



Mandarinas 'Nadorcott' inoculadas artificialmente con el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, causante de la antracnosis de los cítricos.

Desarrollo de un **NUÉVO** recubrimiento comestible antifúngico para los cítricos

Esta innovación sirve para controlar la antracnosis de los cítricos y así mantener la calidad poscosecha de la fruta frigoconservada

Victoria Martínez-Blay, María B. Pérez-Gago y Lluís Palou

Centre de Tecnologia Postcollita (CTP), Institut Valencià d'Investigacions Agràries (IVIA), 46113 Montcada, València

Email: palou_llu@gva.es

Las enfermedades de poscosecha de los cítricos son causadas por hongos patógenos que infectan la fruta antes, durante o después de la cosecha pero que se desarrollan tras la recolección, produciendo pérdidas económicas importantes al sector. La antracnosis de poscosecha, causada por *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc., se inicia en el campo con infecciones latentes en el fruto favorecidas por temperaturas y humedades relativas (HR) elevadas (Smilanick et al., 2020). Sus síntomas son manchas firmes, oscuras y secas en los frutos que pueden ocupar gran parte de su superficie y afectar significativamente su comercialización.

El control de las enfermedades de poscosecha de los cítricos se ha basado tradicionalmente en el uso de fungicidas químicos de síntesis

aplicados como soluciones acuosas o añadidos a ceras comerciales. Sin embargo, cada vez resultan más necesarios métodos de control alternativos debido a los problemas de salud humana y ambientales asociados a los residuos químicos. Entre las posibles alternativas no contaminantes, los recubrimientos comestibles (RCs) antifúngicos están ganando importancia últimamente. Los RCs pueden reducir el deterioro de frutas y hortalizas al crear una barrera semipermeable frente a gases y vapor de agua que reduce la respiración y las pérdidas de peso y firmeza y, además, pueden actuar de soporte de diversas sustancias bioactivas, como por ejemplo agentes antimicrobianos de distinta naturaleza (de Souza et al., 2020). Así, la incorporación a los RCs de compuestos químicos de baja toxicidad, como aditivos alimentarios

o sustancias GRAS ('generally recognized as safe') con actividad antifúngica, ha emergido en los últimos años como una tecnología no contaminante, viable y coste-efectiva para la sustitución en las centrales cítricas de las ceras convencionales formuladas con fungicidas químicos.

“ Los síntomas de la antracnosis son manchas firmes, oscuras y secas en los frutos ”

Hace ya más de 10 años, el Centro de Tecnología Poscosecha (CTP) del IVIA fue pionero en investigaciones dedicadas al desarrollo de nuevos RCs antifúngicos para el control integrado no contaminante de enfermedades de poscosecha (CINCEP) de fruta fresca, especialmente cítricos (Valencia-Chamorro et al., 2011; Palou et al., 2015; Foto 3). En esta reciente investigación (Martínez-Blay et al., 2020) se ha determinado la actividad antifúngica *in vitro* de diferentes aditivos alimentarios contra *C. gloeosporioides* y se han desarrollado nuevos RCs para controlar la antracnosis en mandarinas y naranjas y mantener la calidad fisicoquímica y sensorial de fruta frigoconservada. Se han evaluado emulsiones compuestas estables a base de hidroxipropil metilcelulosa (HPMC) como hidrocoloide y cera de abeja (BW) como lípido, formuladas con aditivos alimentarios previamente seleccionados *in vitro* a concentraciones del

0,1-2,0%. Las emulsiones se prepararon a 95 °C con un homogeneizador de alta velocidad y contenían 1,3% de HPMC (p/p, base húmeda, bh), 3% de BW (bh), ratios constantes de HPMC-plastificante (2:1, glicerol) y BW-emulsificante (3:1, ácido esteárico o Tween-80) y una concentración de sólidos del 6%. Se evaluó la capacidad de control de la antracnosis de los RCs seleccionados en mandarinas 'Nadorcott' y naranjas 'Valencia Late' inoculadas artificialmente, mediante una herida (1x2 mm) en la zona ecuatorial del fruto con un punzón sumergido en una suspensión de esporas de *C. gloeosporioides*. Tras 24 h a 25 °C, los frutos se recubrieron individualmente depositando 300 µL del RC correspondiente en su superficie y extendiéndolo con un movimiento rotatorio de las manos para emular la aplicación comercial en los rodillos de una línea de confección en una central cítrica (Foto 2). Como controles se utilizaron frutos inoculados con el hongo no recubiertos (Foto 1). La actividad curativa de los RCs se determinó midiendo, tras 15 días de incubación a 25 °C y 90% HR, la severidad de la enfermedad (diámetro de lesión, en mm) en fruta recubierta y refiriéndola a la severidad en la fruta control.

“ Las enfermedades poscosecha suelen controlarse con fungicidas químicos de síntesis ”



Tratamiento manual de naranjas con recubrimientos comestibles antifúngicos emulando la aplicación comercial en los rodillos de una línea de confección de cítricos.

Los RCs formulados con las sales sorbato potásico (PS, 2%), benzoato sódico (SB, 2%) y silicato potásico (PSi, 2%) fueron los más efectivos y redujeron hasta en un 70% la severidad de la antracnosis, mostrándose más efectivos en mandarinas que en naranjas.

“Estos recubrimientos pueden sustituir las ceras convencionales con fungicidas químicos”

Posteriormente se evaluó el efecto de estos tres RCs sobre la calidad fisicoquímica (pérdida de peso, firmeza, índice de madurez y volátiles) y sensorial (sabor global, malos sabores, y apariencia externa) de naranjas ‘Valencia Late’ no inoculadas y frigoconservadas. Tras 56 días de almacenamiento a 5 °C y 90% HR y 7 días de simulación de la comercialización a 20 °C, se observó que los RCs no disminuyeron significativamente la pérdida de peso, debido posiblemente a cambios en la permeabilidad de la cutícula, pero sí que afectaron a la atmósfera interna del fruto, aumentando la cantidad de CO₂ y disminuyendo la de O₂, cambios que no afectaron negativamente a la calidad fisicoquímica y sensorial de la fruta. Por tanto, estos RCs resultan interesantes para el tratamiento poscosecha de frutos cítricos, en especial de variedades de naranjas y mandarinas tempranas que necesitan ser desverdizadas con etileno exógeno para obtener su color de piel comercial. Es conocido que la exposición a este

gas estimula la germinación de *C. gloeosporioides* y el desarrollo de infecciones latentes, por lo cual los cítricos desverdizados resultan especialmente susceptibles a la antracnosis.

Dado que la desverdización se realiza antes del manejo de la fruta en la línea de confección del almacén citrícola, la aplicación de estos RCs antifúngicos puede ser un tratamiento curativo adecuado contra la antracnosis y sustituir eficazmente el uso de ceras convencionales formuladas con fungicidas químicos de síntesis. Teniendo en cuenta que en investigaciones anteriores ya se había reportado que RCs a base de HPMC-BW formulados con aditivos alimentarios pueden reducir significativamente las podredumbres verde y azul de los cítricos, causadas respectivamente por *Penicillium digitatum* y *Penicillium italicum*, estos resultados ponen de manifiesto el amplio espectro de acción de tratamientos de poscosecha con recubrimientos de este tipo, lo cual resulta de interés como nuevas herramientas de CINCEP para el sector de los cítricos. ■

Referencias bibliográficas

- de Souza, E. L., Ramos Berger, L. R., Marín, A., Pérez-Gago, M. B., Palou, L. 2020. Chitosan and other edible coatings for postharvest disease control. En: Palou, L. and Smilanick, J. L. (Eds.), *Postharvest Pathology of Fresh Horticultural Produce*. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL, EE UU. ISBN: 9781138630833. pp. 677-711.
- Martínez-Blay, V., Pérez-Gago, M. B., de la Fuente, B., Carbó, R., Palou, L. 2020. Edible coatings formulated with antifungal GRAS salts to control citrus anthracnose caused by *Colletotrichum gloeosporioides* and preserve postharvest fruit quality. *Coatings* 10: 730.
- Palou, L., Valencia-Chamorro, S. A., Pérez-Gago, M. B. 2015. Antifungal edible coatings for fresh citrus fruit: a review. *Coatings* 5: 962-986.
- Smilanick, J. L., Erasmus, A., Palou, L. 2020. Citrus fruits. En: Palou, L., Smilanick, J. L. (Eds.), *Postharvest Pathology of Fresh Horticultural Produce*. CRC Press, Taylor and Francis Group, Boca Raton, FL, EE UU. ISBN: 9781138630833. pp. 3-53.
- Valencia-Chamorro, S. A., Palou, L., del Río, M. A., Pérez-Gago, M. B. 2011. Antimicrobial edible films and coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 51: 872-900.



Grupo del CTP del IVIA que trabaja en el desarrollo de recubrimientos comestibles antifúngicos.