

# 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

---

## **Incorporación de un extracto proteico de microalgas en un recubrimiento comestible para la conservación de la pera (cv. *Conferencia*)**

R. Fernández<sup>1</sup>, J. Barriobero<sup>2</sup>, M. B. Perez-Gago<sup>3</sup>, C. Ghidelli<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Funditec, C/ Faraday 7, 28049 Madrid email: rfernandez@funditec.es

<sup>2</sup> CTIC-CITA, C/ de Los Huertos 2, 26500 Calahorra, La Rioja

<sup>3</sup> Centro de Tecnología Poscosecha, Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA), 46113 Moncada, Valencia

<sup>4</sup> Tecnologías Avanzadas Inspiralía S. L., C/ Manuel Tovar 49, 28034 Madrid

### **Resumen**

**Las microalgas se consideran actualmente como una materia prima de alto valor para su explotación en diferentes sectores económicos. Se caracterizan por su elevada concentración de proteínas, en algunos casos, con valores superiores al 60%. En el sector alimentario la fracción proteica, una vez extraída, puede ser utilizada como compuesto estructural para procesos de encapsulación o desarrollo de recubrimientos comestibles. Así, el primer objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto en las propiedades barrera al oxígeno de extractos proteicos de microalgas *Spirulina* y *Tetraselmis* como ingredientes principales de films comestibles. Por otra parte, los mismos recubrimientos comestibles se ensayaron en pera ‘Conferencia’ durante 12 días de almacenamiento a 20°C y se compararon con un recubrimiento comercial para fruta de pepita y con fruta sin recubrir. Los films comestibles compuestos por *Spirulina* presentaron significativamente mejores propiedades barrera al oxígeno que los films formados por *Tetraselmis*. Así mismo, en los ensayos de calidad en pera ‘Conferencia’, las muestras recubiertas con extracto proteico de *Spirulina* presentaron valores más bajos en la emisión de CO<sub>2</sub> y la pérdida de peso respecto a las muestras recubiertas con extracto proteico de *Tetraselmis* y el recubrimiento comercial. Para todas las muestras estudiadas no se observaron diferencias significativas en el parámetro de color. Estos resultados indican el potencial del extracto proteico de *Spirulina* como posible compuesto para el desarrollo de un recubrimiento comestible con el fin de mejorar la calidad de la pera ‘Conferencia’ en postcosecha.**

**Palabras clave:** Microalgas, recubrimiento comestible, propiedades barrera, calidad, pera.

## **INTRODUCCION**

Diferentes biopolímeros, como polisacáridos y proteínas, han sido ampliamente utilizados para el desarrollo de recubrimientos comestibles por su capacidad de reducir la respiración y la pérdida de peso en frutas y verduras. Entre los distintos polisacáridos, los derivados de algas como alginato y carragenato se han utilizado como recubrimientos comestibles en fresa y manzana mostrando su efectividad manteniendo la calidad de los frutos (Ribeiro et al., 2007; Tapia et al., 2007).

En la actualidad, las microalgas están cobrando un alto interés en la industria alimentaria como ingredientes funcionales por ser una importante fuente de biomoléculas, como  $\beta$ -carotenos, polisacáridos, proteínas, minerales y otros nutrientes esenciales (Benelhadj et al., 2016). Entre las distintas microalgas, las pertenecientes a los géneros *Spirulina*, *Tetraselmis* y *Chlorella* se caracterizan por su elevado contenido proteico, lo que ofrece la posibilidad de que puedan ser utilizadas como componentes básicos para el desarrollo de recubrimientos comestibles para frutas y verduras. Así, este trabajo propone ser uno de los primeros en el que se estudie la incorporación de un extracto proteico de microalgas en un recubrimiento comestible a base de carboximetilcelulosa (CMC) para mejorar las propiedades barrera y la calidad de la pera ‘Conferencia’.

---

## MATERIALES Y METODOS

Como primera tarea del trabajo, se realizó el análisis de las propiedades barrera de dos microalgas *Spirulina* y *Tetraselmis* con un contenido proteico de 72% y 57%, respectivamente, incorporadas a una solución acuosa de carboximetilcelulosa (CMC). El contenido en sólidos (CS) final de la mezcla CMC-microalga fue del 3%. Las formulaciones se desgasificaron y vertieron en una placa de metacrilato para obtener un film de espesor uniforme tras su secado a temperatura ambiente. Como referencia se preparó un film de CMC sin microalgas al 3% de CS. La permeabilidad al oxígeno de los films comestibles se determinó a 23°C y 50% de humedad relativa según la norma Standard del método ASTM D3985-95 (ASTM, 1995).

En paralelo, se estudió la incorporación de los extractos proteicos de las dos microalgas (15% en base seca) en un recubrimiento comestible a base de CMC y aceite de linaza (S1: CMC- *Spirulina* y S2: CMC- *Tetraselmis*). Este último ingrediente se seleccionó por su alto índice de yodo y buena barrera al vapor de agua. Este recubrimiento se comparó con un recubrimiento comercial (COM), otro a base de CMC y aceite de linaza (S3) y fruta sin recubrir (CTL). El CS total de cada recubrimiento aplicado a la fruta fue del 1%.

Las peras de la variedad Conferencia se sumergieron durante un minuto en cada uno de los recubrimientos comestibles y se dejaron secar a temperatura ambiente. Se determinó la emisión de CO<sub>2</sub> (mL/Kg h), pérdida de peso (% respecto al peso inicial) y cambios de color (*CIELab*) durante 12 días de conservación a 20°C. Las diferencias significativas entre tratamientos se determinaron tras un análisis ANOVA mediante la prueba de MDS (p<0,05).

## RESULTADOS

La tabla 1 muestra los valores de la permeabilidad al oxígeno (PO) de los films comestibles a base de CMC con extractos proteicos de las microalgas *Spirulina* y *Tetraselmis*. Los valores más bajos de PO se obtuvieron en los films a base de CMC sin microalgas, lo que confirma la buena barrera al oxígeno de este polisacárido. En general, la incorporación de las microalgas a la matriz de CMC incrementó la PO del film comestible. Sin embargo, en el caso del extracto proteico de *Spirulina*, este incremento no fue significativo respecto a la muestra de referencia a base de CMC, mientras que el extracto proteico de *Tetraselmis* incrementó la PO por un factor de 3, lo que indica cambios importantes en la estructura del film. Análogamente, en literatura la incorporación de proteína del suero lácteo en una matriz de quitosano empeoró ligeramente la barrera al oxígeno del film comestible desarrollado (Di Pierro et al., 2006).

El efecto de los recubrimientos en peras ‘Conferencia’ dependió del tipo de recubrimiento. Todas las muestras presentaron un aumento significativo de emisión de CO<sub>2</sub> durante almacenamiento a 20°C, mostrando un pico a los 6 días (Fig. 1A). Al final de los 12 días de almacenamiento, las peras recubiertas con CMC y extracto proteico de *Spirulina*, (S1) presentaron los valores más bajos de producción de CO<sub>2</sub> respecto al resto de tratamientos, lo que indica un efecto del recubrimiento reduciendo la actividad metabólica en el fruto. Por el contrario, el resto de los tratamientos no presentaron diferencias significativas respecto a la fruta control sin recubrir. De igual manera, el recubrimiento S1 fue el más efectivo reduciendo la pérdida de peso de las peras ‘Conferencia’, mientras que no se observaron diferencias significativas entre el resto de tratamientos y el control, corroborando así la efectividad de S1 (Fig. 1B). Por otra parte, la incorporación de extractos proteicos de microalgas a los recubrimientos no afectó negativamente a la variación del color en la superficie de las peras tratadas a pesar de impartir un color verdoso a los films formados en placa (no se muestran datos).

## CONCLUSIONES

Estos resultados muestran el potencial del extracto proteico de *Spirulina* como posible ingrediente en el desarrollo de recubrimientos comestibles para fruta al mejorar la barrera al oxígeno y reducir la pérdida de peso en pera Conferencia. Aunque es necesario seguir investigando para mejorar estas propiedades.

---

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo pertenece al proyecto SALTGAE, que está co-financiado por la comisión europea dentro del programa H2020-Water-2015-689785. <http://www.saltgae.eu/>.

## REFERENCIAS

- Bai, J., and Plotto, A. (2012). Coatings for fresh fruits and vegetables. p. 185-242. In: E.A. Baldwin, R. Hagenmaier and J. Bai (eds.), Edible coatings to improve food quality, CRC Press, Boca Raton, FL.
- Benelhadj, S., Fejji, N., Degraeve, P., Attia, H., Ghorbel, D., and Gharsallaoui. (2016). Properties of lysozyme/*Arthospira plantensis* (*Spirulina*) protein complexes for antimicrobial edible packaging. *Algal res.* 15, 43-49.
- Di Pierro, P., Chico, B., Villalonga, R., Mariniello, L., Damiao, A.E., Masi, P., and Porta, R. (2006). Chitosan-Whey Protein Edible films produced in the absence or presence of transglutaminase: analysis of their mechanical and barrier properties. *Biomacromol.* 7, 744–749.
- Ribeiro, C., Vicente, A.A., Teixeira, J.A., Miranda, C. (2007). Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. *Postharvest Biol. Technol.* 44, 63-70.
- Tapia, M.S., Rojas-Grau, M.A., Rodríguez, F.J., Ramírez, J., Carmona, A., and Martin-Belloso O. (2007). Alginate and gellan-based edible films for probiotic coatings on fresh-cut fruits. *J. Food Sci.* 72, 190-196
- ASTM, (1995). Standard Test Method for Oxygen Gas Transmission Rate Through Plastic Film and Sheeting Using a Coulometric Sensor. p.532-537. In: ASTM (Eds.), Annual book of American standard testing methods, West Conshohocken, PA.

## TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1 – Permeabilidad al oxígeno (PO) y espesor de films comestibles a base de carboximetilcelulosa (CMC) con y sin microalgas. (Media±Desviación estándar).

Recubrimiento comestible	Espesor (mm)	PO ( $\mu\text{m cc/m}^2 \text{ día kPa}$ )
<i>Spirulina</i> + CMC (1:5)	0,12± 0,01	10,6± 3,0
<i>Tetraselmis</i> + CMC (1:5)	0,17± 0,03	32,8± 5,6
CMC	0,13± 0,01	6,5± 0,3

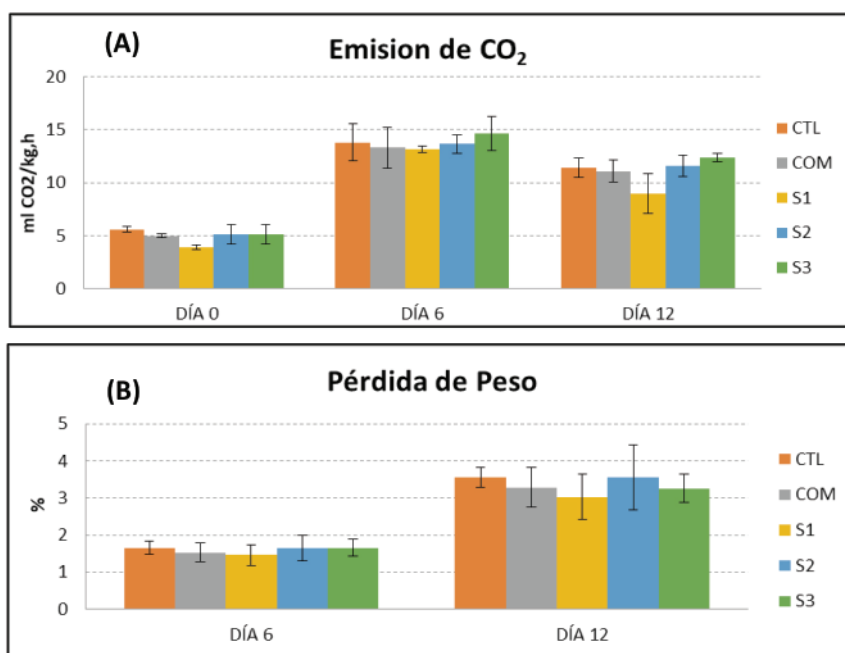


Fig. 1 – Emisión de CO<sub>2</sub> (A) y pérdida de peso (B) en pera ‘Conferencia’ recubierta con distintos recubrimientos durante 12 días de conservación a 20°C.