

## **Deshidratación osmótica de pera con aplicación de pectina y alginato como recubrimientos: cambios estructurales.**

Soteras, E. M. <sup>(1)</sup>, Rodríguez, A. <sup>(4)</sup>, García, M. A. <sup>(2)</sup>, Campañone, L. <sup>(2,3)</sup>

(1) Fac. Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. UNSL. Ruta Prov. N° 55, extremo Norte. Villa Mercedes, San Luis, Argentina.

(2) CIDCA (CONICET-CCT, UNLP y CICPBA). 47 y 116, La Plata, Argentina.

(3) Fac. Ingeniería, UNLP, 1 y 47, La Plata, Argentina.

(4) Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro de Investigación de Agroindustria. Instituto Tecnología de Alimentos. De los Reseros y Nicolás Repetto s/n, Hurlingham, Buenos Aires, Argentina. [emsoteras@unsl.edu.ar](mailto:emsoteras@unsl.edu.ar)

### **RESUMEN**

El objetivo del trabajo fue estudiar la deshidratación osmótica (DO) y la influencia de la aplicación de recubrimientos comestibles (RC) sobre la textura y microestructura de cubos de pera. Las muestras se sometieron a DO en soluciones de sacarosa (SAC) y de jarabe de glucosa (JG) de 60 °Brix a 40°C, durante diferentes tiempos. Los recubrimientos utilizados fueron pectina de bajo metoxilo (Pec) y alginato de sodio (Alg). Se determinó la cinética de pérdida de agua (WL) y ganancia de sólidos (SG) de las muestras sometidas a DO. La textura se analizó a través de la firmeza de las muestras. A través de observaciones al ESEM se evaluó la microestructura del producto y las características del recubrimiento. Los resultados mostraron diferencias para las distintas condiciones operativas: muestras deshidratadas en JG con aplicación de Alg como recubrimiento presentaron mayor WL y aquellas deshidratadas en SAC y recubiertas con pectina, presentaron un marcado efecto barrera al ingreso de sólidos. La firmeza de las muestras se conservó cuando se aplicaron los recubrimientos. Empleando la técnica ESEM se comprobó la presencia de los recubrimientos antes y después de la DO. En conclusión la aplicación de Pec y Alg como recubrimientos forman un hidrogel sobre la superficie del producto que favorece la WL, reduce la SG y permite buena retención de la firmeza.

402

**Palabras Claves:** Textura, Microestructura, Sacarosa, Glucosa, Cinéticas.

### **ABSTRACT**

The aim of this work was the study of osmotic dehydration (OD) and the influence of the application of edible coatings (RC) on texture and microstructure of pear cubes. The samples were subjected to OD in sucrose solutions (SAC) and glucose syrup (JG) at 60 °Brix and 40°C for different times. The coatings used were low methoxyl pectin (Pec) and sodium alginate (Alg). Water loss (WL) and solid gain (SG) kinetics of the samples subjected to OD was determined. The texture was analyzed through firmness of the samples. Through ESEM observations product microstructure and coating characteristics were evaluated. The results showed differences among several operating conditions: dehydrated samples in JG with Alg application as a coating presented greater WL and those dehydrated in SAC and coated with Pec had a marked barrier effect to solid uptake. The firmness of the samples was retained when the coatings were applied. ESEM allowed verifying the presence of the coatings before and after DO process. In conclusion, the application of Pec and Alg as coatings form a hydrogel on the surface which favors WL, reduces SG and allows good firmness retention.

**Keywords:** Texture, Microstructure, Sucrose, Glucose, Kinetics.

### **INTRODUCCIÓN**



La deshidratación osmótica (DO) es un proceso en el cual se pone en contacto un alimento con una solución hipertónica concentrada de azúcares y/o sales, en algunos casos directamente con azúcares o alcoholes de alto peso molecular. Como consecuencia se produce una salida de agua y de sustancias propias del alimento hacia la solución, mientras que los solutos de la misma son incorporados al alimento (Ahmed et al. 2016; Abraão et al. 2013; Khin et al. 2007). De esta forma, se reduce la actividad acuosa del producto y se evitan las reacciones químicas de deterioro y el crecimiento microbiano.

Además, la DO tiene las siguientes ventajas: (1) una mejor retención del color y sabor del producto, (2) las temperaturas de proceso suaves no afectan a las características semi-permeables de las membranas celulares, y (3) menor requerimiento de energía en comparación con el secado por aire caliente de convección forzada. A pesar de esas ventajas, sus aplicaciones comerciales son todavía bastante limitadas debido a la gran absorción de solutos, ya que se pueden alterar las características organolépticas y nutricionales del producto (Jalae et al. 2011; Mitrakas et al. 2008; Khin et al. 2007).

En los productos frutihortícolas se han utilizado recubrimientos a base de diferentes polisacáridos (pectina de bajo (LMP) y alto metoxilo (HMP), metilcelulosa, etilcelulosa, carboximetilcelulosa, maltodextrinas, almidón de papa y maíz, alginato de sodio y quitosano) para reducir la ganancia de sólidos durante la DO, mejorar las propiedades organolépticas y nutritivas y la vida útil del producto osmodeshidratado (Jalae et al. 2011). Las propiedades de barrera de los recubrimientos dependen principalmente de su composición y del método utilizado para su aplicación. A los efectos del proceso osmótico, los recubrimientos comestibles deben tener las siguientes propiedades: buena resistencia mecánica, propiedades sensoriales satisfactorias, formación fácil y rápida con técnicas simples, alta difusividad del agua y mantenimiento del hidrogel en la solución osmótica (Matuska et al. 2006).

De acuerdo a lo expuesto, en el presente estudio, se investigó el efecto de la aplicación de recubrimientos de Pectina (Pec) y de Alginato (Alg) en combinación con lactato de calcio sobre la deshidratación osmótica de cubos de pera y su influencia en los cambios estructurales del producto.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materiales

Se trabajó con peras de la variedad Packham's Triumph (*Pyrus Communis*), con un contenido de humedad de  $85.8 \pm 1.7$  % y  $12.8 \pm 1.8$  % de sólidos solubles. Para formular los recubrimientos se utilizó pectina de bajo metoxilo (Genu®-Pectin, tipo LM 102 AS, EEUU), alginato de Sodio (Alginic acid sodium salt, Powder, Viscosity 20-40 cP, Sigma), lactato de calcio pentahidratado (Parafarm®, Argentina), jarabe de glucosa (El Bahiense, Argentina) y sacarosa comercial (Ledesma, Argentina).

### Deshidratación Osmótica (DO) de las muestras

Las peras fueron lavadas, peladas y cortadas en cubos de  $1 \text{ cm}^3$ . Se prepararon soluciones de sacarosa y jarabe de glucosa de 60°Brix, estandarizadas utilizando un refractómetro digital (Hanna Instruments modelo HI96801, USA).

Los cubos de peras fueron pesados (aprox. 50 gr. de muestra) y sometidos a DO por inmersión en la soluciones, a una temperatura de 40°C. Tanto la concentración del medio osmodeshidratante como la temperatura utilizada fueron adoptadas en concordancia con lo informado por diferentes autores (Talens et al. 2012; Mitrakas et al. 2008; Khin et al. 2006). La DO se realizó con agitación a 100 rpm en un equipo Shaker (marca FERCA, modelo TT400), para distintos tiempos de proceso: 1, 2, 4, 8 y 16 hs. Transcurrido el tiempo de deshidratación se procedió a la extracción de las muestras, la cual se realizó escurriendo la solución excedente y lavando los cubos rápidamente con agua destilada. Luego se secaron con papel absorbente. Una vez realizado el acondicionamiento de las muestras se registraron los pesos de las mismas. Todos los ensayos se realizaron por duplicado.

### Preparación y aplicación de los recubrimientos

Se prepararon soluciones acuosas de pectina al 3% (p/p), de alginato al 2% (p/p) y de lactato de calcio al 5% (p/p). La metodología utilizada para la aplicación del recubrimiento de pectina (Pec) y alginato (Alg) fue la siguiente: los cubos de pera se sumergieron primero en la solución del hidrocoloide seleccionado durante 5



min, luego se escurrió la solución excedente sobre una malla plástica (2 min), se sumergieron en la solución de lactato de calcio durante 5 min, con el fin de provocar la gelación química (hidrogel) y se escurrieron nuevamente (2 min). Las muestras con recubrimientos fueron sometidas a DO como se describió previamente.

**Contenido de humedad**

La determinación de la humedad se realizó por secado en estufa de vacío a 70°C durante 48 hs hasta alcanzar peso constante (AOAC 1980). Las muestras se analizaron por triplicado.



**Determinación de sólidos solubles**

La determinación de sólidos solubles (SS) se realizó por medio de un refractómetro digital (Hanna Instruments modelo HI96801, USA) midiendo los °Brix (°Br) sobre el extracto obtenido del prensado y filtrado de una muestra de los cubos frescos y tratados, a temperatura ambiente y por triplicado.

Los resultados de las cinéticas de las DO se analizaron según las siguientes ecuaciones:

$$WR_{DO}=100(m_i-m_f)/m_i \quad (1)$$

$$WL_{DO}=WCo-WC_{DO}(1-WR_{DO}/100) \quad (2)$$

$$SG_{DO}=TS_{DO}(1-WR_{DO}/100)-TS_o \quad (3)$$

Donde,

(1)  $WR_{DO}$  = Pérdida de peso porcentual en la DO (%);  $m_i$  = Masa total de muestra sin tratar (g);  $m_f$  = Masa final de las muestras luego de la DO (g).

(2)  $WL_{DO}$  = Pérdida de agua (%);  $WCo$  = Contenido de inicial humedad =  $100 * (g \text{ agua inicial} / g \text{ muestra inicial})$ ;  $WC_{DO}$  = Contenido de humedad después de la DO =  $100 * (g \text{ agua} / g \text{ muestra tratada})$ .

(3)  $SG_{DO}$  = Ganancia de Sólidos (%);  $TS_o$  = Contenido de Sólidos totales iniciales =  $100 * (g \text{ sólidos inicial} / g \text{ muestra inicial})$ ;  $TS_{DO}$  = Contenido de Sólidos totales después de la DO =  $100 * (g \text{ sólidos} / g \text{ muestra tratada})$ .

**Textura**

La textura de las muestras sometidas a DO se evaluó mediante ensayos de punción con un texturómetro Universal Testing Machine, modelo TATX2i marca Stable Micro Systems (Surrey, Inglaterra), registrando la fuerza (N) en función del tiempo (s). En el ensayo se empleó una sonda SMSP/3 de 3 mm de diámetro, la velocidad de penetración fue de 0.5 mm/s, la distancia de penetración fue de un 50% de la altura de la muestra, este porcentaje fue seleccionado con el fin de registrar los cambios que sufre el tejido vegetal hasta el centro de la muestra. A partir de los ensayos se calculó la fuerza máxima de penetración (N). Los valores se normalizaron con respecto a los valores de las muestras frescas, a fin de disminuir las desviaciones. Se calculó el parámetro:

-Fuerza Normalizada de Penetración (FNP, adimensional): definida como la relación entre la fuerza máxima para producir la fractura superficial de la muestra tratada y la fuerza máxima para producir la fractura superficial de la muestra fresca.

Se midieron 15 muestras a temperatura ambiente (25°C), realizándose el ensayo por duplicado.

**Evaluación de la microestructura**

Con el fin de estudiar las características microestructurales tanto de los productos como de los recubrimientos seleccionados, se realizaron observaciones al microscopio electrónico de barrido ambiental (ESEM). Se utilizó un Microscopio tipo Electrónico, subtipo SEM (modelo Quanta 200-marca FEI) que permite trabajar en modo ambiental perteneciente al Laboratorio de Investigaciones de Metalurgia Física (LIMF) (Departamento de Mecánica de la Facultad de Ingeniería – UNLP). Se evaluaron la adhesividad del recubrimiento al tejido vegetal y los cambios de espesor del hidrogel debido a la DO con las diferentes soluciones deshidratantes. A tal fin se observaron las muestras antes y después del tratamiento osmótico.

**Análisis estadísticos de los resultados**

El análisis estadístico se realizó con el software STATGRAPHICS PLUS 5.1, aplicando test ANOVA y contraste de Múltiple Rangos por el procedimiento de diferencias significativa (HSD) de Tukey, para ver las diferencias entre los tratamientos con un nivel de confianza del 95%.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

A partir de los ensayos de deshidratación osmótica se evaluaron los efectos de los tratamientos aplicados y de los recubrimientos utilizados. Realizando un análisis estadístico se observó un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de las condiciones aplicadas en cuanto a la pérdida de agua (WL) y la ganancia de sólidos (SG) de



las muestras con y sin recubrimiento. A medida que transcurrió el tiempo de DO mayor fue la WL para todos los tratamientos. En el caso de SG el comportamiento con el tiempo fue similar en Sacarosa (SAC), pero en Jarabe de glucosa (JG) la SG se mantuvo, como se observa en las Figuras 1 y 2. También, se evidencia que la WL fue mayor para los tratamientos realizados con la aplicación de los recubrimientos y que la SG disminuyó en los mismos casos.

La **Tabla 1** muestra los diferentes valores de WL y SG luego de 16 horas de DO, obtenidos para los distintos tratamientos. Se observa que para las condiciones DO 60°Br-40°C en SAC, la aplicación de los recubrimientos presentó diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) con respecto a las muestras sin recubrir, siendo este efecto independiente del tipo de recubrimiento aplicado (a base de alginato o pectina). Respecto a la SG se presentaron diferencias en todas las muestras. Para los tratamientos de DO 60°Br-40°C en JG se presentaron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las muestras control y las recubiertas en cuanto a WL y SG, lo que demuestra el impacto del recubrimiento en los tratamientos propuestos. La mayor WL se presentó en el tratamiento con JG y Alg como recubrimiento y la menor SG se observó en el tratamiento con JG y Pec como recubrimiento lo que podría marcar una fuerte influencia de este sustrato y de los recubrimientos en su comportamiento durante la DO.

**Tabla 1.** Comparación de los diferentes tratamientos en cuanto a la pérdida de agua (WL) y ganancia de sólidos (SG) luego de 16 horas, valores considerados de equilibrio.

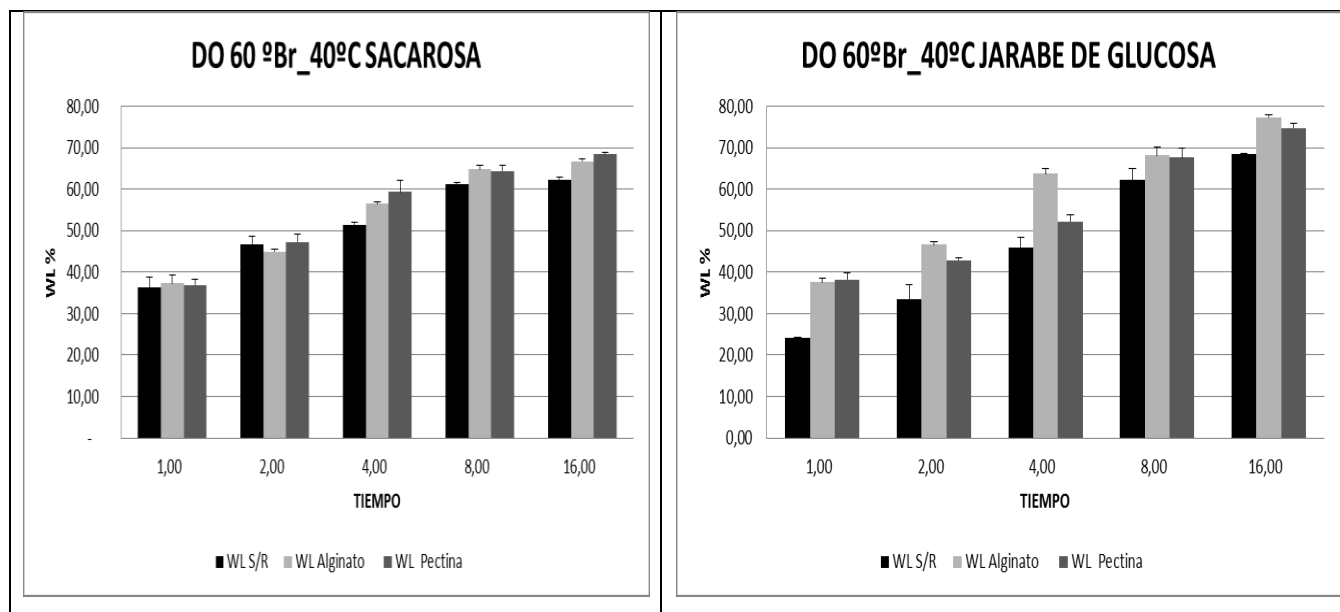
Tratamientos	Muestras	WL	SD	SG	SD
DO 60°Br_40°C Sacarosa	Sin recubrimiento	62,28 <sup>a</sup>	0,68	15,22 <sup>a</sup>	0,12
	Alginato	66,79 <sup>b</sup>	0,53	12,13 <sup>b</sup>	0,41
	Pectina	68,42 <sup>b</sup>	0,36	10,01 <sup>c</sup>	0,24
DO 60°Br_40°C Jarabe de glucosa	Sin recubrimiento	68,39 <sup>a</sup>	0,17	4,13 <sup>a</sup>	0,13
	Alginato	77,38 <sup>b</sup>	0,48	1,70 <sup>b</sup>	0,15
	Pectina	74,82 <sup>b</sup>	1,08	0,82 <sup>c</sup>	0,29

Valores medios y desviación estándar (SD). a, b, c Letras diferentes en la misma columna y fila del tratamiento indican diferencias significativas del 95% de nivel de confianza.

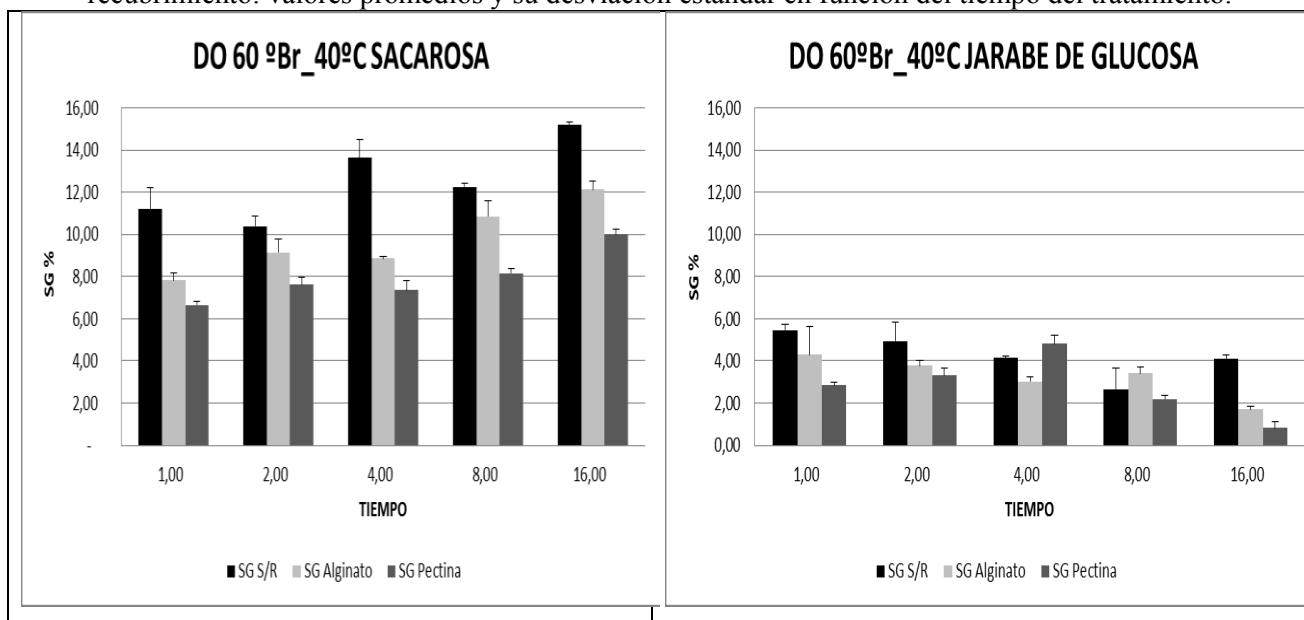
En la Figura 1 se muestran los resultados obtenidos para la WL, tanto en SAC como en JG, donde se observa que la WL fue registrada en todos los tratamientos y su valor es mayor cuando se aplicaron los recubrimientos, además en este sentido, los mayores valores obtenidos se presentaron para JG a tiempos prolongados de DO.

En cuanto a la SG, se registró en todos los tratamientos obteniéndose a tiempos largos valores constantes (equilibrio). Los menores valores de SG se registraron cuando se aplicaron los recubrimientos, tal como se mostró en la Tabla 1. Además, se constató que la SG fue reducida en gran medida cuando se utilizó JG como sustrato en la DO, en comparación a SAC (Figura 2). Estos resultados se encuentran en concordancia con los informados por otros autores (Rodríguez et al. 2015; Giovanelli et al. 2012; Jalaei et al. 2011; Lazarides et al. 2007; Khin et al. 2006). En el caso particular de la pectina, se demostró una menor SG que para las condiciones DO con JG.





**Figura 1.** Cinéticas de WL en DO de cubos de peras con los diferentes sustratos seleccionados, con y sin recubrimiento: valores promedios y su desviación estándar en función del tiempo del tratamiento.



**Figura 2.** Cinéticas de SG en DO de cubos de peras con los diferentes sustratos seleccionados, con y sin recubrimiento: valores promedios y su desviación estándar en función del tiempo del tratamiento.

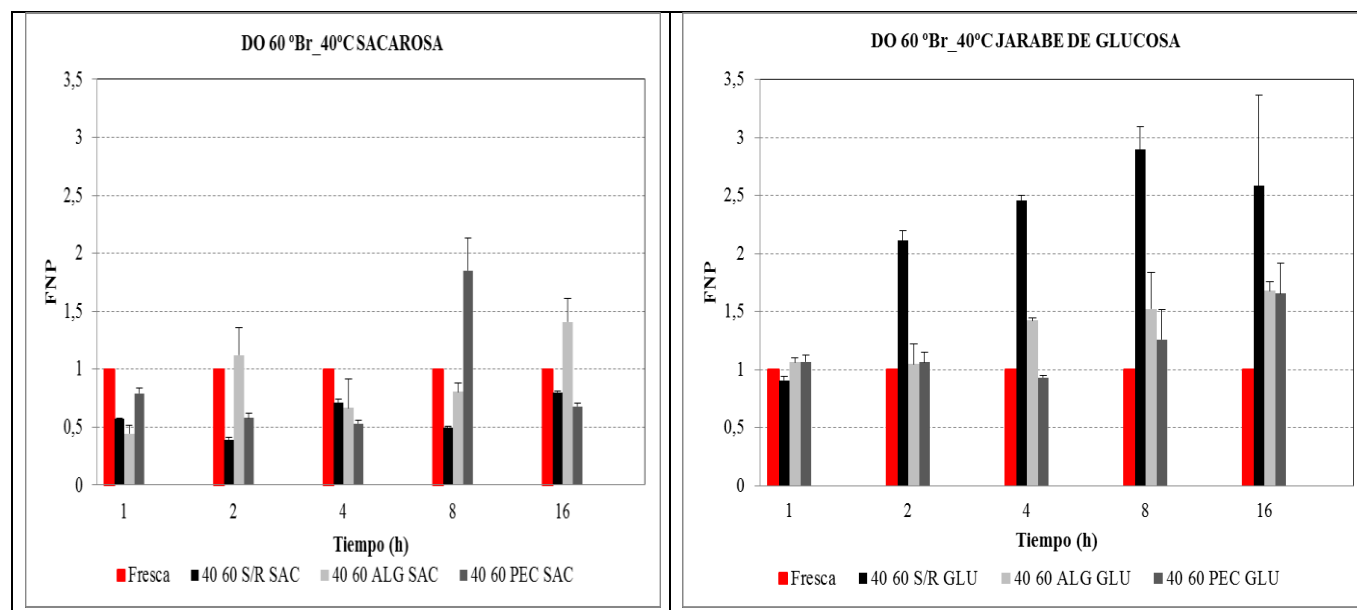
Con respecto a las características texturales, en las primeras 8 horas de la DO con SAC, se observó que la Fuerza Normalizada de Penetración (FNP) se ve reducida a aproximadamente un 50 % en los cubos de pera sin recubrimientos, lo que expresa una pérdida relativa de la firmeza. Con la aplicación de los recubrimientos, se apreció una leve mejoría de la firmeza hacia valores más próximos a la condición fresca (control). Cuando la DO fue realizada con JG, la firmeza de las muestras sin recubrimiento fue muy superior a la condición fresca (**Figura 3**).

Es de destacar que la conservación relativa de la firmeza se presentó independientemente del medio osmodeshidratante empleado, siendo los recubrimientos de Alg en SAC y los de Pec en JG los que



permitieron una firmeza más próxima a la muestra Fresca.

Además, los resultados encontrados permiten inferir que si bien en los primeros tiempos en SAC hay una pérdida de FNP en las muestras con recubrimiento, hay una recuperación posterior de la misma, que puede deberse a la acumulación de sólidos en la superficie.

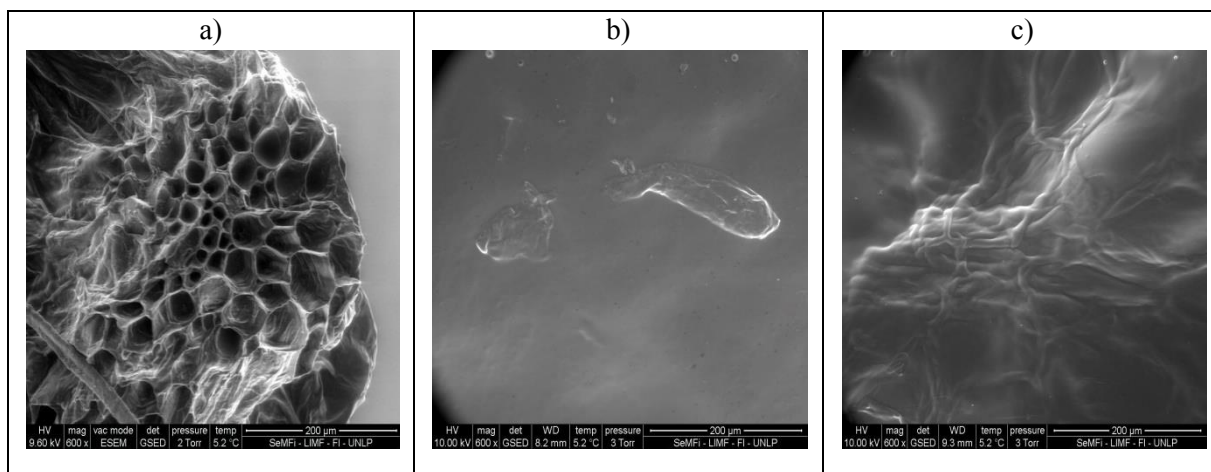


**Figura 3.** Efecto sobre la firmeza de los diferentes tratamientos con y sin recubrimiento: valores experimentales promedios de FNP en función del tiempo del tratamiento para SAC y JG.

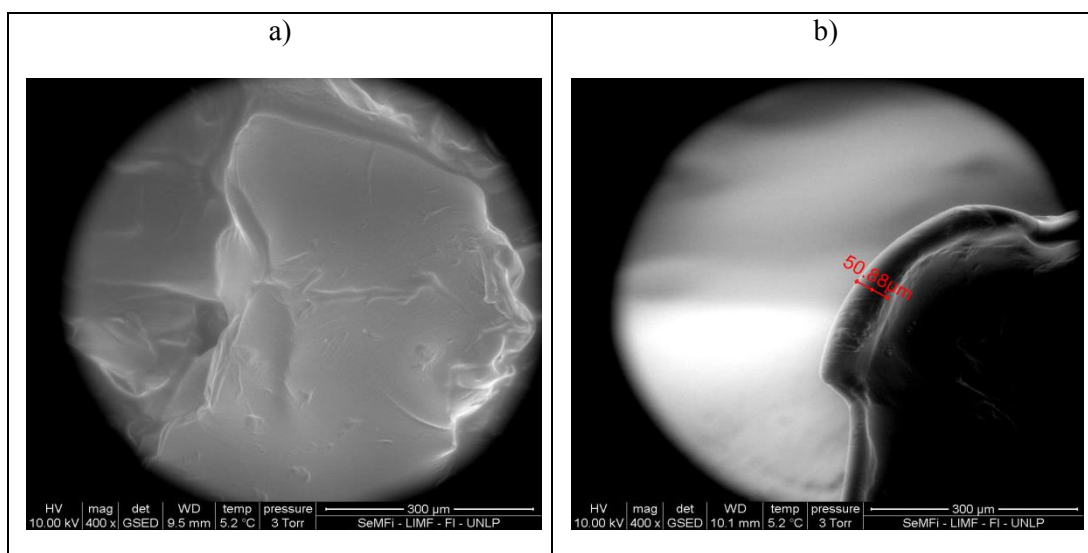
Las características microestructurales de los tejidos de pera y los recubrimientos seleccionados, antes y después del tratamiento de recubrimiento se presentan en la **Figura 4**. Las micrografías obtenidas permitieron la observación de la superficie, constatar la presencia de recubrimiento y la integridad de las muestras. La Figura 4a muestra la estructura celular del tejido de pera y en las **Figura 4b** y **4c** se observa la superficie de los recubrimientos de Alg y de Pec, respectivamente. La superficie de Alg resulta más lisa y homogénea que en el caso de Pec. Esto podría deberse a que si bien ambos hidrocoloides gelan químicamente en presencia de  $\text{Ca}^{+2}$ , los arreglos estructurales correspondientes a los segmentos de ácido gulurónico y manurónico del alginato permiten el desarrollo de una estructura más ordenadas que los grupos metoxilos de la pectina (Galus y Lenart 2013).

En la **Figura 5** se observa la morfología de las superficies y las secciones transversales las peras procesadas con sacarosa para el caso de Alg (a,b) y Pec (c,d). En la **Figura 5a** se puede constatar la presencia del recubrimiento de Alg sobre los cubos deshidratados y observar cómo se modificó su integridad a partir de indicios de formación de irregularidades y de grietas superficiales. En la **Figura 5b** se muestra un desprendimiento del recubrimiento de Alg luego de la DO, cuyo espesor se aproximó a 50,88  $\mu\text{m}$ , esta micrografía permitió evidenciar la presencia y conservación del recubrimiento a lo largo de la DO. En la **Figura 5c**, se puede constatar la presencia del recubrimiento de Pec sobre los cubos deshidratados y observar cómo se modificó su integridad luego de la DO, en este caso se detectaron la presencia de grietas de mayor tamaño y un mayor colapso estructural del tejido vegetal. En la Figura 5d se muestra la estimación del espesor de recubrimiento de Pec luego de la DO, que se aproximó a 328,5  $\mu\text{m}$ . A pesar de que el espesor del recubrimiento de Pec fue mayor que el de Alg, este se mantuvo unido al tejido vegetal. Resultados similares se encontraron en un trabajo previo sobre otra matriz vegetal (Rodríguez et al. 2015).

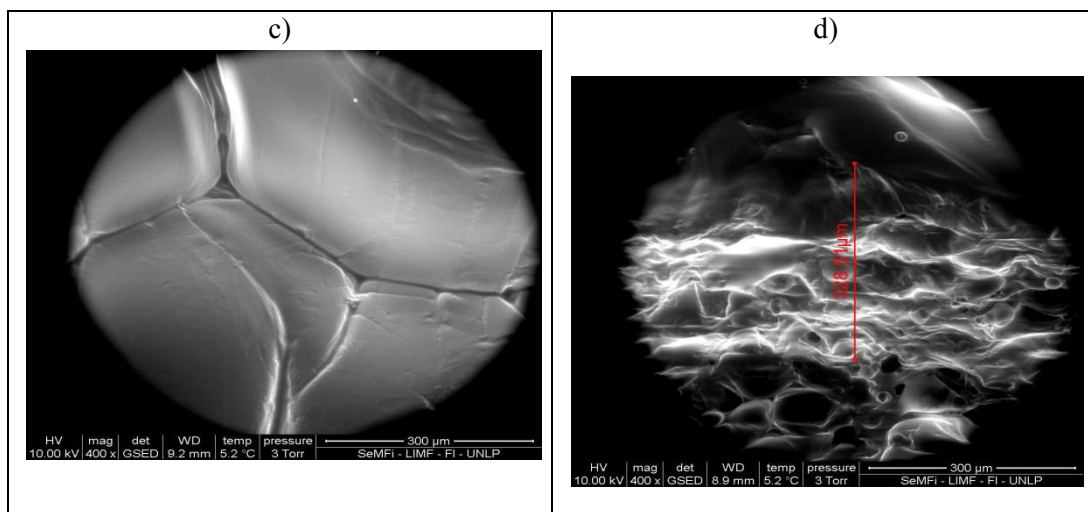




**Figura 4.** Micrografías de la superficie de peras sin recubrir (a) y recubiertas con Alginato (b) y con Pectina (c) antes de las DO con los diferentes medios osmodeshidratantes.

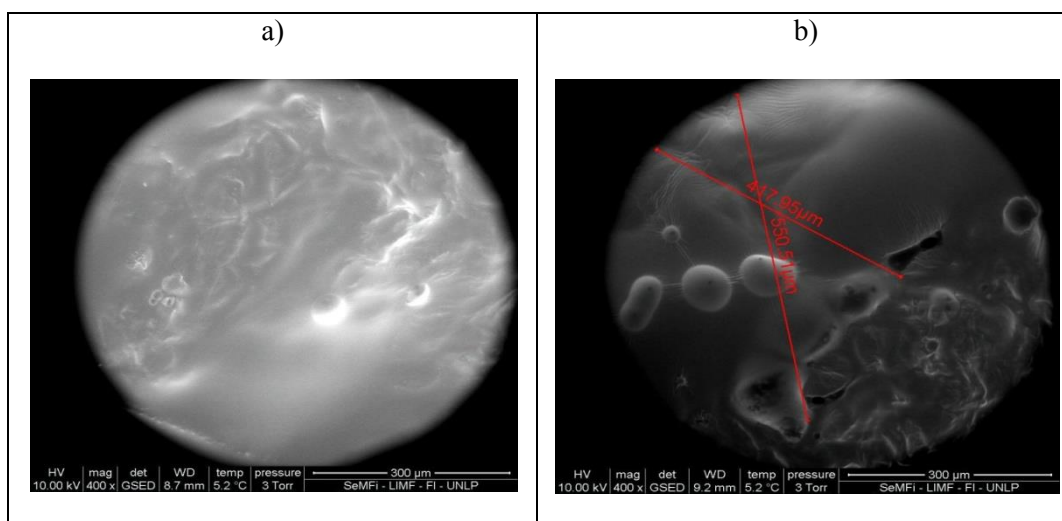


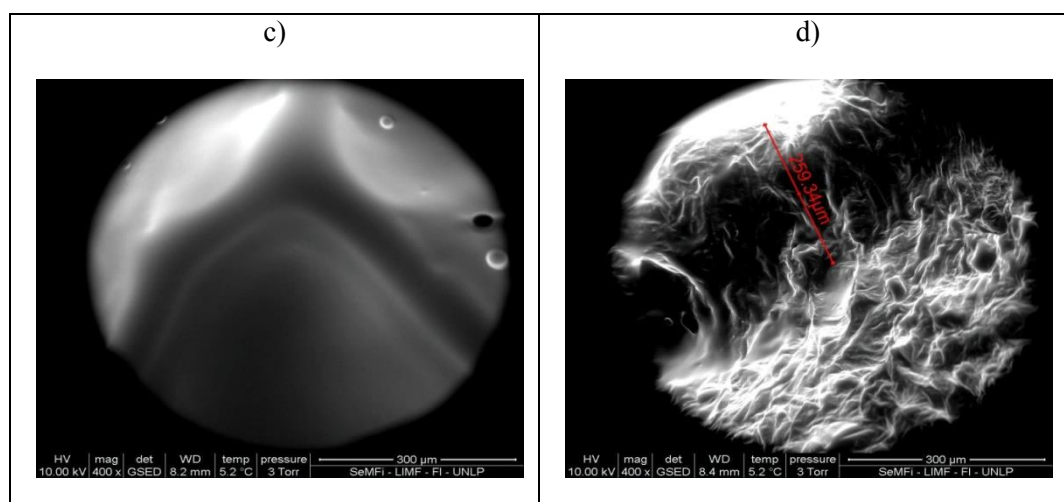




**Figura 5.** Micrografías de la superficie de peras recubiertas luego de ser sometidas a DO en sacarosa. a) y b) Alginato, c) y d) Pectina.

La **Figura 6** muestra las superficies y las secciones transversales de las peras recubiertas después de DO con jarabe de glucosa para Alg y Pec. En la **Figura 6a**, se puede constatar la presencia del recubrimiento de Alg sobre los cubos deshidratados y observar que las modificaciones estructurales en esta DO fueron menores que en el caso de SAC. En la **Figura 6b** se muestra la estimación del espesor de recubrimiento de Alg luego de la DO, que se aproximó a 417,95 µm. En la **Figura 6c**, se puede visualizar la presencia del recubrimiento de Pec sobre los cubos deshidratados y observar cómo se modificó su integridad, donde para estas circunstancias se pudo detectar la presencia de grietas en la superficie del recubrimiento deshidratado. En la **Figura 6d** se muestra la estimación del espesor de recubrimiento de Pec luego de la DO, que se aproximó a 259,34 µm.





**Figura 6.** Micrografías de la superficie de peras recubiertas luego de la DO en jarabe de glucosa. a) y b) Alginato, c) y d) Pectina.

## CONCLUSIONES

Los recubrimientos utilizados disminuyeron significativamente la captación de sólidos, sin afectar negativamente a la eliminación del agua en comparación a las muestras control. Además, el recubrimiento de pectina actuó como barrera efectiva para evitar la captación de soluto en el tratamiento osmótico con SAC y JG. Los cambios en la textura del producto osmodeshidratado fueron menores con la aplicación de los hidrogeles. Los análisis microestructurales permitieron constatar la presencia de los recubrimientos después de la DO.

Por lo tanto, la aplicación de pectina y alginato como recubrimiento tiene ventajas considerables en la DO y en la conservación de parámetros texturales de peras mínimamente procesadas.

## BIBLIOGRAFÍA

- Abraão, A. S., Lemos, A. M., Vilela, A., Sousa, J. M., & Nunes, F. M. (2013). Influence of osmotic dehydration process parameters on the quality of candied pumpkins. *Food and Bioproducts Processing*, 91(4), 481–494.
- Ahmed, I., Qazi, I. M., & Jamal, S. (2016). Developments in osmotic dehydration technique for the preservation of fruits and vegetables. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 34, 29–43.
- AOAC. (1980). *AOAC: Official Methods of Analysis*, 1980, 552(c).
- Galus, S., & Lenart, A. (2013). Development and characterization of composite edible films based on sodium alginate and pectin. *Journal of Food Engineering*, 115(4), 459–465.
- Giovanelli, G., Brambilla, A., Rizzolo, A., & Sinelli, N. (2012). Effects of blanching pre-treatment and sugar composition of the osmotic solution on physico-chemical, morphological and antioxidant characteristics of osmodehydrated blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.). *Food Research International*, 49(1), 263–271.
- Jalaei, F., Fazeli, A., Fatemian, H., & Tavakolipour, H. (2011). Mass transfer coefficient and the characteristics of coated apples in osmotic dehydrating. *Food and Bioproducts Processing*, 89(4), 367–374.
- Khin, M. M., Zhou, W., & Perera, C. O. (2006). A study of the mass transfer in osmotic dehydration of coated potato cubes. *Journal of Food Engineering*, 77(1), 84–95.
- Khin, M. M., Zhou, W., & Yeo, S. Y. (2007). Mass transfer in the osmotic dehydration of coated apple cubes by using maltodextrin as the coating material and their textural properties. *Journal of Food Engineering*, 81(3), 514–522.
- Lazarides, H. N., Mitrakas, G. E., & Matsos, K. I. (2007). Edible coating and counter-current product/solution contacting: A novel approach to monitoring solids uptake during osmotic dehydration of a



model food system. *Journal of Food Engineering*, 82(2), 171–177.

Matuska, M., Lenart, A., & Lazarides, H. N. (2006). On the use of edible coatings to monitor osmotic dehydration kinetics for minimal solids uptake. *Journal of Food Engineering*, 72(1), 85–91.

Mitrakas, G. E., Koutsoumanis, K. P., & Lazarides, H. N. (2008). Impact of edible coating with or without anti-microbial agent on microbial growth during osmotic dehydration and refrigerated storage of a model plant material. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 9(4), 550–555.

Rodríguez, A., García, M. A., & Campañone, L. A. (2015). Experimental study of the application of edible coatings in pumpkin sticks submitted to osmotic dehydration. *Drying Technology*, 0(August 2015).

Talens, P., Pérez-Masía, R., Fabra, M. J., Vargas, M., & Chiralt, a. (2012). Application of edible coatings to partially dehydrated pineapple for use in fruit-cereal products. *Journal of Food Engineering*, 112(1-2), 86–93.

### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores agradecen el apoyo financiero de la Universidad Nacional de la Plata, CIDCA-CONICET, ME-SPU y Universidad Nacional de San Luis.

