

- proteases. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(12), 6507-6514, 2021.
- Güemes Vera, N., Totosaus, A., Hernandez, J. F., Soto, S., Aquino Bolaños, E. N. Propiedades de textura de masa y pan dulcetipo" concha" fortificados con proteínas de suero de leche. *Food Science and Technology*, 29, 70-75, 2009.
- Ikasari, D., Hastarini, E., Suryaningrum, T. D. Characteristics of cookies formulated with fish protein concentrate powder produced from Snakehead Fish (*Channa striata*) Extraction By-product. In *E3S Web of Conferences*, Vol. 147, p. 03028; 2020.
- Kulthe, A. A., Thorat, S. S., Lande, S. B. Evaluation of physical and textural properties of cookies prepared from pearl millet flour. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 6(4), 692-701, 2017.
- Laguna, L., Salvador, A., Sanz, T., & Fiszman, S.M. (2011). Performance of a resistant starch rich ingredient in the baking and eating quality of short-dough biscuits. *LWT - Food Science and Technology*, 44, 737-746.
- Millar, K. A., Barry Ryan, C., Burke, R., Hussey, K., McCarthy, S., Gallagher, E. Effect of pulse flours on the physicochemical characteristics and sensory acceptance of baked crackers. *International Journal of Food Science & Technology*, 52(5), 1155-1163, 2017.
- Ni, Q., Ranawana, V., Hayes, H. E., Hayward, N. J., Stead, D., Raikos, V. Addition of broad bean hull to wheat flour for the development of high-fiber bread: Effects on physical and nutritional properties. *Foods*, 9(9), 1192, 2020.
- Núñez, B. Á., Sahagún, M., Martínez, P., Gómez, M. Incorporation of gluten and hydrolysed gluten proteins has different effects on dough rheology and cookie characteristics. *International Journal of Food Science & Technology*, 53(6), 1452-1458, 2018.
- Ostermann-Porcel, M. V., Quiroga-Panelo, N., Rinaldoni, A. N., Campderrós, M. E. Incorporation of okara into gluten-free cookies with high quality and nutritional value. *Journal of Food Quality*, 1-8, 2017.
- Phongthai, S., Lim, S. T., Rawdkuen, S. Optimization of microwave-assisted extraction of rice bran protein and its hydrolysates properties. *Journal of cereal science*, 70, 146-154, 2016.
- Samamé, S. Z., Arana, J. V. Optimización de la formulación de una galleta enriquecida con hidrolizado de anchoveta (*Engraulis ringens*) aplicando metodología de superficie de respuesta. *Agroindustrial Science*, 6(1), 127-134, 2016.
- Soni, N., Kulkarni, A. S., Patel, L. Studies on development of high protein cookies. *IJCS*, 6(6), 439-444, 2018.
- Wang, S., Opassathavorn, A., Zhu, F. Influence of Quinoa Flour on Quality Characteristics of Cookie, Bread and Chinese Steamed Bread. *Journal of Texture Studies*, 46(4), 281-292, 2015.
- Xu, D., Zhou, X., Lei, C., Shang, Y., Zhao, Y., Wang, Z., Zeng, F., Liu, G. Development of biscuits and cookies using raw dehydrated potato flour and its nutritional quality and volatile aroma compounds evaluation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 44(7), e14528, 2020.
- Zhang, Z., Fan, X., Yang, X., Li, C., Gilbert, R. G., Li, E. Effects of amylose and amylopectin fine structure on sugar-snap cookie dough rheology and cookie quality. *Carbohydrate Polymers*, 241, 116371, 2020.
- Zouari, R., Besbes, S., Ellouze-Chaabouni, S., Ghribi-Aydi, D. Cookies from composite wheat-sesame peels flours: Dough quality and effect of *Bacillus subtilis* SPB1 biosurfactant addition. *Food chemistry*, 194, 758-769, 2016.

## Almacenamiento de snacks de zapallo deshidratados por dos métodos. Efecto de envases en las características físico-químicas.

Kvapil, Florencia<sup>1</sup>; Moreno Fernández, Camila<sup>1</sup>; Iturriaga, Laura.<sup>1,2</sup>

(1) *Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero, Universidad Nacional de Santiago del Estero.*

[florykvapil@hotmail.com](mailto:florykvapil@hotmail.com); [camila.moreno.fernandez@gmail.com](mailto:camila.moreno.fernandez@gmail.com)

(2) *Centro de Investigación en Biofísica Aplicada y Alimentos (CIBAAL), Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Universidad Nacional de Santiago del Estero.*

[laura.iturriaga@gmail.com](mailto:laura.iturriaga@gmail.com)

### RESUMEN

Se estudió el efecto de envases comerciales sobre el contenido de humedad, de carotenoides y el color, durante el almacenamiento a temperatura ambiente de snacks de zapallo obtenidos por secado convectivo con (M) y sin (C) pre tratamiento de microondas. Para ello se utilizaron envases trilaminados tipo “doypack®” con diferentes composiciones: negro mate satinado (N) y de papel kraft con ventana (K). Se midió la velocidad de transmisión de vapor de agua (VTVA) resultando un valor de  $0,65 \pm 0,02$  y  $0,91 \pm 0,03 \text{ g/m}^2\text{h}$  para N y K, respectivamente. Se observó que el pre tratamiento redujo la absorción de agua y mantuvo mejor los niveles de carotenoides y el color durante el almacenamiento. En cuanto al tipo de envase, K arrojó el mayor contenido de humedad en las muestras M mientras que para C no hubo diferencias hacia el final del almacenamiento. Además, el contenido de carotenoides fue mayor para K al comparar con N para ambas muestras. Sin embargo no se observaron diferencias significativas en el color entre los envases para ambas muestras. Por lo tanto, se pudo concluir que el envase más apropiado para snacks de zapallo fue N, el cual se utilizará en posteriores ensayo de vida útil.

### ABSTRACT

The effect of commercial packaging on moisture and carotenoid content and color during storage of pumpkin snacks obtained by convective drying with (M) and without (C) microwave pretreatment was studied. For this, two doypack-type trilaminate containers with different compositions were used: satin matt black (N) and Kraft paper with window (K). The water vapor transmission rate (VTVA) was measured, resulting in a value of  $0.65 \pm 0.02$  and  $0.91 \pm 0.03 \text{ g/m}^2\text{h}$  for N and K, respectively. It was observed that the microwave pretreatment reduced water absorption and better maintained carotenoid levels as well as color during storage. Regarding the type of container, K showed the highest moisture content only in the M samples, while in the C samples there were no differences towards the end of storage. In addition, the carotenoid content was higher for this type of container when compared to N for both dehydrated samples. However, no significant differences in color were observed between the containers for both samples. Therefore, it was possible to conclude that the most appropriate container for squash snacks was N, which will be used in subsequent shelf life tests.

Palabras claves: envase-contenido de humedad-carotenoides-color

Keywords: packaging-moisture content-carotenoids-color

### 1 INTRODUCCION

La estabilidad durante el almacenamiento de un alimento deshidratado está relacionada con las condiciones de envasado y las dealmacenamiento tales como: humedad, concentración de oxígeno, temperatura y luz, entre otras y también con la

microestructura y composición de la muestra. “Los cambios de calidad física, química y microbiológica de un producto seco durante el almacenamiento, en muchos casos, son causados por un aumento en la actividad del agua ( $a_w$ ) debido a la adsorción de humedad” (Ngamwonglumlert y Devahastin,

2018). El desafío en las ciencias alimentarias modernas no es solo minimizar las reacciones de degradación química, sino también maximizar la conservación de nutrientes beneficiosos durante el almacenamiento. “Los materiales de embalaje y condiciones de almacenamiento se consideran como el último paso en el desarrollo de productos para extender la conservación de frutos secos” (Udomkun et al., 2016). Según Lee y Robertson, (2021), el tiempo para que los alimentos secos envasados alcancen un contenido de humedad que provoque un deterioro significativo de la calidad se ha tomado generalmente como la vida útil de los mismos. Este enfoque se basa en la hipótesis de que el cambio de calidad primario está estrechamente relacionado con el aumento de humedad durante el almacenamiento, tal como el cambio de color y el contenido de  $\beta$ -caroteno en rodajas de zanahoria. Por lo tanto, y de acuerdo a Ashley (1985), la selección del empaque utilizado para conservar los alimentos depende de la funcionalidad del mismo, esto es, proteger contra los agentes físico-químicos y microbiológicos. Además debe permitir el correcto transporte y debe ser atractivo para el consumidor razón por la cual el diseño del envase es un factor muy importante.

“La variedad tipo Butternut (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poir) conocido comercialmente en Argentina como “calabacita” es entre los diferentes tipos de zapallo, el preferido por los consumidores locales debido a su sabor. También es interesante por su versatilidad ya que puede ser utilizado para la elaboración de productos alimenticios salados o dulces” (de Escalada Plá et al., 2007). Según Konopacka et al. (2010), las diferentes variedades de zapallo poseen alto contenido de carotenos, especialmente  $\alpha$ - y  $\beta$ -carotenos y además poseen ácido ascórbico, mono-, di- y polisacáridos (glucosa, fructosa, sacarosa y almidón), minerales (K, Ca, Mg y Fe) y pectinas. Teniendo en cuenta sus propiedades nutricionales y sensoriales, este vegetal representa una buena opción para el desarrollo de alimentos tipo snacks. Es por ello, que en este trabajo se aplicará secado por microondas como tratamiento previo al secado convectivo a fin de obtener snacks de zapallo con propiedades texturales más atractivas para el consumidor. Un aspecto relevante en el desarrollo de nuevos alimentos, es el estudio de la vida útil. Al respecto, se encuentran escasos reportes del envasado y almacenamiento de este vegetal

deshidratado particularmente en lo referido al tipo de empaque utilizado. Por lo expuesto, el presente trabajo tiene como objetivo determinar los efectos de los empaques comerciales sobre las características físico-químicas de snacks de zapallo almacenados a temperatura ambiente y seleccionar el empaque óptimo para futuros ensayos de vida útil.

## 2 MATERIALES Y METODOS

### 2.1 Material vegetal

Se trabajó con zapallos frescos (*Cucurbita moschata*) obtenidos en el mercado local de Santiago del Estero, los cuales se mantuvieron refrigerados a  $4 \pm 0,5$  °C hasta su procesamiento. Las hortalizas se lavaron, pelaron y se cortaron en rodajas con un espesor  $2,4 \pm 0,3$  mm, utilizando solo de la sección longitudinal del zapallo. Luego, las muestras se sometieron a dos métodos de secado que se describen a continuación:

**Microondas:** Se realizó un tratamiento previo con microondas en un horno doméstico. Se colocaron las rodajas de vegetal en una bandeja a potencia máxima del dispositivo (1180 W) durante un tiempo tal que asegure una pérdida de peso ( $\Delta P$ ) en un rango del 80% aproximadamente, con respecto al peso inicial del vegetal fresco. Para ello, se extrajeron las rodajas cada 30 segundos y se pesaron hasta alcanzar dicha  $\Delta P$ , lo cual se logró en un tiempo total de 2 minutos. Luego, se finalizó el proceso de secado con el método convencional.

**Secado convencional con aire caliente:** Para este método, se utilizó una estufa de convección forzada (Tecnodalvo) con circulación de aire a velocidad constante. Antes de colocar las muestras, se establecieron las condiciones de temperatura de trabajo estables dentro de la estufa. Se colocaron muestras de zapallo tanto pre-deshidratadas en microondas, así como frescas a temperatura de 60 °C hasta obtener un peso constante. Las muestras deshidratadas con pre-tratamiento de microondas se denominan M y las muestras sin pre-tratar C.

### 2.2 Envasado y almacenamiento

Se utilizaron 2 bolsas comerciales de alta barrera tipo doypack® (Stand Up Pouch) con cierre plástico zipper. Las mismas poseen 11 cm de ancho y 15 cm de largo. Un tipo de empaque fue negro mate satinado (N), constituido por 3 capas:

material externo de polipropileno biorientado (BOPP) mate de 20 micrones, en el centro tereftalato de polietileno biaxialmente orientado (BOPET) metalizado de 12 micrones y material interno de polietileno de baja densidad (PEBD) cristal termosellable de 60 micrones. También se utilizaron bolsas de papel madera o kraft con ventana (K) constituido por una capa externa de papel kraft marrón de 50 gramos, una capa intermedia de BOPET cristal de 12 micrones y una capa interna de PEBD de 60 micrones. La ventana representa el 20% de la superficie total del empaque.

Las rodajas deshidratadas con ambos tratamientos fueron envasadas y se obtuvieron muestras M-N, M-K, C-N y C-K de acuerdo a las combinaciones de tratamientos de secado y envase. Se colocaron 6-8 rodajas por bolsay fueron sellados térmicamente como se muestra en la Fig. 1. Se almacenaron en condiciones ambientales no controladas y se extrajeron muestras periódicamente para realizar los ensayos físico-químicos (0, 15, 30 y 45 días).



Figura 1: Rodajas de zapallo envasadas en bolsas trilaminadas negras y de papel Kraft.

### 2.3. Velocidad de transmisión de vapor de agua (VTVA)

La VTVA fue realizada a las condiciones ambientales de 32°C y 50% de humedad relativa (HR) utilizando el método gravimétrico de acuerdo a la norma ASTM 96-95. Para ello, se registró la variación de peso de un producto desecante contenido dentro de placas recubiertas por la película plástica a estudiar y luego con los datos obtenidos se realizó un gráfico de  $\Delta P$  vs  $t$  para determinar el valor de VTVA de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$VTVA = \frac{\Delta P}{t \cdot A} \quad (1)$$

Donde  $\Delta P$  es la variación del peso (g),  $t$  es el tiempo (h) durante el cual ocurre la  $\Delta P$  y  $A$  es la superficie expuesta de la película plástica ( $m^2$ ). Para el empaque kraft con ventana se midió en ambos materiales y se ponderó de acuerdo a la superficie que ocupa cada uno de ellos en el envase. Los valores de VTVA se expresaron en  $g/m^2h$ .

### 2.4. Contenido de humedad

Se determinó el contenido de humedad en estufa de vacío a 70 °C de acuerdo al método 934.06 AOAC(2006). Se realizó el ensayo por triplicado y fue expresado en porcentaje para cada tratamiento en los tiempos de almacenamiento preestablecidos.

### 2.5. Contenido de carotenoides

El contenido de carotenoides y clorofila se determinó por la técnica descrita por Nawirska-Olszanska et al. (2017). Muestras deshidratadas (aproximadamente 2 g) se trituraron y se colocaron en frascos color caramelo. Luego se agregó 15 mL de acetona al 100% y se agitó ligeramente. Las muestras fueron almacenadas a 4° C durante 24 h y luego fueron centrifugadas en centrifuga refrigerada. Seguidamente se filtró y se midió la absorbancia del extracto a 661,6, 644,8 y 470 nm.

Se realizaron los cálculos con las siguientes ecuaciones:

$$Cl_a = 11,24A_{661.6} - 2,04A_{644.8} \quad (2)$$

$$Cl_b = 20,13A_{644.8661.6} - 4,19A_{661.6} \quad (3)$$

$$Ca = 1000 * A_{470} - (1,9Cl_a + 63,14Cl_b) / 214 \quad (4)$$

Donde  $Cl_a$  y  $Cl_b$  corresponden a los valores de clorofila a y b respectivamente. Y los valores de A son las absorbancias a 661,1, 644,8 y 470 respectivamente. El valor de carotenoides (Ca) se expresó en mg/100 g tejido seco.

### 2.6. Color

A los diferentes tiempos de almacenamiento, los parámetros de color  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  se determinaron con un colorímetro Minolta CR-300. Asimismo, se calcularon los parámetros Cromo (Cr) y Hue ( $H^\circ$ ), de acuerdo a las ecuaciones expresadas por Guiné y Barroca(2012).

2.7. *Análisis estadístico*

Los ensayos se realizaron por triplicado y los resultados se informaron como su promedio  $\pm$  desviación estándar (DE). Los resultados fueron comparados estadísticamente mediante el análisis de varianza (ANOVA) y el test de Fisher, con un nivel de confianza de 95% utilizando el software libre INFOSTAT versión 2019 desarrollado por Di Rienzo et al (2019).

3 RESULTADOS

3.1 *Velocidad de transmisión de Vapor de agua (VTVA)*

El ensayo dio como resultado un valor de  $0,65 \pm 0,02 \text{ g/m}^2\text{h}$  para el empaque Negro mientras que el Kraft arrojó un valor de  $0,91 \pm 0,03 \text{ g/m}^2\text{h}$ . Por lo tanto, se pudo determinar que el envase negro posee barrera al ingreso de vapor de agua significativamente mayor. Al respecto, Alves (1999) informaron valores de transmisión de vapor de agua en el rango de  $0,6-1,1 \text{ g/m}^2\text{h}$  para películas combinadas de BOPP/PET y film metalizado. Dichos autores indicaron que la incorporación del film metalizado aumentó la barrera al vapor de agua.

3.2 *Contenido de humedad*

Los resultados obtenidos del contenido de humedad de las muestras deshidratadas almacenadas en los empaques comerciales se muestran en la Fig. 2. Tal como se esperaba, se puede observar que la humedad aumentó con el tiempo de almacenamiento. A los 15 días, las muestras C-N mostraron el menor valor mientras que el resto de las muestras no presentaron diferencias significativas. Luego, las muestras tanto C-N como C-K presentaron mayor contenido de humedad hasta alcanzar 8,3% al final del almacenamiento mientras que las muestras pretratadas con microondas absorbieron menor humedad hasta el final del almacenamiento. En este sentido, se sabe por Fontan et al. (1982) que las isotermas de sorción de humedad de productos deshidratados depende de sus constituyentes como proteínas, almidón, celulosa, azúcares, etc. “La sacarosa así como otros azúcares con alto contenido en fructosa, tienen la propiedad de higroscopicidad, esto es,

de absorber rápidamente agua” (Vaklavik et al. 2008). Por lo tanto, se podría explicar la menor absorción de agua en las muestras pretratadas por el menor contenido de azúcares. Barba et al. (2014) reportaron que la aplicación de microondas en bananas, disminuyó el contenido de azúcares reductores por la reacción de Maillard comparado con el secado convectivo. En cuanto al empaque, las muestras M-N presentaron menor absorción de humedad que las M-K. Este valor más bajo puede ser explicado por la menor VTVA que poseen los empaques negros con respecto al Kraft. Sin embargo esta diferencia no se observó en las muestras sin pretratamiento de microondas.

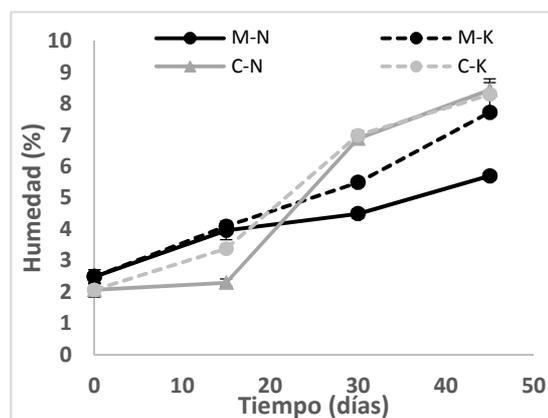


Figura 2: Contenido de humedad de muestras conservadas en empaques de alta barrera negro (N) y de papel (K) con secado convectivo (C) y pretratamiento de microondas (M).

3.3 *Contenido de carotenoides*

En la Fig.3 se muestran el contenido de carotenoides durante el almacenamiento de las muestras M y C en ambos envases estudiados.

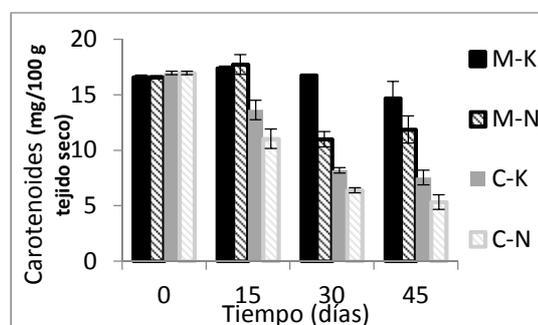


Figura 3: Contenido carotenoides de muestras pretratadas con microondas (M) conservadas en empaques negro (N) y de papel (K) y con secado

convectivo sin pretratamiento (C) en ambos envases.

En el día 0, el contenido de carotenoides descendió en aproximadamente un 50% con respecto al valor inicial (dato no mostrado) sin embargo entre los tratamientos aplicados no se evidenciaron cambios. A partir de los 15 días y hasta el final del almacenamiento, las muestras C mostraron menor contenido con respecto a las muestras M. En este sentido, Cui et al. (2004) reportaron cambios significativos cuando secaron rodajas de zanahoria por el método convectivo solo y con pretratamiento de microondas. Dichos autores atribuyeron a la reducción durante el microondas de la enzima lipoxigenasa, la cual es responsable de la degradación de los carotenoides.

En relación al empaque utilizado, se observó que el envase Kraft preservó mejor el contenido de carotenoides en comparación con las muestras envasadas en empaque negro, tanto en muestras C como M. Si bien se podría esperar un resultado contrario teniendo en cuenta que los carotenoides pueden sufrir daño foto-oxidativo, Bechoff et al. (2010) no encontraron diferencias en la exposición a la luz solar cuando utilizaron envases opacos o claros durante el almacenamiento de chips de batata de pulpa naranja. Por lo tanto, la diferencia observada en este trabajo entre los envases no parece estar relacionada con el efecto de la luz.

### 3.4 Color

En la Fig.4 se muestra la evolución de la luminosidad, Cromo y Hue (Fig. 4a, 4b y 4c respectivamente) durante el almacenamiento de las muestras deshidratadas.

Se observó que los valores de  $L^*$  aumentaron entre el inicio y el final del almacenamiento de manera más evidente para las muestras C en ambos envases. Dicho cambio se debe a que las muestras se van tornando más claras con el tiempo debido a la pérdida de carotenoides, discutido previamente. Este comportamiento también fue reportado por Polat (2021) cuando almacenó rodajas de naranja deshidratadas envasada en diferentes películas plásticas.

En relación al Cromo (Fig. 4b), este parámetro fue disminuyendo con respecto al tiempo de almacenamiento, siendo más notorio este cambio para las muestras C. Esto indicaría que el tratamiento de microondas permitió conservar mejor el color de las rodajas de zapallo. En la Fig.

5 se muestra el cambio de color entre las muestras C y M en bolsas negras a los 45 días, mostrando la diferencia que se reflejó en los cambios de color medidos.

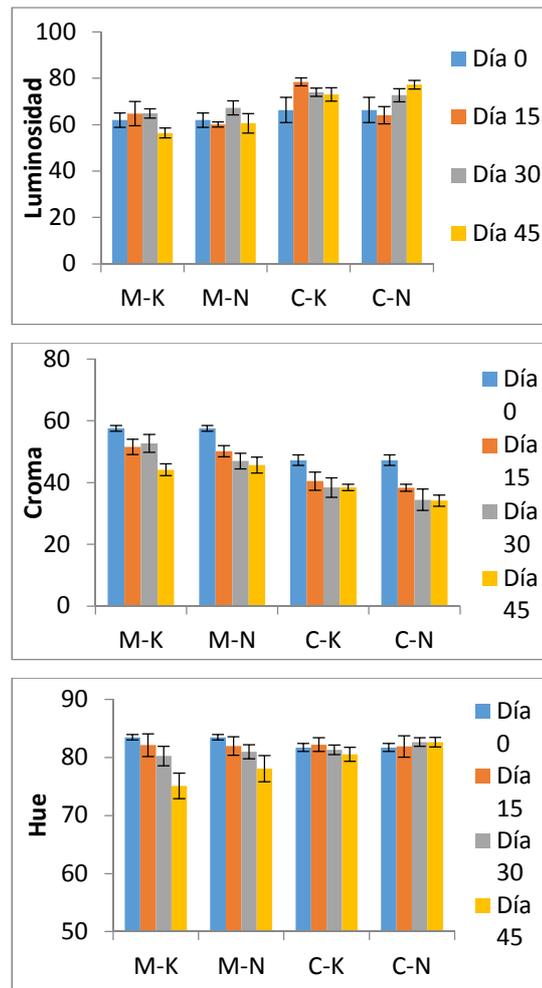


Figura 4: Luminosidad (a), Cromo (b) y Hue (c) durante el almacenamiento de muestras pretratadas con microondas (M) y sin pretratar (C) envasadas en envases negro (N) y de papel (K).

El tono indicado por el ángulo Hue, mostró un descenso para las muestras M con respecto al tiempo de almacenamiento mientras que las muestras C se mantuvieron prácticamente constantes (Fig. 4c).

Finalmente, al comparar la influencia del empaque en los parámetros de color  $L^*$ , Cromo y Hue no se observaron diferencias significativas para ambas muestras estudiadas.



Figura 5: Rodajas de zapallo con pre tratamiento de microondas (arriba) y sin pretratar (abajo) almacenadas durante 45 días en empaque N.

#### 4 CONCLUSIONES

En la selección del envase apropiado para almacenar snacks de zapallo, se tuvo en cuenta los que se utilizan en el mercado para alimentos deshidratados. Si bien el empaque tipo kraft puede resultar más atractivo para el consumidor, ya que la ventana transparente permite mostrar el producto, el mismo arrojó mayor valor de transmisión de vapor de agua comparado con el envase negro lo que se tradujo en mayor absorción de agua durante el almacenamiento.

El contenido de carotenoides es uno de los aspectos nutricionales más importantes y que además influye directamente en el color del producto. Se observó una disminución con el tiempo de almacenamiento. Sin embargo se pudo observar que el pretratamiento de microondas conservó mejor este parámetro de valor nutricional lo cual fue reflejado en la menor pérdida de color. Luego, al comparar los envases utilizados, el empaque Kraft si bien mostró mayor contenido de carotenoides comparado con el envase negro, este comportamiento no fue evidente en el cambio de color, ya que no se observaron diferencias significativas entre las películas plásticas utilizadas.

Por lo tanto, se puede concluir que el factor de pretratamiento con microondas fue más relevante que el factor envase en lo referido al contenido de carotenoides y de humedad. Además, para las muestras pretratadas, el empaque negro arrojó mejores resultados en cuanto a la absorción de agua por lo que sería el más apropiado para estudiar posteriormente la vida útil de dichos snacks de zapallo.

#### 5 REFERENCIAS

- AOAC. (2006). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (18 ed.).
- Ashley, R. J. (1985). Permeability and Plastics Packaging. En *Polymer Permeability* (págs. 269-308). Chapman & Hall.
- ASTM. (2005). Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials of the American Society for Testing and Materials. En *Annual book of*
- Alves, R. M., García, E. E., & Bordín, M. R. (Enero de 1999). Influence of Packaging Material/ Sealing on the Quality of Biscuits. *Journal of Plastic Films and Sheeting*, 15, 57-71.
- AOAC. (2006). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists* (18 ed.).
- Ashley, R. J. (1985). Permeability and Plastics Packaging. En *Polymer Permeability* (págs. 269-308). Chapman & Hall.
- ASTM. (2005). Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials of the American Society for Testing and Materials. En *Annual book of ASTM standard*.
- Barba, A. A., d'Amore, M., Rispoli, M., Marra, F., & Lamberti, G. (2014). Microwave Assisted Drying of Banana: Effects on Reducing. *Czech Journal of Food Sciences*, 32(4), 369–375. doi:10.17221/536/2013-CJFS
- Bechoff, A., Westby, A., Owori, C., Menya, G., Dhuique-Mayer, C., Dominique, D., & Tomlins, K. (2010). Effect of drying and storage on the degradation of total carotenoids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(7), 622-629. doi:10.1002/jsfa.3859
- Cui, Z.-W., Xu, S.-Y., & Sun, D.-W. (2004). Effect of Microwave-Vacuum Drying on the Carotenoids Retention of Carrot Slices and Chlorophyll Retention of Chinese Chive Leaves. *Drying Technology*, 22(3), 563-575. doi:10.1081/DRT-120030001
- de Escalada Pla, M., Ponce, N., Stortz, C., Gerschensona, L., & Rojas, A. (2007). Composition and functional properties of enriched fiber products. *LWT- Food Science and Technology*, 40(7), 1176–1185. doi:10.1016/j.lwt.2006.08.006

- Di Rienzo, J., Balzarini, M., Gonzalez, I., Casanoves, F., Tablada, M., & Robledo, W. (2019). *Infostat Software Estadístico*. Obtenido de <http://www.infostat.com.ar/9.11.21>.
- Fontan, C. F., Chirife, J., Sancho, E., & Iglesias, H. (1982). Analysis of a Model for Water Sorption Phenomena in Foods. *Journal of Food Science*, 47(5), 1590 - 1594. doi:10.1111/j.1365-2621.1982.tb04989.x
- Guiné, R. P., & Barroca, M. J. (2012). Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and green pepper). *Food and Bioproducts Processing*, 90(1), 58-63. doi:10.1016/j.fbp.2011.01.003
- Konopacka, D., Seroczyńska, A., Korzeniewska, A., Jesionkowska, K., Niemirowicz-Szczytt, K., & Płocharski, W. (2010). Studies on the usefulness of Cucurbita maxima for the production of ready-to-eat dried vegetable snacks with a high carotenoid content. *LWT - Food Science and Technology*, 43(2), 302-309. doi:10.1016/j.lwt.2009.08.012
- Lavelli, V., Zanon, B., & Zaniboni, A. (2007). Effect of water activity on carotenoid degradation in dehydrated carrots. *Food Chemistry*, 107, 1705-1711. doi:10.1016/j.foodchem.2007.03.033
- Lee, D. S., & Robertson, G. L. (2021). Interactive influence of decision criteria, packaging film, storage temperature and humidity on shelf life of packaged dried vegetables. *Food Packaging and Shelf Life*. doi:10.1016/j.fpsl.2021.100674
- Nawirska-Olszanska, A., Stepien, B., & Biesiada, A. (2017). Effectiveness of the fountain-microwave drying method in some. *LWT- Food Science and Technology*, 276-281. doi:10.1016/j.lwt.2016.11.067
- Ngamwonglumlert, L., & Devahastin, S. (2018). Microstructure and storage stability of dried foods. En S. Devahastin, & e. al., *Food Microstructure and Its Relationship with Quality and Stability* (pág. 143). Elsevier. doi:10.1016/B978-0-08-100764-8.00008-3
- Polat, S. (2021). Colour quality, ascorbic acid, total carotenoid and volatile compounds of dried orange slices. *Journal of Food of Processing and Preservation*, 46(6). doi:10.1111/jfpp.15898
- Udomkun, P., Nagle, M., Argyropoulos, D., Mahayothee, B., Latif, S., & Muller, J. (2016). Compositional and functional dynamics of dried papaya as affected by storage time and packaging material. *Food Chemistry*, 196, 712-719. doi:10.1016/j.foodchem.2015.09.103
- Vaclavik, V. A., Christian, E. W., & Campbell, T. (2008). *Essentials of Food Science* (Vol. 42). Springer. *ASTM standard*.
- Barba, A. A., d'Amore, M., Rispoli, M., Marra, F., & Lamberti, G. (2014). Microwave Assisted Drying of Banana: Effects on Reducing. *Czech Journal of Food Sciences*, 32(4), 369-375. <https://doi.org/10.17221/536/2013-CJFS>
- Bechoff, A., Westby, A., Owori, C., Menya, G., Dhuique-Mayer, C., Dominique, D., & Tomlins, K. (2010). Effect of drying and storage on the degradation of total carotenoids. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 90(7), 622-629. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3859>
- Cui, Z.-W., Xu, S.-Y., & Sun, D.-W. (2004). Effect of Microwave-Vacuum Drying on the Carotenoids Retention of Carrot Slices and Chlorophyll Retention of Chinese Chive Leaves. *Drying Technology*, 22(3), 563-575. <https://doi.org/10.1081/DRT-120030001>
- de Escalada Pla, M., Ponce, N., Stortz, C., Gerschenson, L., & Rojas, A. (2007). Composition and functional properties of enriched fiber products. *LWT- Food Science and Technology*, 40(7), 1176-1185. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2006.08.006>
- Di Rienzo, J., Balzarini, M., Gonzalez, I., Casanoves, F., Tablada, M., & Robledo, W. (2019). *Infostat Software Estadístico*. <http://www.infostat.com.ar/9.11.21>.
- Fontan, C. F., Chirife, J., Sancho, E., & Iglesias, H. (1982). Analysis of a Model for Water Sorption Phenomena in Foods. *Journal of Food Science*, 47(5), 1590 - 1594. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1982.tb04989.x>
- Guiné, R. P., & Barroca, M. J. (2012). Effect of drying treatments on texture and color of vegetables (pumpkin and green pepper). *Food and Bioproducts Processing*, 90(1), 58-63. <https://doi.org/10.1016/j.fbp.2011.01.003>
- Konopacka, D., Seroczyńska, A., Korzeniewska, A., Jesionkowska, K., Niemirowicz-Szczytt, K., & Płocharski, W. (2010). Studies on the usefulness of Cucurbita maxima for the production of ready-to-eat dried vegetable snacks with a high carotenoid

- content. *LWT - Food Science and Technology*, 43(2), 302-309.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2009.08.012>
- Lee, D. S., & Robertson, G. L. (2021). Interactive influence of decision criteria, packaging film, storage temperature and humidity on shelf life of packaged dried vegetables. *Food Packaging and Shelf Life*.  
<https://doi.org/10.1016/j.fpsl.2021.100674>
- Nawirska-Olszanska, A., Stepień, B., & Biesiada, A. (2017). Effectiveness of the fountain-microwave drying method in some. *LWT- Food Science and Technology*, 276-281.  
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.11.067>
- Ngamwonglumlert, L., & Devahastin, S. (2018). Microstructure and storage stability of dried foods. En S. Devahastin, & e. al., *Food Microstructure and Its Relationship with Quality and Stability* (pág. 143). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100764-8.00008-3>
- Polat, S. (2021). Colour quality, ascorbic acid, total carotenoid and volatile compounds of dried orange slices. *Journal of Food of Processing and Preservation*, 46(6).  
<https://doi.org/10.1111/jfpp.15898>
- Udomkun, P., Nagle, M., Argyropoulos, D., Mahayothee, B., Latif, S., & Muller, J. (2016). Compositional and functional dynamics of dried papaya as affected by storage time and packaging material. *Food Chemistry*, 196, 712-719.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.09.103>
- Vaclavik, V. A., Christian, E. W., & Campbell, T. (2008). *Essentials of Food Science* (Vol. 42). Springer.