

# FRUTAS Y HORTALIZAS

Innovaciones en pre- y postcosecha

Editores: Manuel Joaquín **Serradilla**  
María Josefa **Bernalte García**



---

Frutas y Hortalizas: Innovaciones en pre- y postcosecha

Editores: Manuel Joaquín Serradilla

María Josefa Bernalte García

ISBN: 978-84-09-02799-6

© del texto: los autores

Diseño Portada: FUNDECYT-PCTEX

Maquetación: SOLUGRAP

---

## Selección de recubrimientos comestibles con capacidad antioxidante para extender la vida útil de berenjenas mínimamente procesadas

D. P. Uscanga-Sosa<sup>2</sup>, A. Contreras-Oliva<sup>2</sup>, A. S. Hernández-Cázares<sup>2</sup>, F. C. Gómez-Merino<sup>2</sup>, J. A. Herrera-Corredor<sup>2</sup>, M. B. Pérez-Gago<sup>1\*</sup>.

<sup>1</sup> Centro de Tecnología Poscosecha, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, 46113, Moncada (Valencia). e-mail: perez\_mbe@gva.es

<sup>2</sup> Colegio de postgraduados, Campus Córdoba, Carretera Federal Córdoba-Veracruz Km 348, Congregación Manuel León, Amatlán de los Reyes, C.P. 94946 Veracruz, México.

### Resumen

**En este estudio se formularon recubrimientos comestibles a base de polisacáridos (alginato de sodio (AlgNa), almidón de trigo (AT) y almidón de maíz (AM)) y proteínas (proteína de suero lácteo (PSL) y proteína de soya (PS)), con y sin antioxidantes (ascorbato de calcio (2% AscCa) más ácido cítrico (0.1% AC) o cisteína (0.5% Cis)) para reducir el pardeamiento enzimático de berenjenas cortadas. La capacidad de los recubrimientos para controlar el pardeamiento de berenjena cortada se evaluó a las 24 h a 20 °C. En general, los recubrimientos de PSL y AT redujeron el pardeamiento enzimático (mayor  $L^*$  y menor  $a^*$ ), mientras que los recubrimientos de PS potenciaron el pardeamiento. Además, la capacidad antioxidante de la cisteína (Cis) fue superior a la combinación de AsCa y AC.**

**Palabras clave:** *Solanum melongena* L., fresco cortado, pardeamiento enzimático, color.

### INTRODUCCIÓN

La aplicación de recubrimientos con actividad antioxidantes para controlar el pardeamiento enzimático de frutas y verduras cortadas es una de las tecnologías más novedosas y prometedoras. Sin embargo, su efectividad depende de la composición y del producto hortofrutícola. En general, el desarrollo de recubrimientos comestibles para productos vegetales cortados suele incorporar antioxidantes como el ácido cítrico (AC) y ascorbato de calcio (AsCa) (Olivas et al., 2008; González-Aguilar et al., 2010). En el caso de berenjena cortada existen pocos trabajos sobre el efecto de antioxidantes y recubrimientos comestibles para inhibir el pardeamiento enzimático (Barbagallo et al., 2012; Ghidelli et al., 2014a,b). En este sentido, el objetivo de este estudio fue evaluar diversos recubrimientos comestibles a base de polisacáridos y proteínas, con y sin la adición de agentes antioxidantes y compuestos lipídicos para berenjena mínimamente procesada.

### MATERIAL Y MÉTODOS

En un ensayo inicial se prepararon un total de 20 recubrimientos comestibles en los que se modificaron el biopolímero (AlgNa, AM, AT, PSL y PS), el lípido (ácido oleico (AO), aceite de germen de trigo (AGT), cera de abeja (CA), ácido esteárico (AE) y aceite de girasol (AG)) y los distintos antioxidantes (AsCa, AC y Cis). En un segundo ensayo se seleccionaron y optimizaron los recubrimientos de AT (3%), PSL (10%) y PS (7%). En todas las formulaciones se mantuvo una relación plastificante glicerol-polímero de 1:3. La concentración de lípidos (AO y AGT) fue 0.3% para las emulsiones de AT y 0.5% para PSL y PS. Los antioxidantes y concentraciones incorporados a las formulaciones fueron 2% AsCa+0.1% AC y 0.5% Cis.

Las berenjenas (*Solanum melongena* L) cv. Telma se consiguieron de un productor local y se procesaron el mismo día. Los frutos se desinfectaron con NaClO (150 ppm) durante 60 s y se procesaron en cubos de 2 cm de lado. Cubos de berenjena de cada fruto individual se distribuyeron entre todos los tratamientos con el objetivo de asegurar aleatoriedad y reducir el efecto de la variabilidad biológica entre frutos. Los recubrimientos se aplicaron por inmersión durante 1 min. Para el tratamiento de PSL con 2% AsCa+0.1% AC, los agentes antioxidantes se aplicaron en solución acuosa en una segunda inmersión durante 1 min. El control correspondió a frutos sumergidos en agua. Tras el secado a 5 °C, las muestras se colocaron en barquetas de polipropileno y se termosellaron con film de alta permeabilidad (64 mm de espesor, P12-2050PXNP;

---

Ilpra Systems), realizando perforaciones adicionales con una aguja para mantener condiciones atmosféricas y evaluar sólo el efecto de los recubrimientos. Finalmente, las muestras se almacenaron durante 24 h a 20 °C para evaluar los cambios de color y la calidad visual. El color (CIE  $L^*a^*b^*$ ) se midió en 12 cubos por tratamiento con un colorímetro (Minolta, CR-400). El pardeamiento visual de la berenjena cortada se evaluó a las 3 y 24 h con una escala donde al control (agua) se le asignó el valor de 10 en cada tiempo de almacenamiento y valores por debajo o encima de 10 indicaron control o inducción del pardeamiento, respectivamente.

El análisis estadístico de los resultados se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) y las diferencias entre medias se determinaron mediante la prueba de Mínima Diferencia Significativa de Fisher con un nivel de confianza del 95%.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En un primer estudio, los recubrimientos se seleccionaron en base a las características fisicoquímicas de las formulaciones (pH, viscosidad y estabilidad de la emulsión) y su capacidad para controlar el pardeamiento de berenjena cortada tras 24 h a 20 °C. La evaluación visual mostró un mayor control del pardeamiento en las muestras tratadas con los recubrimientos que contienen antioxidantes; mientras que solo los recubrimientos a base de AT y PSL sin antioxidantes mostraron un ligero efecto antioxidante en las berenjenas cortadas (no se muestran datos). En base a estos resultados, se optimizaron los recubrimientos de AT, PSL y PS, con y sin antioxidantes, y se aplicaron a berenjenas cortadas para evaluar su efecto sobre la calidad visual y el color tras 24 h a 20 °C.

La evaluación visual de la berenjena fresca cortada (Tabla 1) mostró que la aplicación de recubrimientos a base de PS dieron lugar a mayor pardeamiento en el tejido comparado con las muestras control; mientras que el menor pardeamiento se observó en las formulaciones de PSL y AT con AGT y Cis. La aplicación de AsCa + AC mostró un ligero efecto antioxidante en combinación con PSL, siendo más efectiva la aplicación con Cis. El parámetro de color que mostró de manera más objetiva el pardeamiento de la berenjena fresca cortada fue  $L^*$ . En la Figura 1 se observa que los recubrimientos a base de AT y PSL con AGT-AsCa+AC y AGT-Cis fueron los tratamientos con mayor  $L^*$  ( $> 82.00$ ), encontrando diferencias significativas respecto al control ( $L^* = 81.00$ ). Por el contrario, aquellos tratamientos con menor  $L^*$  fueron AT, PSL y PS con AO y sin antioxidantes ( $L^* < 77$ ). En general, los polímeros con mayor efectividad manteniendo la luminosidad de la berenjena cortada fueron AT y PSL, mientras que en el caso de los lípidos el AGT mantuvo mejor  $L^*$  que el AO. En todos los casos la incorporación de Cis y AsCa+AC como agentes antioxidantes mejoró la luminosidad de las muestras respecto a los RC sin antioxidantes, pero su efectividad controlando el pardeamiento respecto al control dependió de la matriz polimérica y del resto de ingredientes de las emulsiones. En general, la capacidad antioxidante de la Cis fue superior a la combinación de AsCa y AC. Estos resultados confirman los resultados reportados por Ghidelli et al. (2014a,b) que mostraron el efecto positivo de la Cis en solución acuosa o incorporada a un recubrimiento de PS controlando el pardeamiento enzimático de berenjena cortada, siendo el recubrimiento desarrollado más efectivo que el antioxidante en solución acuosa, proporcionando una vida útil de 9 días a 5 °C.

## CONCLUSIONES

Los recubrimientos comestibles ensayados más efectivos para el control del pardeamiento enzimático en berenjena cortada fueron los formulados con AT y PSL como base polimérica, AGT como fase lipídica y Cis como agente antioxidante. Estos resultados muestran la necesidad de realizar estudios preliminares para determinar el efecto de los diferentes ingredientes utilizados en los recubrimientos comestibles y para optimizar su efectividad en el control del pardeamiento enzimático de vegetales frescos cortados.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por la beca de manutención (Núm. 291062) y el apoyo de la LGAC-2 del Posgrado en Innovación Agroalimentaria Sustentable del Colegio de Postgraduados Campus Córdoba.

## REFERENCIAS

- Barbagallo, R. N., Chisari, M., and Caputa, G. 2012. Effects of calcium citrate and ascorbate as inhibitors of browning and softening in minimally processed “Birgah” eggplants. *Postharvest Biol. Technol.* 73: 107–114.
- Ghidelli, C, M. Mateos M, C. Rojas-Argudo C, and M. B. Pérez-Gago. 2014a. Effect of antioxidants on enzymatic browning of eggplant extract and fresh-cut tissue: control of enzymatic browning of cut eggplants. *J Food Process Preserv* 38:1501–10.
- Ghidelli, C., Mateos, M. Rojas-Argudo, C. and Pérez-Gago, M. B. 2014b. Extending the shelf life of fresh-cut eggplant with a soy protein–cysteine based edible coating and modified atmosphere packaging. *Postharvest Biol. Technol.* 95:81–87.
- González-Aguilar, G. A., Ayala-Zavala, J. F., Olivas, G. I., de la Rosa, L. A. and Álvarez-Parrilla, E. 2010. Preserving quality of fresh-cut products using safe technologies. *J Verbrauch Lebensm* 5: 65–72.
- Olivas, G. I., Dávila-Aviña, J. E., Salas-Salazar, N. A. and Molina, F. J. 2008. Use of edible coatings to preserve the quality of fruits and vegetables during storage. *Stewart Postharvest Rev.* 4: 1–10.

## TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1. Efecto de recubrimientos comestibles a base de almidón de trigo (AT), proteína de suero lácteo (PSL) y proteína de soya (PS) con distintos lípidos (ácido oleico (AO), aceite de germen de trigo (AGT)) y antioxidantes (ascorbato de calcio (AsCa), ácido cítrico (AC), cisteína (Cis)) en el pardeamiento visual de berenjena cortada y almacenada a 20 °C durante 3 y 24 h.

Recubrimientos comestibles (polímero / lípido – antioxidantes)	3 h			24 h		
	AT	PSL <sup>2</sup>	PS	AT	PSL <sup>2</sup>	PS
AO	11	11	11	14	15	14
AO - AsCa+AC	11	8	11	12	9	13
AO - Cis	7	7	11	9	9	12
AGT	10	8	10	12	9	14
AGT - AsCa+AC	10	11	13	8	9	13
AGT - Cis	7	7	9	7	7	12
Control <sup>1</sup>	10			10		

<sup>1</sup>Control (agua) se le asigna valor de 10 en cada tiempo de almacenamiento y se utiliza como referencia

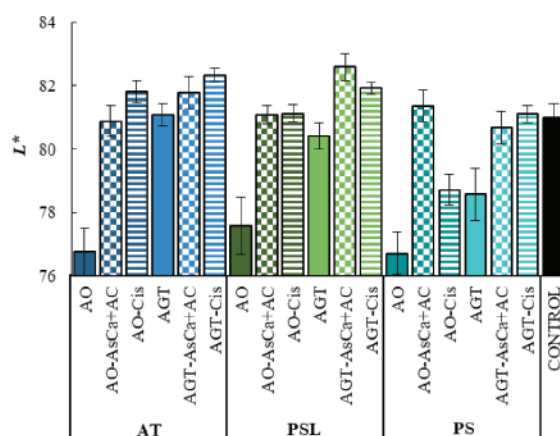


Fig. 1. Efecto de recubrimientos comestibles en el parámetro de color  $L^*$  en berenjena fresca cortada, almacenada durante 24 h a 20 °C. Los recubrimientos comestibles se formularon a base de almidón de trigo (AT), proteína de suero lácteo (PSL) y proteína de soya (PS), con la adición de ácido oleico (AO) o aceite de germen de trigo (AGT) como agentes lipídicos y ascorbato de calcio (AsCa), ácido cítrico (AC) o cisteína (Cis) como antioxidantes. Las barras verticales representan errores estándar.