

02 TCA - DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA CON PELÍCULAS COMESTIBLES: APLICACIÓN EN PERAS.

SOTERAS, E. M.^{1,2}; RODRIGUEZ, A.⁵; GARCIA M.A.^{2,4}; CAMPAÑONE, L.^{2,3}

1. Facultad de Ingeniería y Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de San Luis. Ruta Prov. N° 55 (Ex. 148) Extremo Norte - (5730) Villa Mercedes, San Luis. Argentina. E-mail: esoteras@fices.unsl.edu.ar

2. CIDCA (CONICET-CCT y Universidad Nacional de La Plata). 47 y 116 – (1900) La Plata. Argentina.

3. Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional de La Plata, 1 y 47, La Plata (1900), Argentina

4. Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata, 1 y 47, La Plata (1900), Argentina

5. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. Centro de Investigación agropecuaria. Instituto Tecnología de Alimentos. Delos Resero y Nicolás Repetto s/n- (1686). Hurlingham, Buenos Aires; Argentina.

Resumen

Recientemente se han realizado varios estudios sobre la aplicación de barreras funcionales como prevención para ciertos fenómenos que suceden en la deshidratación osmótica (DO), uno de ellos y el más reconocido es la captación de soluto de la solución hipertónica. El objetivo del presente trabajo es el estudio de la DO y el comportamiento de la aplicación de películas comestible de Alginato de sodio (Alg.) y Pectina (Pec.) en la deshidratación de peras en cubos. Las muestras fueron sometidas a DO en una solución de sacarosa de diferentes concentraciones (40 y 60 °Brix) y temperaturas (20 y 40 °C). Para el caso de la aplicación de las películas, la metodología de formación del recubrimiento fue la siguiente: los cubos fueron sumergidos primero en la solución de los hidrocoloides elegidos durante 5 min, luego se escurrieron eliminando la solución excedente y finalmente se sumergieron en solución de lactato de calcio durante 5 min para la formación del gel. El análisis de los resultados se realizó en términos de la pérdida de peso (WR), pérdida de agua (WL), sólidos solubles (SS) y ganancia de sólidos (SG). Los resultados mostraron que los diferentes procesos elegidos tuvieron efectos significativos en las variables estudiadas, obteniéndose mayor WL para el caso de DO de 60 °Br – 40 °C con aplicación de Pec. como recubrimiento. En el análisis estadístico se observaron diferencias significativas con respecto a la WL en los tratamientos DO de 40 °Br – 40 °C y DO de 60 °Br – 40 °C, comparadas con el resto de los tratamientos. Además se observó que para estas condiciones operativas, las películas tuvieron un mayor efecto barrera en cuanto a SG. Como conclusión general se puede decir que la aplicación de recubrimientos de hidrocoloides como Pec. y Alg. da lugar a ventajas considerables en el proceso de deshidratación osmótica tanto en la pérdida de agua como en la ganancia de sólidos.

1. Introducción

El desarrollo de nuevos recubrimientos comestibles con una mejor funcionalidad y rendimiento para las frutas y vegetales frescos y mínimamente procesados es uno de los retos de la industria de post-cosecha. Los recubrimientos comestibles se definen como

capas delgadas de material comestible formada sobre la superficie de un alimento como un revestimiento, o se colocan (pre-formados) entre componentes de los alimentos, su propósito es extender la vida útil de los alimentos y proporcionar una barrera contra diversos riesgos como la difusión de gases y pérdida no deseada de humedad del alimento (López et al., 2010). Los polisacáridos más frecuentemente utilizados son celulosa y almidón (y sus derivados), quitosano, extractos de algas marinas (alginatos y carragenanos), exudados de goma (árabe), semillas (goma guar) o gomas de fermentación microbiana (xantano y goma de gelano) y pectina (Galus y Lenart, 2013). Durante la deshidratación osmótica de alimentos, además de la pérdida de agua deseable, se observa otro flujo de masa, relativamente indeseable, la captación de sólidos osmóticos. Por lo tanto, uno de los principales objetivos en la deshidratación osmótica es reducir al mínimo la captación de sólidos osmóticos, ya que puede alterar gravemente características organolépticas y nutricionales del producto (Jalaei et al., 2011; Mitrakas et al., 2008). Este proceso ha generado un gran interés durante mucho tiempo debido a sus potenciales ventajas, incluyendo: (1) una mejor retención del color y sabor, (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, dando un impacto negativo sobre el perfil nutricional del producto (Khin et al., 2007).

Por lo tanto, los principales intereses de la investigación en este área se han centrado en buscar formas de controlar la absorción de solutos (Matuska et al., 2006). Las alternativas que incluyen son: (1) el control de la geometría y el tamaño del producto, (2) el uso de soluciones mixtas de sal y de azúcar, (3) el uso de agente osmótico de alto peso molecular, (4) el aumento de la temperatura de proceso y (5) tratamiento de revestimiento antes de la deshidratación osmótica mediante el uso de materiales de recubrimiento comestibles. Entre estos métodos, el uso de recubrimiento como barrera es muy prometedor (Khin et al., 2006). Soluciones de recubrimiento como pectina de bajo metoxilo (LMP), pectina de alto metoxilo (HMP), metilcelulosa, carboximetilcelulosa, maltodextrinas, almidón de papa, almidón de maíz, alginato de sodio, quitosano y metilcelulosa se pueden utilizar en las verduras y frutas para evitar la ganancia de sólidos y mejorar las propiedades organolépticas y nutritivas y la vida útil durante la deshidratación osmótica (Jalaei et al., 2011). Las propiedades de barrera de los recubrimientos dependen principalmente de su composición y del método utilizado para su implementación. A los efectos del proceso osmótico, los recubrimientos comestibles deben tener las siguientes propiedades: buena resistencia mecánica (fuerza de gel), propiedades sensoriales satisfactorias, formación fácil y rápida de película con técnicas simples, alta difusividad del agua y mantenimiento (del revestimiento) en un estado intacto sin disolver en la solución osmótica (Matuska et al., 2006). Dados estos antecedentes, en el presente estudio, se investigará el comportamiento de películas de Pectina (Pec.) y Alginato de Sodio (Alg.) en combinación con Lactato de Calcio sobre la deshidratación osmótica de cubos de pera.

2. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es estudiar el efecto de dos recubrimientos comestibles (Alg. y Pec.) en comparación a muestras sin recubrir y con diferentes condiciones de tratamiento (concentración del agente osmótico y temperatura del

proceso) durante la deshidratación osmótica de cubos de peras, analizando la pérdida de agua y la ganancia de sólido solubles.

3. Metodología

3.1. Materiales

Se trabajó con peras de la variedad Packham's Triumph (*Pyrus Communis*, 85.8 ± 1.7 % de humedad y 12.8 ± 1.8 % de sólidos solubles), Alginato de Sodio (ALGINIC ACID SODIUM SALT, Powder, Viscosity 20-40 cP, 'Aldrich®'), Pectina (LM 102 AS, "Genu®-Pectin"), Lactato de Calcio (Calcio Lactato.5H₂O, Parafarm®) y Sacarosa (Azúcar comercial, Ledesma Argentina).

3.2. Deshidratación Osmótica (DO) de las muestras

Las peras fueron lavadas, peladas y cortadas en cubos de 1 cm³ de forma de extraer la mayor cantidad de pulpa posible. Los cubos de peras fueron pesados (aprox. 50 gr. de muestra) y sometidos a DO por inmersión en solución de sacarosa bajo las siguientes condiciones: 40 °Br – 20 °C, 40 °Br – 40 °C, 60 °Br – 20 °C y 60 °Br – 40°C, las mismas fueron adoptadas en varios ensayos de deshidratación osmótica por diferentes autores (Talens et al., 2012; Mitrakas et al., 2008; Khin et al., 2006), con agitación en Shaker de 100 rpm por un tiempo de 16 hs. (tiempo en que se considera se ha alcanzado el equilibrio). Transcurrido el tiempo de deshidratación se procedió a la extracción de las muestras, la cual se realizó escurriendo la solución excedente de sacarosa 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.

3.3. Preparación de los recubrimientos

Para la preparación de las películas (Alg. y Pec.), la metodología utilizada fue la siguiente: los cubos se sumergieron primero en la solución de Alginato 2% p/p y Pectina 3% p/p durante 5 min., luego se escurrió la solución excedente (2 min.) y se sumergieron en solución de Lactato de Calcio 5 % p/p durante 5 min., se escurrieron nuevamente (2 min.).

3.4. Determinación de la humedad

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

3.5. Determinación de sólidos solubles

La determinación de sólidos solubles 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, la determinación se realizó por triplicado.

3.6. Análisis de resultados y estadísticos

Los resultados se analizaron según las siguientes ecuaciones:

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

$$WL_{DO} = WC_0 - WC_{DO} * \left(1 - \frac{WR_{DO}}{100}\right) \quad (2)$$

$$SG_{DO} = TS_{DO} * \left(1 - \frac{WR_{DO}}{100}\right) - TS_0 \quad (3)$$

Donde: 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.

WL_{DO} = Pérdida de agua, %; WC_0 = Contenido de inicial humedad, g agua inicial / g muestra inicial %; WC_{DO} = Contenido de humedad después de la DO, 100 x g agua / g muestra tratada, %.

SG_{DO} = Ganancia de Sólidos, %; TS_0 = Contenido de Sólidos totales iniciales, 100 x g sólidos inicial / g muestra inicial, % = 100 - Wc_0 ; TS_{DO} = Contenido de Sólidos totales después de la DO, 100 x g sólidos / g muestra tratada, %.

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

4. Resultados

A partir de los ensayos de deshidratación osmótica se observaron los efectos de los tratamientos aplicados y de los recubrimientos utilizados. En primer lugar los tratamientos tuvieron un efecto sinérgico en cuanto a la pérdida de peso de las muestras sin recubrir, cuanto mayor fue la concentración y la temperatura aplicada mayor fue la pérdida de peso, como podemos observar en la Figura 1. También, se observa que el efecto de los recubrimientos con respecto a la pérdida de peso fue mayor para los tratamientos realizados con la mayor concentración (60°Brix).

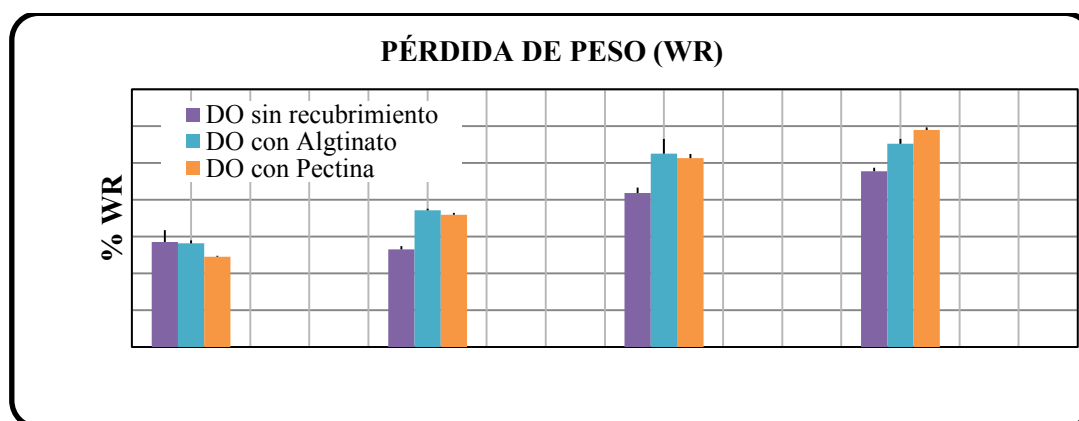


FIGURA 1. Pérdida de peso de los diferentes tratamientos. Comparación entre las muestras sin recubrir y con la aplicación de los recubrimientos de Alginato y Pectina.

La Tabla 1 muestra los diferentes valores de WL y SG obtenidos para los distintos tratamientos y recubrimientos. Se observa que para la DO 40 °Br y 20°C, la aplicación de los recubrimientos no presentó diferencias significativas con respecto a las muestras sin recubrir, lo mismo sucedió en la DO 60 °Br y 20°C, pero solo con respecto a la WL. Para el resto de los tratamientos se presentaron diferencias significativas entre las muestras sin recubrir y las recubiertas en cuanto a WL y SG, lo que demuestra el

impacto de los recubrimientos en los tratamientos más intensivos. La mayor diferencia se presenta en los tratamientos de mayor temperatura, lo que podría marcar una fuerte influencia de esta en el comportamiento de los recubrimientos, asociado al aumento significativo de la difusividad efectiva del agua (Abraão et al., 2013).

TABLA 1. Comparación de los diferentes tratamientos en cuanto a WL y SG para los diferentes recubrimientos aplicados

Tratamientos	Muestras	WL	SD	SG	SD
DO 40 °Br_20°C	Sin recubrimiento	38.00 ^a	2.47	9.47 ^a	0.72
	Alginato	38.77 ^a	0.48	10.62 ^a	0.27
	Pectina	34.28 ^a	0.43	9.79 ^a	0.73
DO 40 °Br_40°C	Sin recubrimiento	41.60 ^a	0.73	15.10 ^a	0.08
	Alginato	46.71 ^b	0.16	9.59 ^b	0.28
	Pectina	47.31 ^b	0.42	11.45 ^c	0.96
DO 60 °Br_20°C	Sin recubrimiento	55.98 ^a	0.20	14.16 ^a	1.22
	Alginato	60.58 ^a	2.83	8.12 ^b	1.17
	Pectina	61.09 ^a	0.98	9.82 ^b	0.19
DO 60 °Br_40°C	Sin recubrimiento	62.28 ^a	0.68	14.53 ^a	0.23
	Alginato	65.30 ^b	0.53	10.13 ^b	0.84
	Pectina	68.24 ^c	0.36	9.29 ^b	0.32

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

La WR presenta relación con la WL durante los diferentes tratamientos, incluso en aquellas muestras recubiertas con los hidrocoloides. Se pudo observar que a medida que la WL fue mayor, se incrementó la WR. Ambas alcanzaron su mayor valor para el caso de DO a 60 °Br y 40 °C con aplicación de Pectina como recubrimiento como se muestra en las Figuras 1 y 2. En cuanto a los recubrimientos, la SG fue menor en comparación a las muestras sin recubrir, excepto en la DO 40 °Br y 20°C donde los mismos no presentaron diferencias significativas con respecto a las muestras sin recubrir, tal como se muestra en la Tabla 1 y se observa en la Figura 3. Estos resultados se encuentra en concordancia con otros autores (Jalae et al., 2011; Lazarides et al., 2007; Khin et al., 2006). En el caso particular de la Pectina, se demostró una menor SG para las condiciones DO 60 °Br y 40°C. Los resultados obtenidos mostraron un fuerte efecto del aumento de la concentración de la solución hipertónica sobre WL, SG y SS; a partir de las Figuras 2 y 4 se puede observar que WL y SS aumentaron considerablemente cuando se utilizó la solución de concentración 60 °Brix.

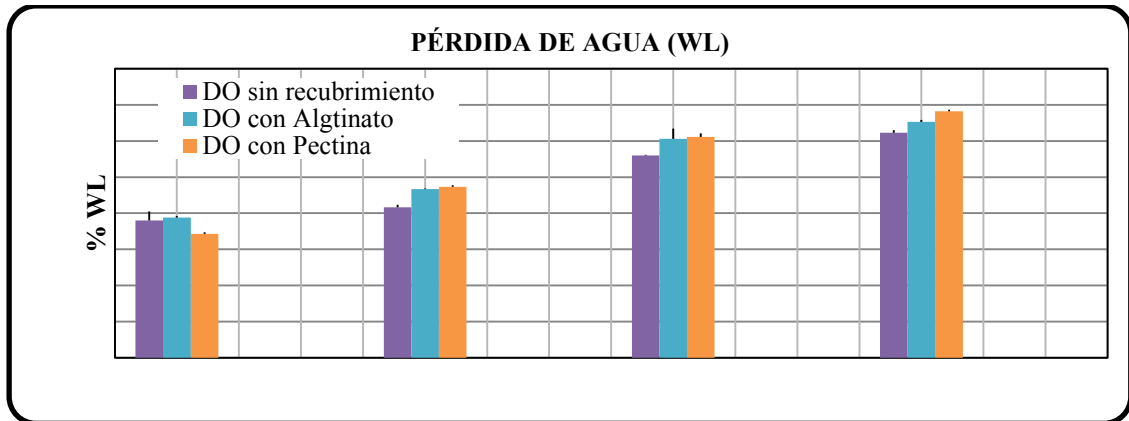


FIGURA 2. Pérdida de agua de los diferentes tratamientos

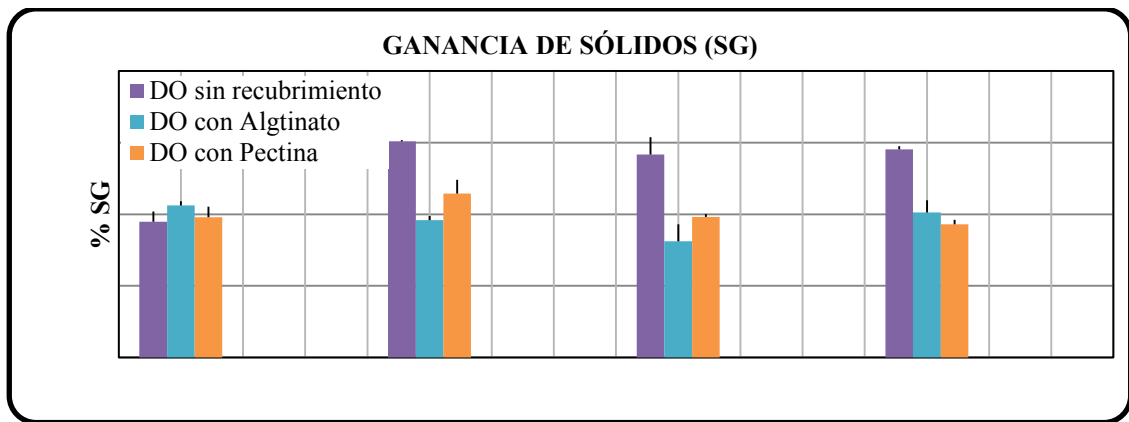


FIGURA 3. Ganancia de sólidos de los diferentes tratamientos

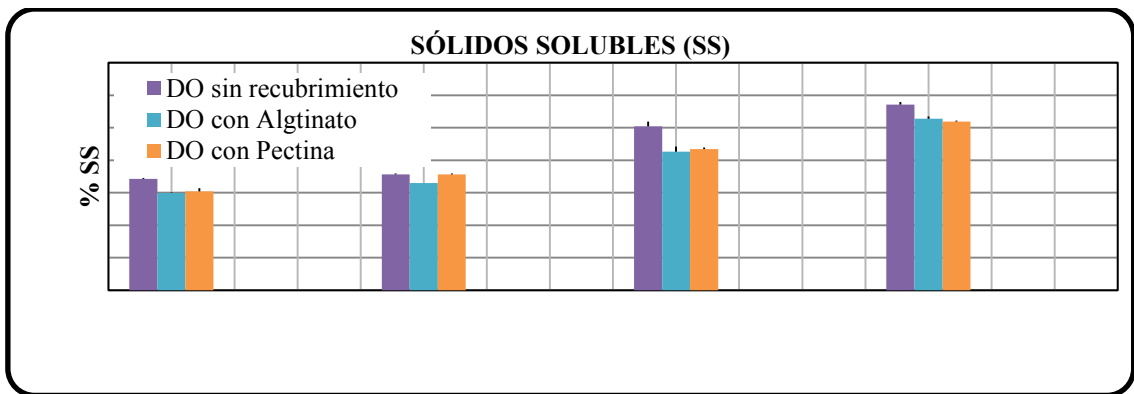


FIGURA 4. Sólidos Solubles de los diferentes tratamientos

5. Conclusiones

Los recubrimientos utilizados disminuyeron significativamente la captación de sólidos, sin afectar negativamente a la eliminación del agua en comparación a las muestras no revestidas, salvo para los tratamientos a baja temperatura, donde no se observaron diferencias significativas. Además, el revestimiento de pectina actuó como barrera efectiva para evitar la captación de soluto en el tratamiento osmótico mas intensivo.

6. Bibliografía

Abraão, A.; Lemos, A.; Vilela, A.; Sousa, J.; Nunes, F (2013). Influence of osmotic dehydration process parameters on the quality of candied pumpkins, *Food and Bioproducts Processing*, 91: 481–494.

AOAC International (1980). *Official method of analysis* (13th ed.). Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

Galus, S.; Lenart, A. (2013). Development and characterization of composite edible films based on sodium alginate and pectin. *Journal of Food Engineering*, 115: 459–465.

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: 367–374.

Khin, M.; Zhou, W.; Yeo, S. (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: 514–522.

Khin, M.; Zhou, W.; Perera, C. (2006). A study of the mass transfer in osmotic dehydration of coated potato cubes. *Journal of Food Engineering*, 77: 84–95.

Lazarides, H.; Mitrakas, G.; Matsos, K. (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: 171–177.

López, O.; García, M.; Zaritzky, N. (2010). Novel sources of edible films and coatings. *Stewart Postharvest Review*, 3:3.

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

Mittrakas, G.; Koutsoumanis, K.; Lazarides, H. (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: 550–555.

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