



XXI CONGRESO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE  
DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

XVII CONGRESO ARGENTINO DE CIENCIA Y  
TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS



# CyTAL<sup>®</sup>-ALACCTA 2019



20 al 22 de Noviembre de 2019  
Universidad Católica Argentina  
Sede Puerto Madero  
Buenos Aires - Argentina



Congreso de Tecnología de Alimentos -CyTAL®-ALACCTA

Libro de trabajos completos CyTAL®-ALACCTA 2019 : parte I / compilado por Stella Maris Alzamora. - 1a ed compendiada. - Ciudad Autónoma de Buenos Aires : Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios - AATA , 2020.

Libro digital, PDF

Archivo Digital: descarga y online

Edición para Asociación Argentina de Tecnólogos Alimentarios - AATA

ISBN 978-987-47615-0-7

1. Tecnología de los Alimentos. I. Alzamora, Stella Maris, comp. II. Título.

CDD 664.001

ISBN 978-987-47615-0-7



9 789874 761507



CYTAL-ALACCTA 2019  
Buenos Aires, 20 – 22 noviembre 2019

# DESARROLLO DE SNACKS DE PERA: IMPACTO DE LAS ALTERACIONES ESTRUCTURALES SOBRE LAS PROPIEDADES MECÁNICAS Y SENSORIALES

S. Maidana,<sup>1</sup> M. Vullioud<sup>1</sup>, D. Salvatori<sup>2</sup>

*1 PROBIEN (CONICET-UNCO), Facultad de Ciencias y Tecnología de los Alimentos, Universidad Nacional del Comahue, 25 de Mayo y Reconquista Villa Regina, Río Negro, Argentina.*

*2 PROBIEN (CONICET-UNCO), Dpto. de Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue, Buenos Aires 1400 Neuquén, Argentina.*

[silvia.maidana@facta.uncoma.edu.ar](mailto:silvia.maidana@facta.uncoma.edu.ar)

## RESUMEN

Se analizó la influencia de pretratamientos de deshidratación osmótica (IS) y/o escaldado (E) sobre las propiedades estructurales, mecánicas y sensoriales de snacks deshidratados de pera. El análisis estructural mostró que las muestras con pretratamientos combinados de ósmosis y escaldado (E+IS) presentaron paredes celulares más reforzadas y una visible distribución de los azúcares en el volumen intracelular, registrando una recuperación del tejido comparadas con las peras osmotizadas sin escaldado, lo que se tradujo en una mayor preservación del volumen a nivel macroscópico. Los pretratamientos afectaron significativamente la textura final, presentando las muestras menor firmeza ( $< F_{m\acute{a}x}$ ) y deformabilidad que el control, en especial las E+IS. Del análisis sensorial surgió que la intensidad del sabor dulce percibida dependió de la concentración de azúcares y de su distribución dentro de la estructura. Las muestras con pretratamientos combinados presentaron mayor dulzor, mayor terneza y mejor masticabilidad que el control. El test de consumidores mostró que las muestras E+ISs2 tuvieron mayor aceptación global en cuanto a sabor, textura, color y apariencia. En síntesis, los pretratamientos afectaron significativamente la estructura de la fruta procesada, preservándose mejor el tejido deshidratado en las muestras E+IS. El tratamiento térmico durante la infusión permitió una mayor penetración de los azúcares potenciando su efecto protector, resultando una textura más agradable. El pretratamiento E+ISs2 sería una alternativa aplicable para desarrollar productos deshidratados con características organolépticas más cercanas a las de las peras frescas.

**Palabras claves:** peras, infusión, secado, estructura, sensorial

## 1. INTRODUCCIÓN

Las propiedades mecánicas de los productos deshidratados dependen fundamentalmente del estado de agregación de sus moléculas, así como de los cambios inducidos en la estructura como consecuencia de las deformaciones (por contracción y/o

hinchamiento) inducidas en las células y en los espacios intercelulares, además de la ruptura de las uniones celulares que ocurre durante el proceso de secado (Contreras y col., 2005). En términos generales, los tejidos vegetales pierden su carácter viscoelástico y se vuelven frágiles conforme reducen su contenido en agua (Lewicki y Jakubczyk, 2004), estando sus propiedades mecánicas estrechamente relacionadas con el nivel de humedad y el valor de actividad de agua alcanzados por éstas al final del secado convectivo.

Los estudios estructurales juegan un rol central en la elucidación de las relaciones entre los atributos sensoriales de los alimentos, incluyendo la textura, el color y la estructura. Los pretratamientos aplicados provocan alteraciones estructurales que afectan el comportamiento de los productos durante el secado, con un alto impacto sobre las propiedades mecánicas y atributos sensoriales tales como gomosidad y carácter crujiente (Landim y col., 2016). La deshidratación, a menos que el material haya sido sometido a pretratamientos que destruyan la estructura celular a nivel de las membranas, implica la deshidratación de tejidos celulares “vivos”. A medida que avanza la deshidratación, las células evolucionan desde una estructura en equilibrio altamente organizada hasta un conjunto desordenado de los constituyentes fundamentales, debido fundamentalmente a la pérdida de agua y a la deformación del material. El cambio en las dimensiones globales estará fuertemente influenciado por la naturaleza propia del tejido (estructura, contenido de humedad, propiedades viscoelásticas), la temperatura del secado y las fuerzas impulsoras a las que es sometido durante los procesos.

Detrás de cada alimento que nos llevamos a la boca existen múltiples procedimientos para hacerlos apetecibles y de buena calidad para el consumo. Uno de estos aspectos es el análisis sensorial, que consiste en evaluar las propiedades organolépticas de los productos, es decir, todo lo que se puede percibir por los sentidos y determinar su aceptación por el consumidor.

El objetivo de este trabajo fue analizar la influencia de los pretratamientos de deshidratación osmótica (IS) y/o escaldado (E) sobre las propiedades estructurales, mecánicas y sensoriales de snacks deshidratados de pera.

## **2. Materiales y Métodos**

### **2.1. Materia Prima**

Se trabajó con peras frescas (var. Packham's Triumph) de humedad 85,14 % (p/p, b.h.),  $a_w=0,97$  y 14 °Brix, almacenadas a 4° C hasta el momento de su utilización. Las peras fueron lavadas y cortadas en discos (3 cm de diámetro y 0,6 cm de espesor).

## 2.2. Pretratamientos

Se realizaron los siguientes tratamientos previos al secado convectivo:

- 1) Escaldado (E): exposición a vapor de agua en ebullición (1,5 min) y posterior enfriamiento en agua a 4 °C (1,5 min) con el fin de inactivar las enzimas responsables del pardeamiento enzimático, así como también disminuir tiempos de secado posterior.
- 2) Infusión seca (IS): se realizaron tratamientos de deshidratación osmótica utilizando sacarosa (ISs) y glucosa (ISg) como humectantes a presión atmosférica. Las placas de fruta fueron colocadas en una mezcla del humectante seco, con agentes antioxidantes y antimicrobianos (sorbato de potasio, bisulfito de sodio). Los sistemas fueron preparados para alcanzar luego de la equilibración distintas actividades de agua: 0,83 y 0,94. A saber: a) ISs1: IS con sacarosa ( $a_w = 0,83$ ), b) ISs2: IS con sacarosa ( $a_w = 0,94$ ), c) ISg2: IS con glucosa ( $a_w = 0,94$ ).
- 3) Tratamientos combinados: a) E + ISs1: escaldado y posterior infusión con sacarosa ( $a_w = 0,83$ ), b) E + ISs2: escaldado y posterior infusión con sacarosa ( $a_w = 0,94$ ), c) E + ISg2: escaldado y posterior infusión con glucosa ( $a_w = 0,94$ ).

## 2.3. Secado

Todos los frutos, control (C) y pretratados, fueron deshidratados por convección durante 4 hs en un secadero piloto a  $T = 65^\circ\text{C}$ , velocidad de aire 4 m/s y a una HR de 6 %.

## 2.4. Análisis de las propiedades mecánicas

Se realizaron ensayos de punción o penetración en los productos deshidratados utilizando una máquina de ensayos universales modelo 3344 (INSTRON Corporation, Canton, MA, USA). Se utilizó una punta de penetración cilíndrica de 3 mm de diámetro. Se utilizó un dispositivo cilíndrico diseñado para sostener las muestras durante el ensayo y evitar el posible movimiento que pudiera generarse debido a las irregularidades que normalmente presentan las frutas deshidratadas.

## 2.5. Análisis de la microestructura

Las peras deshidratadas fueron analizadas mediante microscopía electrónica de barrido (MEB). Se observó directamente una superficie interna realizando un corte a una

distancia intermedia entre la superficie y el semiespesor de la muestra. Se utilizó un Microscopio de Barrido de presión variable, modelo EVO 40 (LEO, Cambridge, England).

## **2.6. Análisis Sensorial**

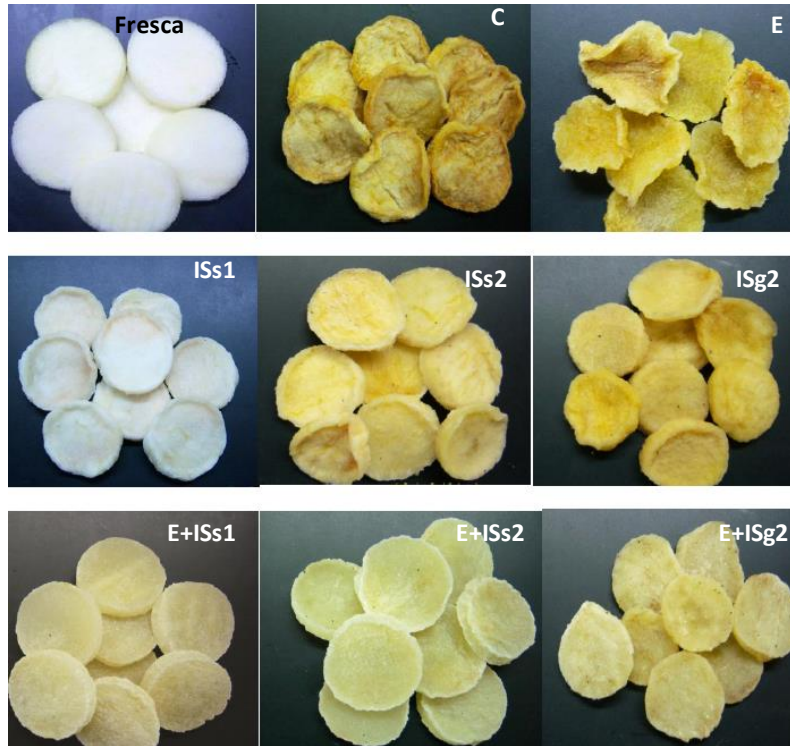
El análisis sensorial se realizó en dos etapas: en la primera se realizó un Test de diferencia de control (DFC) con un panel de evaluadores, quienes evaluaron a la muestra control respecto a sabor y aroma, y posteriormente evaluaron de la misma forma a cuatro muestras seleccionadas: ISs1, E+ISs1, ISs2 y E+ISs2, indicando las diferencias encontradas respecto a la C. En una segunda etapa se realizó una prueba de consumidores (se utilizó un total de 40 consumidores) para evaluar cuál o cuáles de esas muestras eran las más aceptadas, según la evaluación de distintos atributos analizados.

## **2.7. Análisis Estadístico**

Los análisis estadísticos se llevaron a cabo utilizando los softwar Infostat/I- Statistical Software versión 2016 y Statgraphics Plus 5.1. Se realizó un ANOVA y el test de Tuckey para establecer presencia o ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos según los factores estudiados: tipo de soluto y tipo de pretratamiento.

## **3. Resultados y discusión**

Las rodajas de pera deshidratadas (control y pretratadas) se pueden apreciar en la Figura 1. Las distintas combinaciones de tratamientos aplicados se emplearon con el fin de producir el menor cambio posible en relación a la materia prima (pera fresca). Luego del secado se pudo observar que las muestras sólo escaldadas (E) experimentaron una mayor contracción del volumen (90%) en comparación con las muestras control (C). Las muestras sometidas a pretratamientos combinados de escaldado y ósmosis presentaron una mayor preservación del volumen luego del secado final en comparación con las muestras sin escaldado previo, fundamentalmente en las E+ISs1, que sólo se encogieron un 67 %.

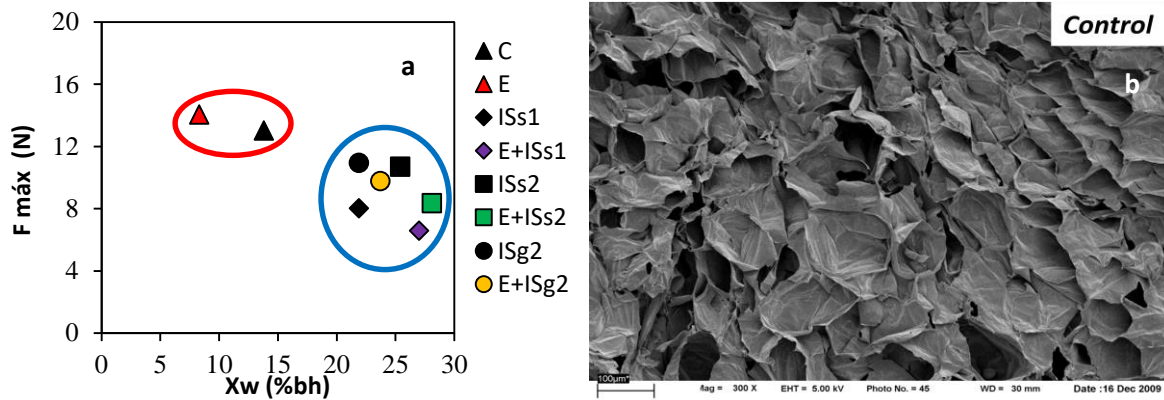


**FIGURA 1.** Fotografías de fruta fresca y deshidratada con y sin pretratamientos. Fresca; C (control sin pretratamiento); E (sólo escaldada); ISs1 (infusión con sacarosa  $a_w = 0,83$ ); ISs2 (infusión con sacarosa  $a_w = 0,94$ ); ISg2 (infusión con glucosa  $a_w = 0,94$ ); E+ISs1 (escaldado y posterior infusión ISs1); E+ISs2 (escaldado y posterior infusión ISs2); E+ISg2 (escaldado y posterior infusión ISg2).

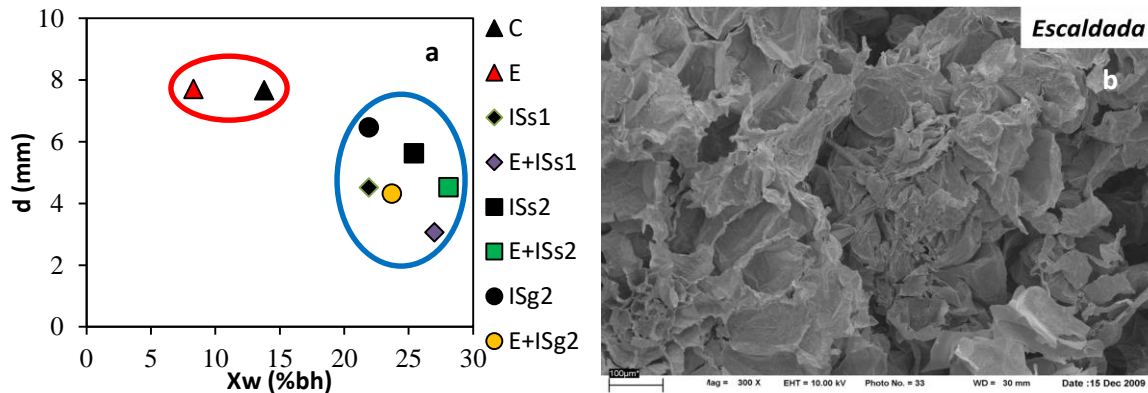
El ensayo de punción, utilizado para analizar las propiedades mecánicas de las distintas muestras deshidratadas y el efecto de los pretratamientos, simula el impacto de los incisivos al morder (Roger Harker y col., 1996; Roudaut y col., 2002). Varios autores han estudiado los cambios en las propiedades mecánicas de los alimentos durante el secado por convección y, en general, se ha observado que se pasa de un producto más blando (tejido fresco) a un producto rígido (tejido deshidratado). La fuerza y la distancia en el punto de ruptura varían según la humedad final de las muestras. A mayor humedad el producto pierde firmeza y se vuelve más blando debido al efecto plastificante del agua (Keqing, 2004). En cambio a menor humedad, el producto se vuelve más firme (mayor  $F_{m\acute{a}x}$ ) y la fuerza máxima tiene lugar a una menor distancia, normalmente se pasa de un comportamiento predominantemente plástico a un comportamiento más elástico (Telis y col., 2005). Cuando se utiliza una deshidratación osmótica como pretratamiento, que implica ganancia de sólidos, el comportamiento es muy variado.



Los productos en los que se utilizó el escaldado como único pretratamiento (E), no presentaron cambios significativos en los valores de fuerza máxima ( $F_{m\acute{a}x}$ ) que se relaciona con la resistencia del producto a la fractura o firmeza (Figura 3a). Tampoco se observaron diferencias significativas en la deformabilidad de las muestras (Figura 4a), a pesar de que los tejidos presentaron células más deformadas con mayor plegamiento (Figuras 3b y 4b). Los valores de “d” o distancia correspondiente hasta  $F_{m\acute{a}x}$  en las curvas de penetración obtenidas en los ensayos, indican la penetración completa del material.



**FIGURA 3.** Firmeza de las peras deshidratadas en función de la humedad (a) y Fotomicrografía con MEB de pera Control (b).

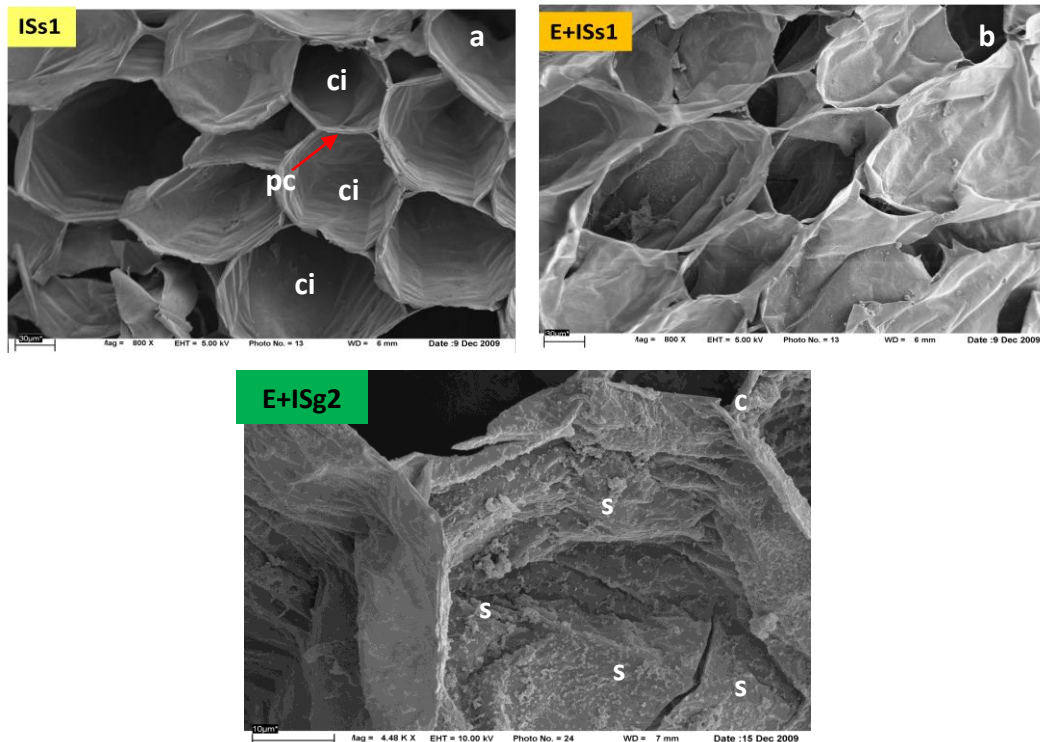


**FIGURA 4.** Deformabilidad de las peras deshidratadas en función de la humedad (a) y Fotomicrografía con MEB para pera Escaldada (b).

Las frutas con ósmosis previa presentaron una disminución en  $F_{m\acute{a}x}$  en comparación con las muestras C y E, así como también una disminución en la distancia correspondiente a  $F_{m\acute{a}x}$ , es especial las muestras con pretratamientos combinados E+IS (Figuras 3a y 4a). Si bien esto implica que los productos se tornaron menos firmes al mismo tiempo

experimentaron una menor deformabilidad, debido fundamentalmente a la concentración de solutos en la muestra. Las muestras ISs2 (menor contenido de azúcares), presentaron una mayor firmeza que el resto de las muestras pretratadas.

La observación de la ultraestructura por MEB mostró que las muestras pretratadas con infusión presentaban una menor ruptura general del tejido en comparación con las muestras control, un mayor contacto célula-célula y las paredes resultaron más reforzadas lo que explicaría la mayor resistencia a la deformación de estas muestras durante los ensayos de punción realizados (Figura 5a).



**FIGURA 5.** Fotomicrografías con MEB de peras deshidratadas. ISs1: infusión con sacarosa ( $a_w = 0,83$ ) (a), E+ISs1: escaldado y posterior infusión con sacarosa ( $a_w = 0,83$ ) (b), E+ISg2: escaldado y posterior infusión con glucosa ( $a_w = 0,94$ ; mayor aumento) (c). ci: citoplasma; pc: pared celular; s: azúcares.

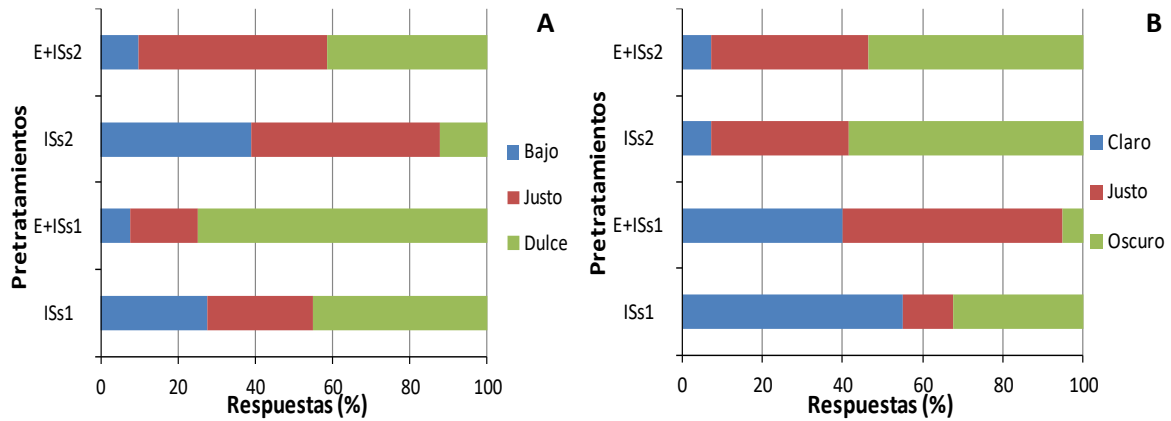
En muestras con escaldado previo si bien las micrografías exhibieron un tejido con células más deformadas y mayor plegamiento de paredes celulares, no se observaron grandes diferencias en el patrón de deformación en comparación con las muestras control (Figura 5b). A mayores aumentos se observaron paredes celulares reforzadas con una distribución de los azúcares visiblemente ubicados en el volumen intracelular (Figura 5c). Resulta evidente que una mayor penetración de los azúcares a través de las paredes celulares durante la infusión, permitió aumentar el efecto protector sobre éstas durante el

secado, aportando mayor rigidez a la estructura y una menor deformabilidad (<d) contribuyendo de esta manera a una mayor preservación del volumen a nivel global en comparación con las muestras sin escaldado previo.

El análisis sensorial se realizó en dos etapas. En la primera, un panel de evaluadores evaluó las distintas muestras (ISs1, E+ISs1, ISs2 y E+ISs2) respecto a la C en cuanto a su sabor y aroma, resultando que todas las muestras pretratadas presentaban diferencias con respecto a dicha muestra. En la segunda etapa se realizó un test de campo con el fin de evaluar la aceptabilidad global, aceptabilidad por apariencia, textura y sabor. Las muestras se seleccionaron considerando el mismo soluto (s: sacarosa) aplicado en las infusiones a dos  $a_w$  diferentes (1:  $a_w = 0,83$ ; 2:  $a_w = 0,94$ ), con y sin escaldado previo. La selección de las muestras se basó en los resultados de las propiedades mecánicas, así como también en resultados previos de propiedades cromáticas, y de estabilidad de las muestras, observándose que, en general las infusiones con sacarosa fueron las que condujeron a productos deshidratados con mejores características físicas.

A partir de la prueba de aceptabilidad sensorial para cada categoría de la escala hedónica de los atributos “apariencia”, “textura” y “sabor” se pudo observar que las muestras E+ISs2, E+ISs1 e ISs2 registraron los porcentajes de aceptabilidad más altos para los tres atributos. Las muestras previamente escaldadas fueron las más preferidas en cuanto a su “apariencia” y “textura”, resaltando en el atributo “sabor” las muestras E+ISs2. Las muestras ISs1 reflejaron los valores más bajos de aceptabilidad respecto a los tres atributos evaluados, siendo significativamente menor su aceptabilidad en cuanto al atributo “apariencia” en relación a las otras muestras.

Adicionalmente se evaluaron las respuestas asociadas a la optimización de estos productos, en cuanto a los atributos “dulzor” y “color” utilizando una escala LO JUSTO “JAR” de 5 puntos. De acuerdo a los resultados obtenidos del ANOVA, en cuanto al dulzor no se observaron diferencias significativas entre las muestras ISs1 y E+ISs2, y respecto del color no se detectaron diferencias entre las muestras pretratadas para una misma  $a_w$ . En la Figura 6 se muestran las frecuencias porcentuales obtenidas. Las muestras ISs2 y E+ISs2 se destacaron con el dulzor “justo”, mientras que las E+ISs1 fueron las que registraron el mayor porcentaje (75%) correspondiente a la categoría “dulce”. Con respecto a la evaluación del atributo “color” de las muestras, las ISs1 fueron las que revelaron el mayor porcentaje en el rango de color “claro”. Con el color “justo” fueron consideradas en un 55% las muestras E+ISs1, mientras que las ISs2 y E+ISs2 fueron las que registraron los porcentajes más altos (58,5 y 53,5 %) en la escala correspondiente a color “oscuro”.

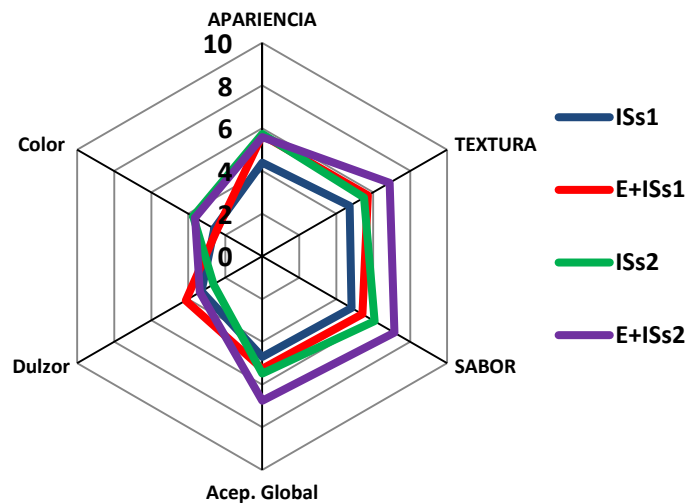


**Figura 6.** Frecuencias obtenidas de la escala LO JUSTO “JAR” dadas por los consumidores para la apreciación de los atributos Dulzor (A) y Color (B) de las peras pretratadas y secadas. ISs1: infusión con sacarosa ( $a_w = 0,83$ ), ISs2: infusión con sacarosa ( $a_w = 0,94$ ), E+ISs1: escaldado y posterior infusión con sacarosa ( $a_w = 0,83$ ), E+ISs2: escaldado y posterior infusión con sacarosa ( $a_w = 0,94$ ).

De la evaluación de todos los atributos considerados en el análisis sensorial se confeccionó el gráfico de radar (o diagrama de araña) que permitió integrar los resultados individuales obtenidos (Figura 7). Del mismo se pudo concluir que las muestras con mayor aceptación global fueron las E+ISs2, siendo además las que mayor aceptación tuvieron en cuanto a su sabor, textura, color y apariencia. Le siguieron las muestras ISs2 debido a que muchos de los consumidores las aceptaron favorablemente, resaltando sus atributos de sabor, color, apariencia y en menor grado su textura. En cuanto al dulzor, estos dos tipos de muestras presentaron un valor bajo, a diferencia de las muestras E+ISs1 que reflejaron el mayor dulzor, coherentemente con el mayor contenido de azúcares de estas muestras. Las muestras de menor aceptación global fueron las ISs1, manifestando los valores más bajos en la mayoría de los atributos.

#### 4. Conclusiones

Los pretratamientos aplicados afectaron de manera significativa la textura de los productos de pera deshidratados, resultando éstos de menor firmeza pero menor deformabilidad, sobre todo en las muestras que habían recibido un pretratamiento combinado de escaldado e infusión con azúcares. Coherentemente con estos resultados durante los ensayos sensoriales los jueces detectaron en estas muestras una mayor ternura, menor masticabilidad y mayor aceptabilidad en cuanto al atributo textura, siendo las E+ISs2 las de mayor aceptabilidad global en cuanto al sabor, la textura el color y la apariencia. El análisis de la ultraestructura de los tejidos deshidratados permitió visualizar el rol que cumplen las modificaciones producidas en las paredes celulares, y la distribución de los azúcares en el volumen extra e intracelular sobre el comportamiento mecánico de los productos luego de la deshidratación, confirmando el efecto protector de los mismos sobre la estructura.



**Figura 7.** Gráfica radial representando los diferentes atributos evaluados por los consumidores en las muestras. ISs1: infusión con sacarosa ( $a_w = 0,83$ ), ISs2: infusión con sacarosa ( $a_w = 0,94$ ), E+ISs1: escaldado y posterior infusión con sacarosa ( $a_w = 0,83$ ), E+ISs2: escaldado y posterior infusión con sacarosa ( $a_w = 0,94$ ).

## Agradecimientos

Los autores agradecen el apoyo de la Universidad Nacional del Comahue y del CONICET.

## Referencias

- Contreras, C.; Martín, M.E.; Martínez-Navarrete, N.; Chiralt, A. (2005). Effect of vacuum impregnation and microwave application on structural changes which occurred during air-drying of apple. *LWT*, 38: 471–477.
- Keqing, D. Xue (2004). Optimización del secado por aire caliente de pera (Variedad Blanquilla). Tesis doctoral, Universidad politécnica de Valencia, España.
- Landim, A. P. M., Barbosa, M. I. M. J., & Júnior, J. L. B. (2016). Influence of osmotic dehydration on bioactive compounds, antioxidant capacity, color and texture of fruits and vegetables: a review. *Ciência Rural*, 46(10), 1714-1722.
- Lewicki, P.P.; Jakubczyk, E. (2004). Effect of Hot Air Temperature on Mechanical Properties of Dried Apples. *Journal of Food Engineering*, 64 (3): 307-314.
- Roger Harker, F., Hallett, I. C., Murray, S. H., & Carter, G. (1996). Food-mouth interactions: towards a better understanding of fruit texture. In *International Postharvest Science Conference Postharvest 96* 464 (pp. 461-466).
- Roudaut, G.; Dacremont, C.; Valles Pamies, B.; Colas, B.; Le Meste, M. (2002). Crispness: A critical review on sensory and material science approaches. *Trends in Food Science & Technology*, 13(6–7): 217–227.
- Telis, V. R. N., Telis-Romero, J., & Gabas, A. L. (2005). Solids rheology for dehydrated food and biological materials. *Drying Technology*, 23(4), 759-780.