

Evaluación de los parámetros de color y de textura del zapallo anco (*Cucurbita moschata*, D.) sometido a diferentes tratamientos de deshidratación osmótica

Reynaldo J. Silva Paz¹, Gabriela I. Denoya², Juan M. Languasco³, Patricia A. Della Rocca³

¹ Centro de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos (CITAL). Universidad Peruana Unión, Perú

² Instituto de Tecnología de Alimentos del Centro de Investigación de Agroindustria de INTA Castelar, Área de Procesamiento de Alimentos del ITA, Buenos Aires, Argentina

³ Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Buenos Aires, Departamento de Ingeniería Química, Medrano 951, (C1179AAQ), Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina

patriciadellarocca@hotmail.com

Recibido el 18 de Febrero de 2013, aprobado el 15 de Marzo de 2013

Resumen

El objetivo del presente trabajo es analizar el efecto que generan los diferentes tratamientos de deshidratación osmótica sobre los parámetros de calidad: color y textura del zapallo anco. Se trabajó con diferentes concentraciones de sal (5 o 10 % m/m) y de ácido ascórbico (1 o 0,5 % m/m) en la solución deshidratante y en uno de los tratamientos se realizó el escaldado previo a la deshidratación osmótica. El tratamiento consistente en la deshidratación osmótica del zapallo anco en solución acuosa al 40 % m/m de sacarosa y 5 % m/m de sal y ácido ascórbico al 0,5 % m/m resultó ser el más adecuado en cuanto a las características de color y textura del producto obtenido.

PALABRAS CLAVE: ZAPALLO ANCO - COLOR Y TEXTURA - DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA

Abstract

The objective of the present work is to analyze the effect that generate different treatments of osmotic dehydration on the parameters of quality: color and texture of the anco pumpkin. The osmotic dehydration was carried out with different concentrations of salt (5 or 10 % w/w) and ascorbic acid (1 or 0,5 % w/w) in the aqueous dehydrating solution and one of the treatments was blanching before osmotic dehydration. The treatment consisting of osmotic dehydration of pumpkin anco in aqueous solution at 40 % w/w of sucrose and 5 % w/w of salt and ascorbic acid 0.5 % w/w was the most appropriate in terms of the characteristics of color and texture of the product obtained.

KEYWORDS: ANCO PUMPKIN - COLOUR AND TEXTURE - OSMOTIC DEHYDRATION

Introducción

El Zapallo anco (*Cucurbita moschata*, D.), fruto de una planta herbácea anual o perenne, es una hortaliza fuente de importantes nutrientes. Es valioso, por su contenido en carotenoides (β -caroteno, α -caroteno y luteína), potasio, vitaminas B2, C y E y tiene un reducido contenido calórico (Sgroppo y Sosa, 2009). Se han identificado 25 especies de cucurbitáceas, siendo las más importantes *Cucurbita maxima*, *Cucurbita pepo* y *Cucurbita moschata* (Mayor et al. 2007), esta última es la de mayor consumo en la región del Noroeste argentino por su sabor suave, bajo costo y disponibilidad durante todo el año. Los zapallos se emplean en la elaboración de mermeladas, dulces y purés (Valdés et al., 2009).

En la actualidad, existe una demanda creciente, por parte de los consumidores, de productos de buena calidad y listos para consumir. Los métodos convencionales de conservación en ocasiones pueden causar deterioro de los atributos sensoriales y también la degradación de las propiedades nutricionales. Por ello, en las últimas décadas, se ha desarrollado una gran diversidad de métodos de procesamiento que permiten obtener productos con apariencia fresca y con un alto valor nutricional (Simpson et al., 2007). La deshidratación osmótica (DO), se utiliza en frutas y hortalizas como una primera etapa, para obtener diversos tipos de productos, como vegetales mínimamente procesados, o como tratamiento previo a los procedimientos de secado convencionales, congelación o liofilización, etc (Chiralt et al., 2001; Spiazzi y Mascheroni, 1994, 2001).

La DO es un método de conservación que permite eliminar parcialmente el agua de los tejidos de los alimentos por inmersión en una solución hipertónica de azúcares y/o sales, sin dañar el alimento y afectar desfavorablemente su calidad. Durante el proceso se produce un flujo en contracorriente de agua y solutos solubles de los tejidos biológicos a la solución osmótica y de algunos solutos de la solución a los tejidos. La fuerza impulsora es el gradiente de presión osmótica entre el alimento y la solución. Sin embargo, numerosas variables como la temperatura, la concentración de solutos en la solución deshidratante, la relación masa de solución a masa de producto, el grado de agitación, entre otras pueden afectar la cinética

de la transferencia de masa y la calidad de los alimentos (Salvatori y Alzamora, 2000; Maldonado et al., 2008, Rastogi et al., 2002; Della Rocca, 2010). A medida que se deshidrata osmóticamente el alimento, se producen cambios en la composición y propiedades del mismo, tales como propiedades ópticas y mecánicas, dependiendo de las condiciones del proceso y de las características del producto (Duque et al., 2007). Estas modificaciones están directamente relacionadas con el color, la apariencia y la textura del producto.

El color y la textura son parámetros que permiten evaluar la calidad de los alimentos frescos y procesados (Giese, 2000).

La percepción humana del color es compleja debido a las diferentes sensaciones de brillo, luminosidad e intensidad. En la apreciación del color intervienen diversos factores como la fuente de luz, el observador, el tamaño del objeto y el ángulo de observación, entre otros. Todo cuerpo iluminado absorbe una parte de las ondas electromagnéticas y refleja las restantes. Las ondas reflejadas son captadas por el ojo e interpretadas como colores según la longitud de onda correspondiente.

Para evaluar el color de una manera más objetiva se crearon sistemas de medición para cuantificarlo y expresarlo numéricamente, cuyo principio está basado en la cantidad de luz reflejada por el objeto. La organización internacional de luz y color CIE (Commission Internationale de L'Éclairage) desarrolló dos importantes sistemas de medición de color basados en la medición de la reflectancia espectral de la muestra. El primer sistema fue creado en 1931 y se refiere a los valores triestímulos (X, Y, Z) y el segundo sistema creado en 1964 se basa en los espacios de color (L^* , a^* , b^*). Estos sistemas son los más utilizados en la actualidad por los instrumentos de medición de color. El concepto de los valores triestímulo está basado en la teoría de los tres componentes del color que establece que el ojo humano posee receptores de los tres colores primarios: rojo, azul y amarillo y todos los restantes colores son combinaciones que derivan de ellos. El **CIE $L^*a^*b^*$ (CIELAB)** es el modelo cromático usado normalmente para describir todos los colores que puede percibir el ojo humano. Los tres parámetros L^* , a^* y b^* , en el modelo representan:

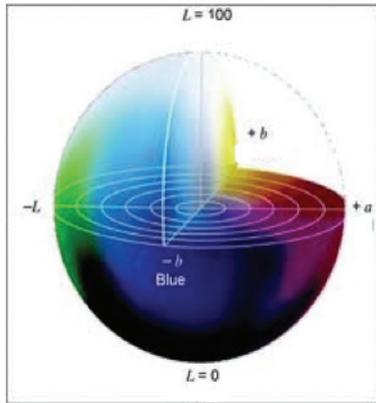


Fig. 1. Diagrama de cromatismo métrico CIELAB

Luminosidad de color, L^* ($L^*=100$ y $L^*=0$ indica luminosidad blanca y negra, respectivamente).

Posición entre rojo y verde, a^* (valores negativos indican verde mientras que valores positivos indican rojo).

Posición entre amarillo y azul, b^* (valores negativos indican azul y valores positivos indican amarillo).

En la Figura 1 se presenta el diagrama de cromatismo métrico CIELAB

Para la aplicación de este sistema de medición de color CIE se consideran diferentes tipos de iluminantes ya que cada fuente de luz viene caracterizada por la energía que emite en las diferentes longitudes de onda. Los iluminantes más comunes son:

Iluminante A: luz incandescente con una temperatura de color de 2854 K (lámpara de tungsteno).

Iluminante C: luz solar de día promedio con una temperatura de color de 6774 K, no incluye la radiación ultravioleta

Iluminante D65: luz solar de día promedio con una temperatura de color de 650 K incluye radiación ultravioleta

Otra consideración importante es el observador. Este se define como un observador con la visión normal de color de la media de la población humana, ya que dependiendo del ángulo de observación, la sensibilidad del ojo cambia. La CIE estableció en 1964 un ángulo para el observador de 10° .

La luminosidad, el tono angular y la saturación

del color son atributos que se denominan parámetros psicofísicos del color.

La saturación, s^* , se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$s^* = C_{ab}^* / L^* \quad (1)$$

Donde C_{ab}^* es el cromatismo y L^* la luminosidad. La saturación define la intensidad o grado de pureza del color.

El cromatismo C_{ab}^* se define como:

$$C_{ab}^* = (a^{*2} + b^{*2})^{0.5} \quad (2)$$

Numéricamente, es la distancia desde el centro de la esfera del color al punto considerado en el plano cromático, a^*-b^* . Es el atributo que permite estimar la proporción de color cromático puro contenido en la sensación total.

El tono angular h^* se puede representar mediante la ecuación:

$$h^* = \arctg(b^*/a^*), \text{ varía entre } 0^\circ \text{ y } 360^\circ. \quad (3)$$

Numéricamente, también en el plano a^*-b^* es una medida angular y corresponde al ángulo matiz definido desde el eje positivo de la coordenada a^* que varía entre 0° y 360° .

Los cambios de los componentes en el espacio de color $L^*a^*b^*$ se corresponden con modificaciones en el color percibido, por lo que las diferencias relativas de percepción entre dos colores en el espacio $L^*a^*b^*$ se pueden aproximar tratando cada color como un punto en un espacio tridimensional, con tres componentes: L^* , a^* , b^* y tomando la distancia entre ellos.

La variación del color ΔE , relacionada con la cuantificación de cambios globales de color se puede determinar empleando la ecuación propuesta por Chen y Ramaswamy, 2002.

$$\Delta E = ((\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2)^{0.5} \quad (4)$$

La variación del parámetro ΔL se calcula a partir de un valor inicial de L^* correspondiente a la referencia al cual se le resta el valor tomado para L^* del objeto que se quiera comparar y así se hace con los dos parámetros restantes: a^* y b^* , para calcular ΔE .

Efecto de los métodos de deshidratación sobre el color del alimento

El tejido de plantas como el de las manzanas, las bananas, las zanahorias y las papas exhiben pardeamiento durante su secado y subsecuente almacenamiento. La cinética de pardeamiento ha sido estudiada por varios investigadores (Bolin y Steele, 1987 y Sapers y Ziolkowski, 1987). Bolin y Steele, 1987 utilizó presiones de oxígeno bajas o el agregado de dióxido de azufre para evitar el pardeamiento no enzimático del tipo oxidativo que como se demostró es un 60-70 % del pardeamiento total durante el almacenamiento. Sapers y Ziolkowski, 1987 agregaron ácido ascórbico o eritórbito para evitar el pardeamiento enzimático de superficies de cortes de manzana con el objeto de eliminar el uso de dióxido de azufre como pretratamiento del secado. El dióxido de azufre es un buen conservante del color de las frutas frescas y vegetales que retarda las reacciones de pardeamiento enzimático y no enzimático, pero actualmente su uso está cuestionado por razones de salud.

Los parámetros de color L^* , a^* y b^* se afectan significativamente por métodos de secado como el secado convencional con aire caliente, el microondas y el secado al vacío. Por otra parte, la liofilización y la deshidratación osmótica permiten que los vegetales y las frutas mantengan su color sin variaciones apreciables.

El principio del análisis de textura consiste en medir la respuesta a la deformación controlada de la muestra. La fuerza que se ejerce sobre el alimento se maneja para recrear distintas condiciones en las que el alimento es expuesto cuando lo procesamos o lo comemos.

La textura es la sensación o interacción física que el alimento provoca en la boca del consumidor durante el proceso de masticación (en la misma influyen primordialmente las propiedades elásticas del alimento). Es uno de los criterios principales que aquel usa para juzgar la calidad y aceptación del producto. El consumidor puede clasificar la calidad del alimento en fresco, maduro, tierno, suave según la sensación física que produce el mismo en su boca.

La textura se puede modificar en cada etapa de procesamiento y/o almacenamiento.

Una serie de términos colaboran en la evaluación de la textura de un producto. Ellos son:

Adhesividad: a veces referido también como pegajosidad. Se relaciona con como el alimento se adhiere al interior de la superficie bucal durante la masticación.

Cohesividad: se refiere a como el producto permanece junto, es decir no se disgrega luego de la deformación.

Gomosidad: se refiere a la combinación de dureza y cohesividad; es el esfuerzo que conduce a que un alimento semisólido se pueda tragar.

Dureza: la dureza simula la fuerza requerida para comprimir un alimento sólido entre los dientes molares o un producto semisólido entre la lengua y el paladar.

Elasticidad: la habilidad de un producto de volver a su forma original luego de ser comprimido.

Masticabilidad: se trata de una combinación de gomosidad y elasticidad, de manera tal de obtener un producto que se pueda ingerir o deglutir.

Resiliencia: se refiere a capacidad de un material para recuperar su forma inicial después de ser sometido a una presión que lo deforma.

Efectos de la deshidratación osmótica en la textura del alimento

Wais et al., 2005 estudiaron los cambios de textura en cubos de manzana tratados por deshidratación osmótica. Pudieron observar que el producto se tornaba menos cohesivo y más blando. A 1h de tratamiento de DO, el producto exhibía un máximo de cohesividad. Este fenómeno podría explicarse como consecuencia de la incorporación de solutos en el tejido celular que coincide con una máxima ganancia de los mismos a este tiempo, pero luego la cohesividad decrece y resulta menor que la correspondiente al producto fresco.

Las muestras después de la DO se presentaron más adhesivas que aquellas que no fueron sometidas al tratamiento, aunque la adhesividad decrece con el aumento del tiempo de deshidratación osmótica. La elasticidad de las muestras osmodeshidratadas decreció lentamente a medida que se incrementaba el tiempo de deshidratación. Por el contrario, la gomosidad y masticabilidad decreció rápidamente con el transcurso de la deshidratación osmótica.

El objetivo del presente trabajo es analizar el efecto que generan los diferentes tratamientos de deshidratación osmótica sobre los parámetros de calidad: color y textura del zapallo anco.

Materiales y Métodos

Se trabajó con zapallos anco obtenidos en el mercado local, se lavaron, pelaron y cortaron en cubos de 1 cm de lado. Las muestras recibieron diferentes tratamientos:

1. **M1:** DO 1 h en solución acuosa al 40% m/m de sacarosa y 10% m/m de sal
2. **M2:** DO 1 h en solución acuosa al 40% m/m de sacarosa y 5% m/m de sal
3. **M3:** DO 1 h en solución acuosa al 40% m/m de sacarosa y 5% m/m de sal y ácido ascórbico al 1% m/m
4. **M4:** DO 1 h en solución acuosa al 40% m/m de sacarosa y 5% m/m de sal y ácido ascórbico al 0,5% m/m
5. **M5:** DO 1 h en solución acuosa al 40% m/m de sacarosa y 5% m/m de sal luego de

escaldado con vapor durante 5 min a 85°C.

En todos los casos, las condiciones de operación para la deshidratación osmótica fueron: relación masa de solución a masa de zapallo empleado, 4; temperatura de trabajo, 40°C y nivel de agitación, 120 ± 2 rpm. Se extrajeron muestras al cabo de 1 hora de tratamiento y los ensayos se realizaron por duplicado. Se midieron las coordenadas del sistema Cie-Lab (C.I.E., 1986), L^* , a^* , b^* , con un colorímetro Minolta CR-100, con observador 10° e iluminante D65 y se calculó C_{ab}^* , h^* y s . Para determinar la variación de color en los diferentes tratamientos, ΔE , se empleó la ecuación propuesta por Chen y Ramaswamy. En este trabajo, la variación del parámetro ΔL se calcula a partir de un valor inicial de L^* correspondiente al producto fresco al cual se le restan los valores tomados para L^* a cada uno de los tratamientos y así se hace con los dos parámetros restantes a^* y b^* .

A cada muestra de zapallo se le efectuaron 3 mediciones de color en la superficie, informándose el promedio o la media.

Las experiencias de textura se llevaron a cabo en un texturómetro marca Stable Micro Systems, modelo TA.XT Plus.

Se realizaron las determinaciones de perfil de textura para las cinco muestras, cuyos tratamientos se indicaron precedentemente para calcular los atributos de textura de las mismas: dureza, adhesividad, elasticidad, gomosidad, masticabilidad, cohesividad y resiliencia.

Muestras	L^*	a^*	b^*	C^*	h^*	s
M0 (control)	68,42±0,66	18,48±1,73	63,72±1,60	66,35±2,02	73,85±1,04	1,18±0,008
M1	57,18±1,56	35,12±0,32	57,77±1,52	67,63±1,40	58,67±0,57	1,23±0,042
M2	55,22±1,16	35,63±1,19	57,93±2,54	68,02±2,69	58,39±0,67	1,16±0,012
M3	56,04±1,11	33,58±1,29	55,90±1,24	65,23±0,74	59,00±1,43	1,17±0,015
M4	58,98±1,59	35,32±0,69	59,58±2,69	69,27±2,17	59,32±1,43	1,13±0,019
M5	55,12±2,20	29,37±1,59	54,85±3,06	62,22±3,45	61,83±0,04	0,97±0,035

Tabla 1. Parámetros del color de acuerdo al método CIEL (valores medios)

Resultados y Discusiones

Análisis del Color

En la Tabla 1 se presentan los valores medios correspondientes a los parámetros de color, tanto para el zapallo anco fresco (M0) como para los diferentes tratamientos (M1, M2, M3, M4 y M5).

Las muestras deshidratadas osmóticamente en solución al 40% m/m de sacarosa y al 10% m/m de sal (M1) y en solución al 40% m/m de sacarosa y 5% m/m de sal (M2) presentaron parámetros muy similares a excepción del parámetro luminosidad que fue un poco mayor, 3,4% en el caso de la muestra M1 respecto de la muestra M2.

Todos los tratamientos disminuyen la luminosidad, por consiguiente el producto se oscurece cuando se compara con el zapallo anco fresco (sin tratamiento) (Figura 1). La muestra que fue tratada con ácido ascórbico al 0,5% m/m es la que presenta mayor luminosidad entre las tratadas. De todos modos las diferencias de luminosidad entre las cinco muestras tratadas son muy pequeñas, del orden del 2%.

Todos los tratamientos aumentaron el valor de a^* por lo tanto hacen que el producto vire hacia el color rojo (Figura 2) y el valor de b^* disminuye virando el color hacia los azules (Figura 3).

El croma y el tono angular son similares en las muestras M1, M2 y M4 (Figuras 4 y 5, respectivamente). El valor de croma superior corresponde a la muestra M4.

El tratamiento de la muestra con ácido ascórbico al 0,5% preserva la muestra con características similares a la muestra fresca, aumentando el a^* que torna el color hacia el rojo respecto a la muestra fresca y disminuyendo el b^* que vira el color hacia el azul (este tratamiento es con el que menos disminuye) y mejora un poco la luminosidad respecto de los tratamientos sin ácido ascórbico, M1 y M2.

Las muestras menos saturadas son el zapallo anco fresco y la muestra M5 con el tratamiento 5 consistente en previo escaldado a la deshidratación osmótica en solución acuosa con 40% m/m de sacarosa y 5% m/m de sal (Tabla 1).

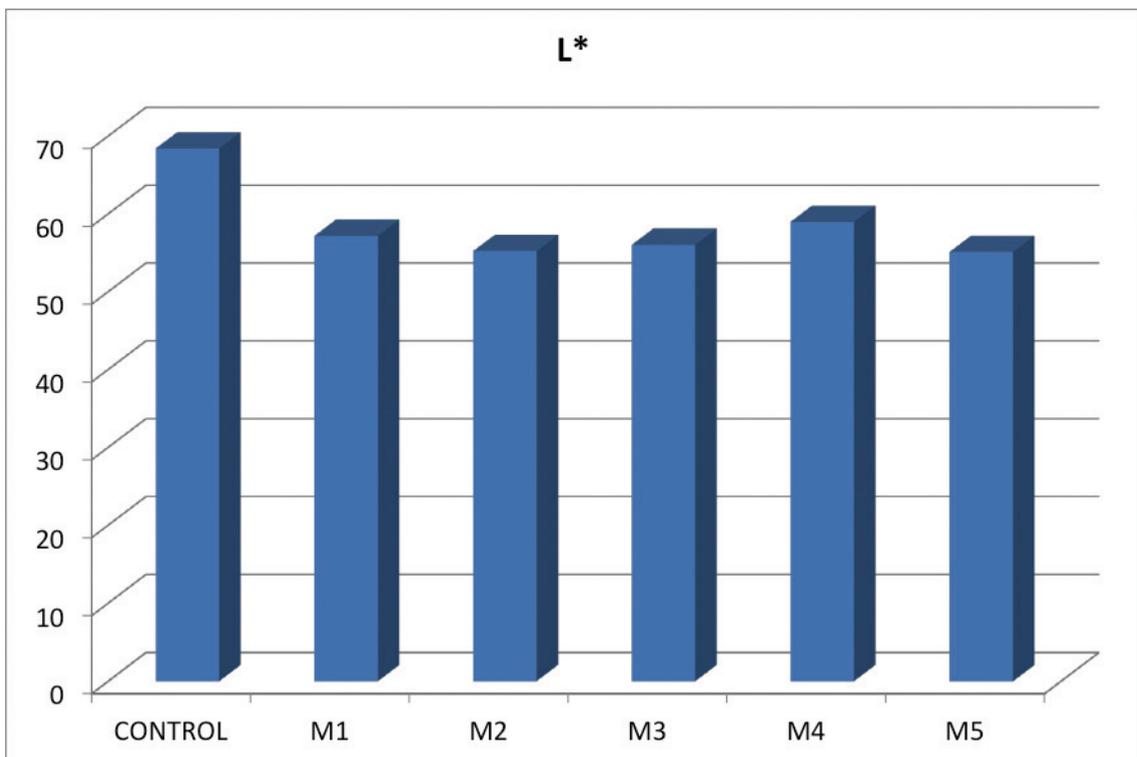


Fig. 2. Valores de L^* para las distintas muestras

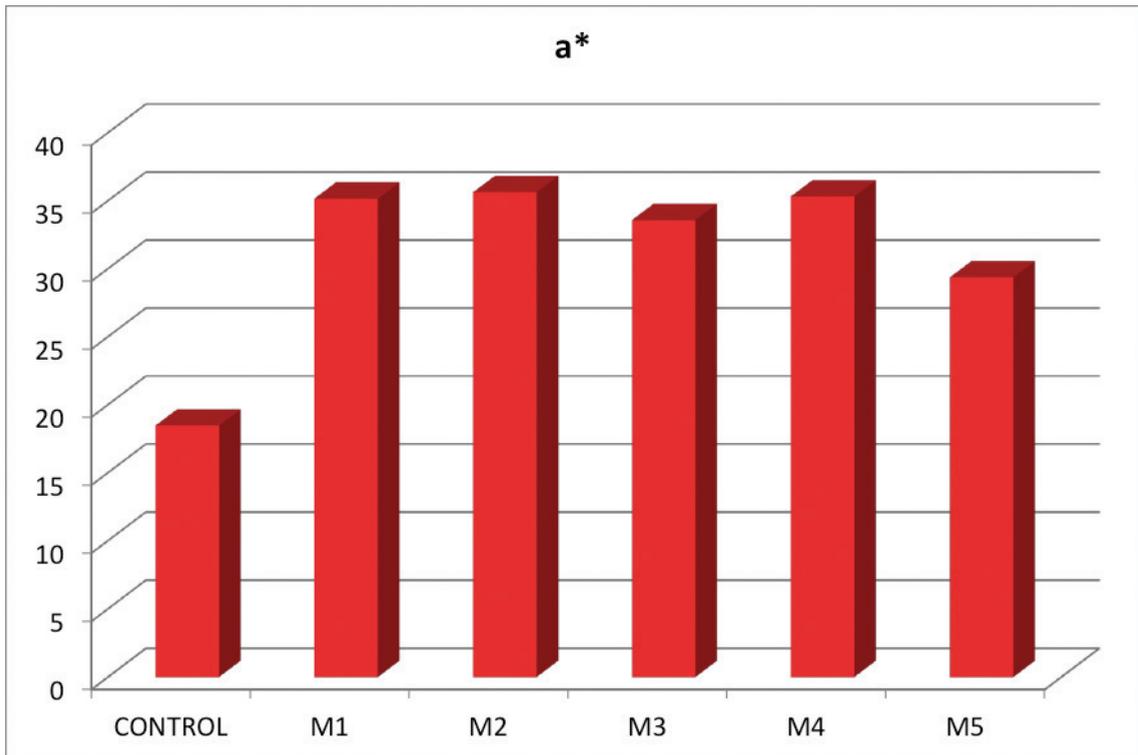


Fig. 3. Valores de a* para las distintas muestras

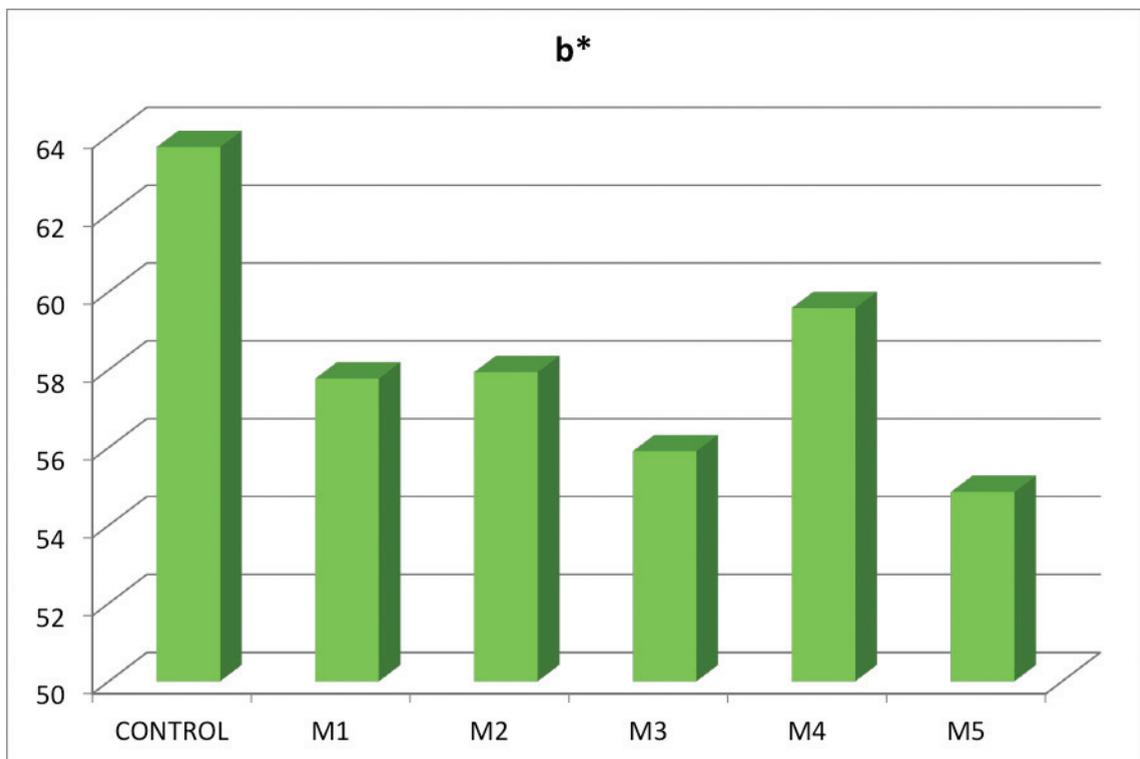


Fig. 4. Valores de b* para las distintas muestras

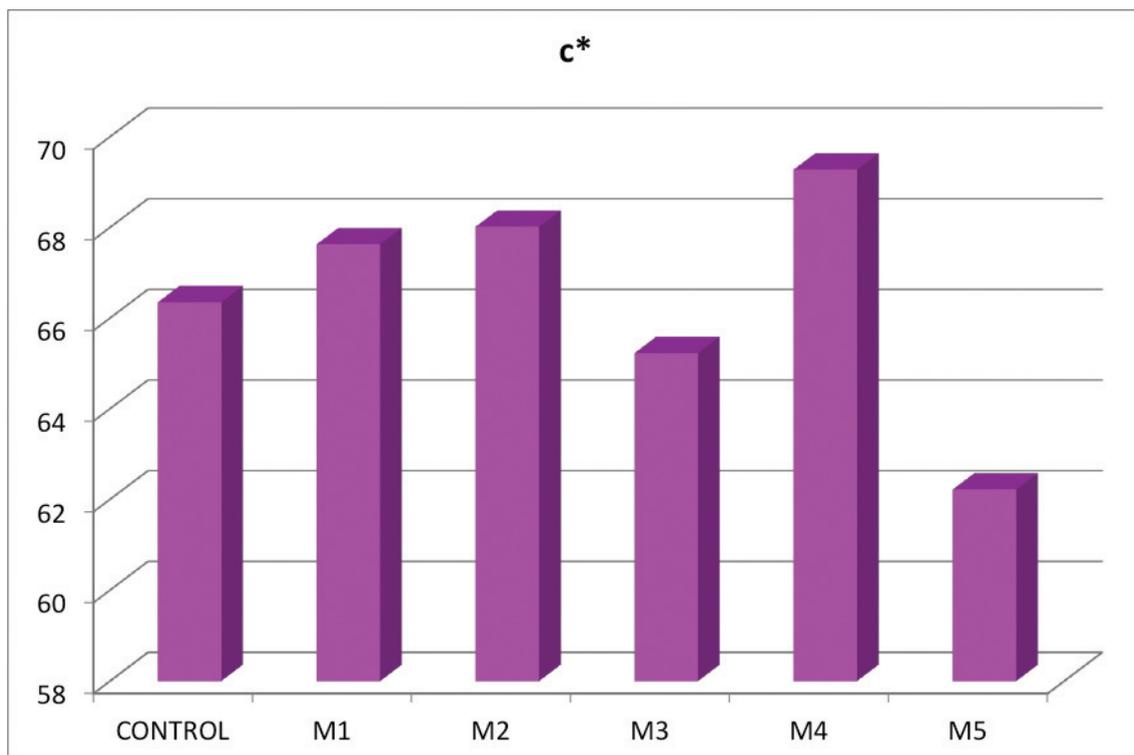


Fig. 5. Valores de C_{ab}^* para las distintas muestras

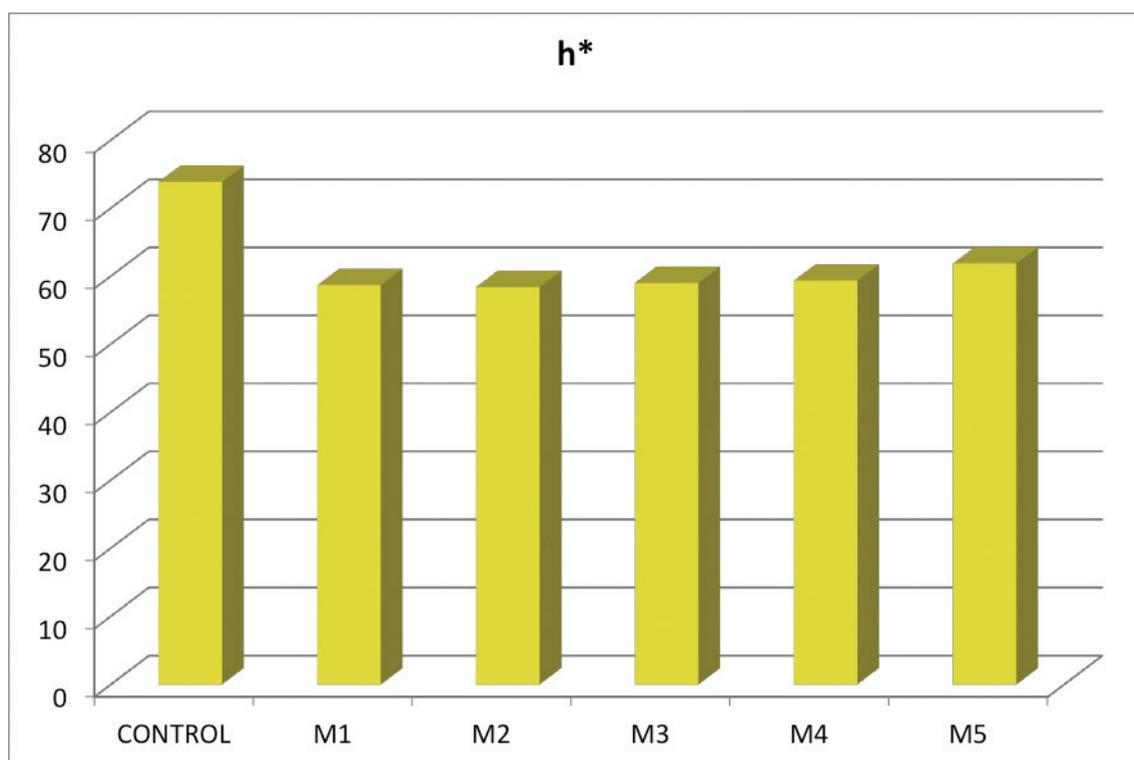


Fig. 6. Valores de h^* para las distintas muestras

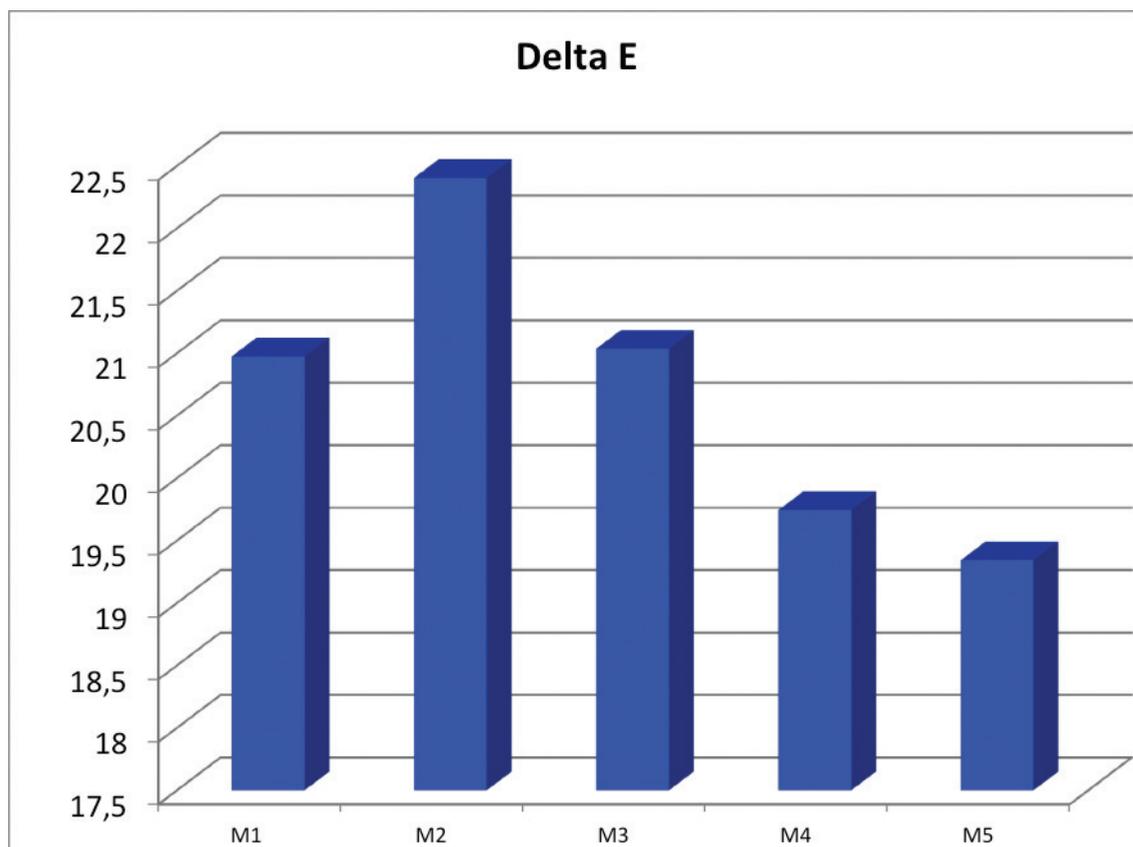


Fig. 7. Valores de ΔE para las distintas muestras

Los valores de ΔE inferiores se obtuvieron para las muestras M4 (ácido ascórbico al 0,5% m/m) y M5 (escaldado previo) (Figura 7 y Tabla 2). En la tabla 2 se presentan las variaciones del color (ΔE), respecto a los diferentes tratamientos con la muestra control.

Muestras	ΔE
M1-C	20,974
M2-C	22,403
M3-C	21,035
M4-C	19,742
M5-C	19,341

Se usaron los valores medios

Tabla 2. Variaciones de color (ΔE) en los diferentes tratamientos

A simple vista la muestra M4 era la de mejor apariencia, aunque su color rojo era más intenso que la muestra fresca (control). Los distintos tratamientos que se aplicaron sobre las muestras frescas no modifican demasiado su

luminosidad pero sí lo hacen en sus aspectos cromáticos, especialmente en cuanto al valor de a^* .

Análisis de la textura

En las Figuras 8 y 9 se presentan los atributos de textura: dureza, adhesividad, elasticidad, cohesividad, gomosidad y masticabilidad y resiliencia del zapallo fresco (control) y de las muestras de zapallo sometidas a los distintos tratamientos.

En general, todos los tratamientos, a excepción del correspondiente a la muestra M3 que consiste en la deshidratación osmótica en solución al 40% m/m de sacarosa y 5% m/m de sal con 1% m/m de ácido ascórbico, aumentan la elasticidad del producto respecto del control mientras que la adhesividad disminuye respecto del control.

El tratamiento 2, deshidratación osmótica en solución al 40% m/m de sacarosa y 5% m/m de sal permite alcanzar la máxima elasticidad entre los tratamientos. La cohesividad y la adhesividad aumentan mientras que la resiliencia, la dureza, la gomosidad y la masticabilidad resultan menores que para los otros tratamientos.

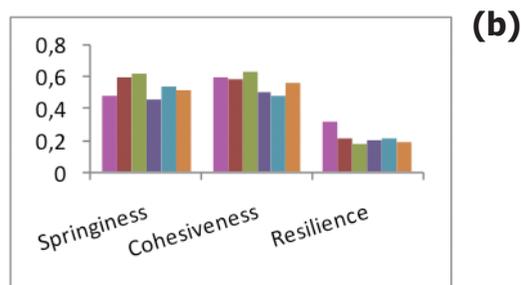
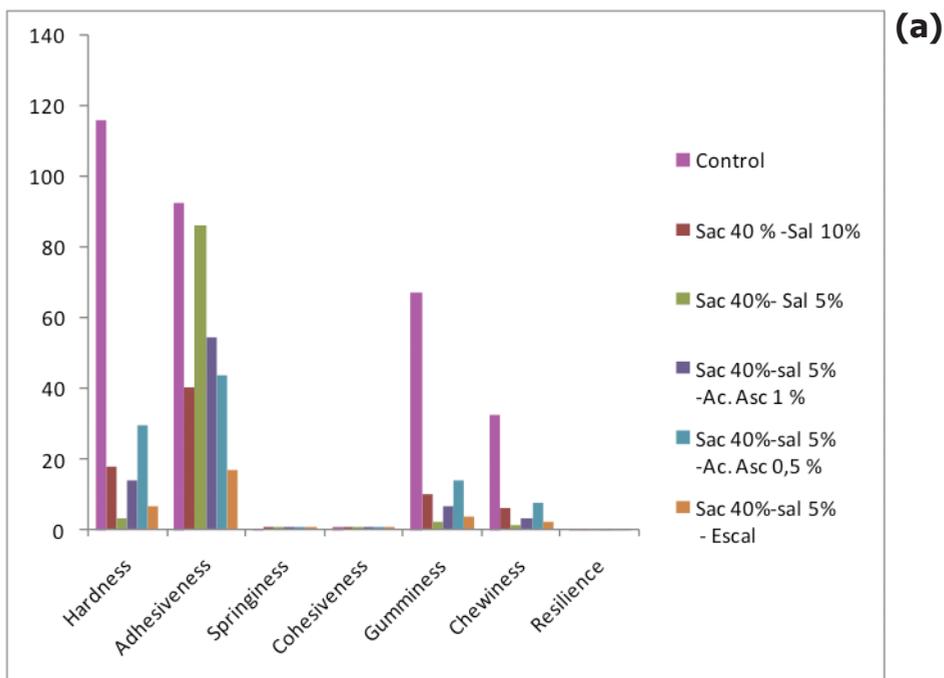


Fig. 8. Atributos de textura: dureza, adhesividad, elasticidad, cohesividad, gomosis y masticabilidad y resiliencia del zapallo fresco (control) y de las muestras de zapallo sometidas a los distintos tratamientos a) gráfico general y b) detalle de los atributos elasticidad, cohesividad y resiliencia

El tratamiento 4, deshidratación osmótica en solución al 40% m/m de sacarosa y 5% m/m de sal y 0,5% m/m de ácido ascórbico permite que la dureza, la gomosis y la masticabilidad alcanzada sean, si bien menores, más similares al control si se los compara con los otros tratamientos. La adhesividad y la cohesividad disminuyen y la elasticidad aumenta respecto del control. Estas características de textura y las mínimas diferencias con el control en cuanto a las variaciones de color hacen que el tratamiento 4 sea considerado el más adecuado entre todos ellos.

Los resultados obtenidos se hallan en concordancia con el trabajo de Wais et al., 2005, ya que se verificó que tanto la dureza como la gomosis y la masticabilidad son drásticamente reducidas por el tratamiento osmótico y la cohesividad prácticamente no presenta dependencia con el pretratamiento de deshidratación osmótica.

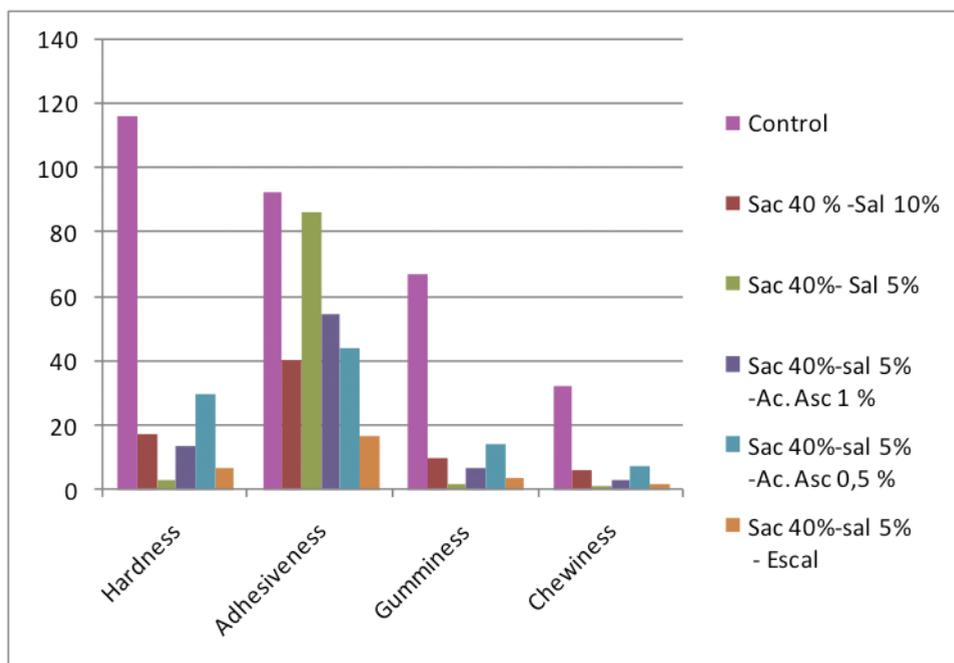


Fig. 9. Atributos de textura: dureza, adhesividad, gomosidad y masticabilidad del zapallo fresco (control) y de las muestras de zapallo sometidas a los distintos tratamientos

Conclusiones

El tratamiento consistente en la deshidratación osmótica en solución acuosa al 40% m/m de sacarosa y 5% m/m de sal y ácido ascórbico al 0,5% m/m resultó ser el más adecuado en cuanto a las características de color y textura para el producto obtenido. Si se compara el color de esta muestra con la muestra fresca, sin tratamiento, se aprecia que el a^* aumenta, de manera que torna el color hacia el rojo y el b^* que vira el color hacia el azul, disminuye, pero la diferencia en este último parámetro es bastante menor que con los otros tratamientos. Por consiguiente, el tratamiento 4 preserva la muestra con características bastante similares a la de la muestra fresca. Asimismo, se aprecia que la luminosidad mejora un poco respecto de los tratamientos sin ácido ascórbico. En cuanto a la textura, en general, la deshidratación osmótica reduce la dureza, la gomosidad, la resiliencia, la adhesividad y la masticabilidad y aumenta la elasticidad. El parámetro cohesividad se mantiene prácticamente sin modificaciones en los distintos tratamientos y en todos los casos, bastante similar al valor correspondiente a la muestra fresca.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la UTN, Facultad Regional Buenos Aires, al Dr. Sergio R. Vaudagna del INTA Castelar, por facilitar el equipamiento para la medición de color y textura y al Dr. Rodolfo H. Mascheroni, director del Proyecto PID al que pertenece este trabajo.

Referencias:

- BANAVARA, D.S., ANUPAMA, D. AND RANKIN, S.A., (2003). Studies on physicochemical and functional properties of commercial sweet whey powders. *J. Dairy Sci.* 86:3866–3875.
- BOLIN, H.R. y STEELE, R. J., (1987). Nonenzymatic browning in dried apples during storages. *Journal Food Science.* 52, 1654-1657.
- CIE 15, 3º edición, (2004). Technical report colorimetry. Commission Internationale de L´Eclairage.
- CHEN, C.R. AND RAMASWAMY, H.S., (2002). Color and texture change kinetics in ripening bananas. *Lebnsn-Wiss. Technol.*, 35(5): 415-419.
- CHIRALT, A.; MARTÍNEZ NAVARRETE, N.; MARTÍNEZ-MONZÓ, J.; TALENS, P.; MORAGA, G.; AYALA, A. y FITO, P., (2001). Changes in mechanical properties throughout osmotic processes cryoprotectant effect. *Journal of Food Engineering*, 49: 129-135.
- CONTRERAS MONZÓN, C., (2006). Influencia del método de secado en parámetros de calidad relacionados con la estructura y el color de manzanas y fresas deshidratadas. Departamento de Tecnología de Alimentos, Universidad Politécnica de Valencia. Tesis doctoral.
- DELLA ROCCA, P; GUTIERREZ, M.; LANGUASCO, J. M. y MASCHERONI, R., (2010). Secado Combinado de papas. *Proyecciones*, Vol. 8 Nº 1.
- DUQUE, A.; GIRALDO G. y MEJÍA D., (2007). Variación del Color en Mango, Mora y Uchuva en Diferentes Tratamientos de Deshidratación Osmótica.
- GIESE, J., (2000). Color measurement in foods as a quality parameter, *Food Technol*, Chicago, v.54, Nº 2, p.62-63.
- JIMÉNEZ, A. y GUTIÉRREZ, G., (2001). Color. Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos. Editorial Acribia. España. 325.
- MAYOR, L.; MOREIRA, R.; CHENLO, F. y SERENO, A.M., (2007). Osmotic dehydration kinetics of pumpkin fruits using ternary solutions of sodium chloride and sucrose. *Drying Technology*, 25: 1749–1758.
- MALDONADO, S; SANTAPAOLA, J; SINGH, J; TORREZ, M. y GARAY, A., (2008). Cinética de la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de yacón (*Smilax tuberosa*), *Ciencia e Tecnología de Alimentos*, vol. 28, Nº i, Campinas, 1-9.
- SIMPSON, R.; JIMENEZ, M.; CAREVIC, E. y GRANCELLE, R., (2007). Aceleración de la deshidratación osmótica de frambuesas (*Rubus idaeus*) por medio de calentamiento óhmico. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 57: 192-195.
- SGROPPO, S. C. y SOSA, C., (2009). Zapallo anco (cucurbita moschata, d.) fresco cortado tratado con luz uv-c. *FACENA*, Vol. 25, pp. 7-19.
- SALVATORI, D. y ALZAMORA, S.M., (2000). Structural changes and mass transfer during glucose infusion of apples as affected by blanching and process variables. *Drying Technology*, 18: 361–382.
- SPIAZZI, E.A. y MASCHERONI, R. H., (1994). Deshidratación osmótica de productos frutihortícolas. *Actas del VI Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 473-475.
- SPIAZZI, E.A. y MASCHERONI, R. H., (2001). Modelo de deshidratación osmótica de alimentos vegetales. *MAT Serie A*, ISSN 1515-4904., Conferencias, seminarios y trabajos de matemática Nº 4, Rosario, Argentina, 23-32.
- RASTOGI, N; RAGHAVARAO, R; NIRANJAN, K. y KNORR, D., (2002). Recent development in osmotic dehydration: methods to enhance mass transfer. *Trends in Food Science and Technology*, vol 13,48-59.
- SAPERS, G. M. y ZIOLKOWSKI, M. A., (1987) Comparison of Erythorbic and Ascorbic Acids as Inhibitors of Enzymatic Browning in Apple *Journal of Food Science*, Volume 52, Issue 6, 1732–1733.
- SGROPPO, S.C. y SOSA, C.A., (2009). Zapallo anco (Cucurbita Moschata D.) fresco cortado tratado con luz UV-C, *Facena*, Vol.25, pp 7-19.
- VALDÉS M; ORTIZ S; BAENA D. y ALIRIO F., (2009). Evaluación de poblaciones de zapallo (Cucurbita moschata D) por caracteres de importancia agroindustrial. *Acta Agronómica*, vol. 59, núm. 1, 2010, pp. 91-96. Universidad Nacional de Colombia Colombia.
- VAN NIEUWENHUIJZEN, N. H.; ZAREIFARD, M. R. y RAMASWAMY, H. S., (2001). Osmotic drying kinetics of cylindrical apple slices of different sizes. *Drying Technology*, 19: 525-545.
- WAIS, N., AGNELLI, M.E. y MASCHERONI R.H., (2005). Combined osmotic dehydration-microaerobic drying of fruits. Application apple cubes. 2º Mercosur Congress on Chemical Engineering, 4º Mercosur Congress on Process Systems Engineering, ENPROMER.