadiendo nuevos choques gaseosos de 48 h de duración. En general, la efectividad fue mayor en mandarinas 'Ortanique' que en 'Clemenules' y algo superior contra la podredumbre verde que contra la azul. Se confirmó el escaso efecto de los choques de 24 h y la sinergia entre los baños de SP y la exposición a 33°C, sobretodo con aplicación de O<sub>2</sub>. En mandarinas conservadas a 5°C (Gráfico 2), el efecto de los tratamientos también fue mayor sobre mandarinas 'Ortanique' que 'Clemenules' y sobre la podredumbre verde que la azul, y la sinergia entre tratamientos también fue clara. La reducción de la podredumbre verde en mandarinas 'Ortanique' a los 14, 28 y 42 días con el tratamiento combinado de SP y 30% O<sub>2</sub> a 33°C durante 48 h fue del 100, 97 y 79% respectivamente. En todos los casos se observó un efecto más fungistático que fungicida de los tratamientos puesto que su capacidad de control disminuyó con el tiempo de incubación o almacenamiento frigorífico y dependió del cultivar. En ningún ensayo se observaron daños aparentes en la piel de los frutos causados por los tratamientos.

En este trabajo se confirmaron los buenos resultados reportados con tratamientos antifúngicos alternativos como los baños de SP (SMILANICK y col., 2008; MONTESINOS-HERRERO y col., 2009) o los choques gaseosos de CO<sub>2</sub> u O<sub>2</sub> a temperaturas

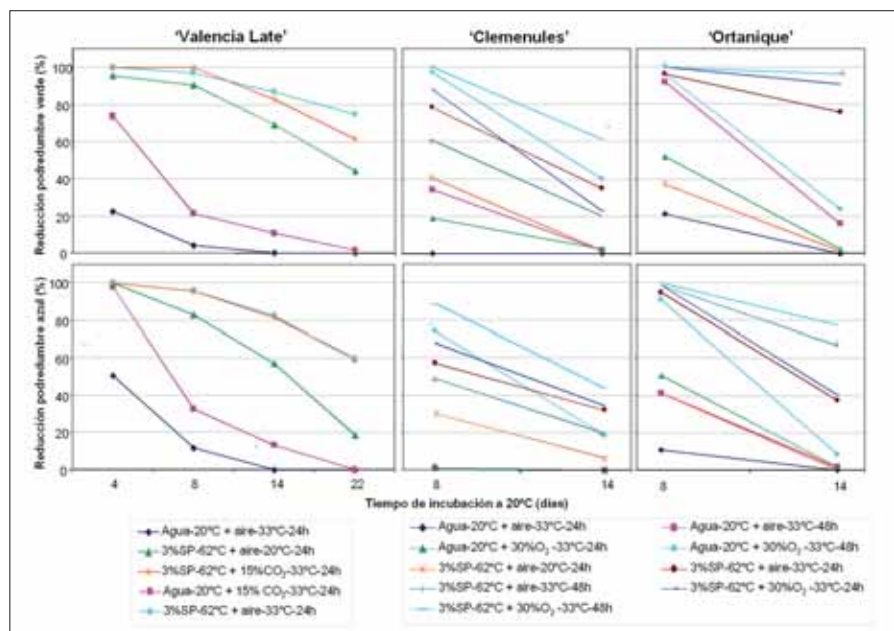


Gráfico 1. Reducción de la incidencia de las podredumbres verde y azul con respecto al tratamiento combinado control (baño de 60 s en agua a 20°C + exposición de 24 h a aire a 20°C) en naranjas 'Valencia Late' y mandarinas 'Clemenules' y 'Ortanique' inoculadas artificialmente, sometidas 24 h después a las distintas combinaciones de tratamientos de sorbato potásico (SP) y choques gaseosos e incubadas a 20°C hasta 22 días.

de curado (MONTESINOS-HERRERO y col., 2012). Gracias a la sinergia observada, los tratamientos combinados podrían ser una alternativa para la reducción de los tiempos efectivos de curado de 65 a 72 h y así facilitar la implementación comercial de este tratamiento térmico tan efectivo contra las

podredumbres verde y azul. Por supuesto, estos resultados deberían confirmarse con ensayos a escala comercial o semicomercial en los que se evaluara también el efecto de los tratamientos sobre la calidad de la fruta. En este sentido, se ha observado que el aclarado con agua a baja

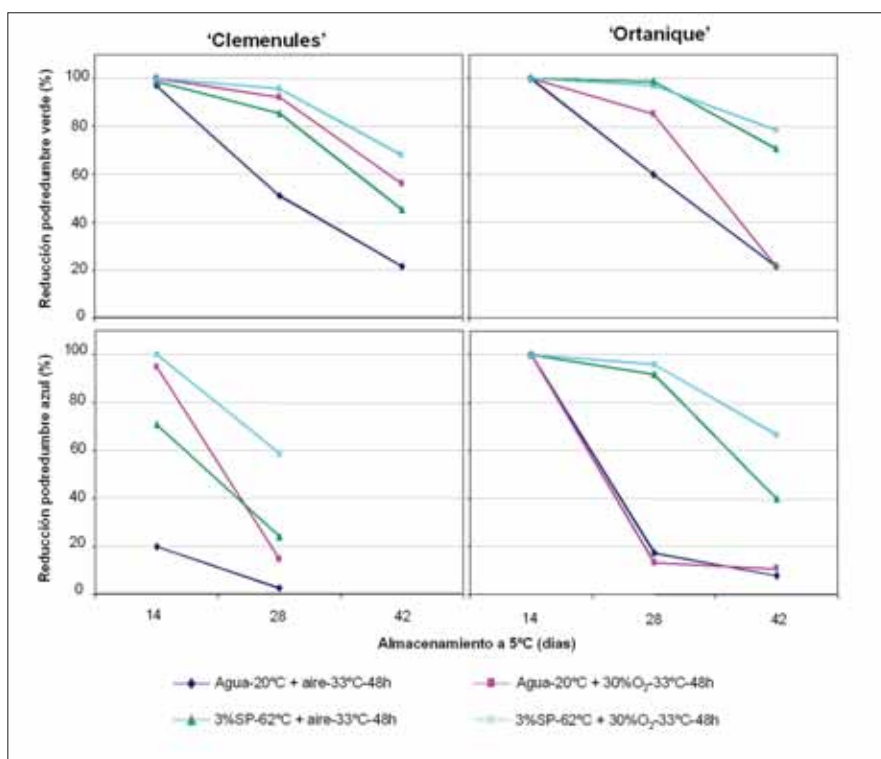
presión posterior a los baños con SP no modifica sustancialmente la efectividad antifúngica del tratamiento y sí puede evitar posibles problemas asociados a la presencia de residuos de la sal en la piel durante una conservación prolongada.

A pesar de los buenos resultados observados, estas combinaciones de tratamientos alternativos son únicamente alternativas de futuro, posiblemente restringidas a mercados ecológicos o de muy alto valor añadido. La disponibilidad actual de fungicidas convencionales y los costes de implementación y mantenimiento de los choques gaseosos son factores clave que restringen su utilización.

## Abstract

Synergistic effects and high effectiveness for disease control were observed after applying to 'Valencia' oranges and 'Clemenules' and 'Ortanique' mandarins artificially inoculated with *Penicillium digitatum* and *Penicillium italicum*, the causal agents of citrus postharvest green and blue molds, respectively, a combined treatment consisting of 60 s potassium sorbate dips at 3% and 62°C followed by 48 h exposure to air, 15% CO<sub>2</sub> or 30% O<sub>2</sub> at curing temperature (33°C). Control treatment was a water dip at 20°C followed by 24 h exposure to air at 20°C.

**Agradecimientos:** Los autores agradecen a Fontestad S.A. (Montcada, València) el suministro de fruta y asistencia técnica. Este estudio fue parcialmente financiado por el Ministerio de Educación y Ciencia (proyecto AGL2004-05271) y la Unión Europea (Programa FEDER).



**Gráfico 2.** Reducción de la incidencia de las podredumbres verde y azul con respecto al tratamiento combinado control (baño de 60 s en agua a 20°C + exposición de 24 h a aire a 20°C) en mandarinas 'Clemenules' y 'Ortanique' inoculadas artificialmente, sometidas 24 h después a las distintas combinaciones de tratamientos de sorbato potásico (SP) y choques gaseosos y almacenadas en frío a 5°C hasta 42 días.

## BIBLIOGRAFÍA

- MONTESINOS-HERRERO, C., ROJAS-ARGUDO, C. y PALOU, L. 2012. Choques gaseosos a temperaturas de curado para el control de podredumbres en poscosecha de cítricos. Levante Agrícola 411: 180-192.
- MONTESINOS-HERRERO, C., SMILANICK, J.L., DEL RÍO, M.A y PALOU, L. 2009. Tratamientos con sorbato potásico para el control de podredumbres en poscosecha de cítricos. Levante Agrícola 396: 220-226.
- PALOU, L., SMILANICK, J.L. y DROBY, S. 2008. Alternatives to conventional fungicides for the control of citrus postharvest green and blue molds. Stewart Postharvest Review 2,2: 1-16.
- SMILANICK, J.L., MANSOUR, M.F., MLIKOTA-GABLER, F. y SORENSON, D. 2008. Control of citrus postharvest green mold and sour rot by potassium sorbate combined with heat and fungicides. Postharvest Biology and Technology 47: 226-238.
- TUSET, J.J. 1987. Podredumbres de los Frutos Cítricos. Conselleria d'Agricultura i Pesca. Generalitat Valenciana, València.