

VI Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos 2016 – Córdoba, Argentina.

### **Parámetros fisicoquímicos de calidad y textura de frutos del noreste argentino sometidos a almacenamiento congelado**

Fernández NL<sup>(1,2)</sup>, Montenegro SB<sup>(1)</sup>, Yamul DK<sup>(2)</sup>, Navarro AS<sup>(2,3)</sup>

(1) Facultad de Ingeniería en Alimentos. Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAus). Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco.

(2) Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA), Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de La Plata (UNLP), CCT La Plata, CONICET.

(3) Facultad de Ingeniería, UNLP, La Plata.

[albanavarro@conicet.gov.ar](mailto:albanavarro@conicet.gov.ar)

#### **RESUMEN**

El objetivo fue seleccionar frutos (mamón y pomelo) en diferentes estados de madurez, congelarlos, determinar sus parámetros fisicoquímicos y de textura y su contenido de polifenoles. Los frutos fueron recolectados en Presidencia Roque Sáenz Peña, Chaco, seleccionando dos lotes en estado verde-maduro y maduro. Los frutos se almacenaron 30 días a  $-20^{\circ}\text{C}$  y se realizaron las determinaciones en los productos frescos y congelados. Se midió altura, diámetro, rendimiento de pulpa, pH, acidez titulable, grados Brix y grado de madurez. El color superficial se determinó con colorímetro de superficie y el contenido de polifenoles por el método de Folin-Ciocalteu. Se realizaron ensayos de punción en texturómetro. El almacenamiento congelado disminuyó los parámetros de color  $a^*$ ,  $b^*$  y  $L^*$  en mamones y modificó en menor medida los de pomelos. La fuerza máxima de punción en los pomelos no varió luego de la congelación, en cambio aumentó en los mamones maduros y disminuyó en los verdes. El contenido de polifenoles de ambas frutas en los dos estados de madurez fue mayor luego de la congelación excepto en mamones verdes. Ambas frutas preservadas pueden considerarse para elaborar alimentos de alto valor nutricional ya que la congelación fue apropiada para mantener los parámetros de calidad.

**Palabras clave:** Mamón, Pomelo, Congelación, Parámetros fisicoquímicos, Textura, Polifenoles.

187

#### **ABSTRACT**

The objective was to select fruits (papaya and grapefruit) at different stages of maturity and determine physicochemical parameters, texture and polyphenol content after freezing conditions of the samples. The fruits were collected in Presidencia Roque Saenz Peña, Chaco. Two batches of 15 fruits each in two stages of maturity were selected. The fruits were stored at  $-20^{\circ}\text{C}$  for 30 days. Height, diameter, yield, pH, titratable acidity and Brix degree were determined in the samples. Color was measured by a superficial colorimeter and polyphenol content was determined by Folin-Ciocalteu method. Puncture tests were carried out in a texturometer. Frozen storage decreased color values  $a^*$ ,  $b^*$  and  $L^*$  in papaya, grapefruit color was maintained. Puncture strength in the fruit did not change after freezing, but increased in ripe papaya and decreased in green papaya. The polyphenol content of the fruits in both states of maturity increased after freezing, except in green papaya. Both frozen fruits can be considered for the production of food of high nutritional value due to the quality parameters obtained.

**Keywords:** Mamon, Grapefruit, Freezing, Physico-chemical parameters, Texture, Polyphenols.

#### **INTRODUCCIÓN**

Los alimentos funcionales a base de frutas pueden aportar gran cantidad de compuestos bioactivos como vitaminas, minerales, antioxidantes y fibra, que incrementan el valor nutricional y son beneficiosos para la salud (Sun-Waterhouse et al. 2011). Estudios recientes han reportado que la ingesta de frutas y verduras



disminuye el riesgo de enfermedades crónicas, tales como las relacionadas con el corazón y el cáncer (Gorinstein et al. 2004). Por otro lado, la utilización de frutas regionales brinda una alternativa para el desarrollo de alimentos con un grado mínimo de procesamiento cuyas propiedades organolépticas, en algunos casos, permanecen muy cercanas a las del producto fresco (Avallone et al. 1997).

El noreste argentino (NEA), particularmente en la región chaqueña, es rico en frutas como el mamón y el pomelo, los cuales poseen gran cantidad de compuestos activos. El mamón o papaya (*Carica papaya* L.), además de carotenoides, vitamina C y magnesio, es una fuente rica de isotiocianatos biológicamente activos que son compuestos fitoquímicos que brindarían una potencial protección contra el cáncer (Wall et al. 2006). En el caso del pomelo (*Citrus grandis*), sus compuestos bioactivos principales son carotenoides, fenoles y vitamina C (Jayaprakasha et al. 2008). El pomelo producido en la región del NEA se distingue particularmente por su alto contenido en azúcares y buen sabor, pero, su comercialización como fruto entero se dificulta debido a que son afectados por la cancrrosis endémica en la zona. Esta enfermedad es producida por bacterias que lesionan las plantas y sus frutos pero no afecta la seguridad para su consumo. Por este motivo, los pomelos mínimamente procesados podrían ser ofrecidos al consumidor como productos atractivos de un mayor valor agregado (Pereyra y Sgroppo 2006).

La concentración de compuestos bioactivos en las frutas varía con el estado de madurez, el lugar geográfico del cultivo, las diferentes variedades y el clima (Kaur y Kapoor 2001). Durante el procesamiento y almacenamiento de alimentos a base de frutas se pueden alterar la concentración y actividad biológica de dichos compuestos, algunos de los cuales son además responsables de los colores naturales de las frutas. El color es uno de los atributos de calidad observados inmediatamente, siendo necesario en los alimentos procesados mantenerlo lo más cercano posible a los valores alcanzados por la materia prima (Gómez et al. 2009). Por otro lado, la textura es otro parámetro de calidad organoléptica apreciado por el consumidor de frutas, siendo la presión de turgencia celular el principal contribuyente de ese atributo en las frutas frescas. En los frutos de textura delicada, la congelación provoca una pérdida de turgencia y firmeza. Durante la congelación, el hielo comienza a formarse en el medio extracelular y progresa a través del citoplasma cuando la membrana celular pierde la permeabilidad. La descompartimentalización causada por cristales de hielo impide el retorno de agua intracelular durante la descongelación, causando la pérdida de turgencia y, por lo tanto, alterando la textura de la fruta (Sousa et al. 2007).

El objetivo de este trabajo fue seleccionar frutos (mamón y pomelo) en diferentes estados de madurez, someterlos a almacenamiento congelado y determinar el contenido de polifenoles y sus parámetros fisicoquímicos y de textura.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Recolección de la materia prima

Los pomelos y mamones fueron recolectados de árboles situados en Presidencia Roque Sáenz Peña, Departamento Comandante Fernández (provincia de Chaco), zona ubicada entre 0,5 y 6 km del casco céntrico y con temperatura media de 21,5°C y 74% de humedad relativa promedio anual. Se seleccionaron, para cada tipo de fruta, dos lotes de 15 frutos cada uno en dos estados de madurez:

Maduro, el cual correspondió a 100% de superficie amarilla para ambos frutos.

Verde-maduro, con 50% de superficie amarillo verdoso y 50% amarillo para pomelos y 100% verde para mamones.

La recolección de los frutos se realizó en forma manual girando el producto para desprender el tallo sin roturas y daños por extirpación. Los frutos recolectados fueron transportados en bolsas plásticas hasta las instalaciones del laboratorio de la Universidad Nacional del Chaco Austral (UNCAus) para su procesamiento y análisis.

Parte de las muestras fueron almacenadas en cámara a -20°C durante 30 días y el resto de las frutas fueron conservadas a 4°C y analizadas dentro de los 2 días posteriores a la cosecha. Parte de las frutas en estado fresco fueron procesadas realizando la separación manual de cáliz y receptáculos y luego procediendo a la separación de las cáscaras con cuchillo. Se reservó una porción de las pulpas para análisis y el resto se



procesó en una extractora de jugos (Moulinex, Alemania), obteniéndose fracciones separadas de pulpa y zumo que fueron almacenadas en potes de plástico con tapa a  $-20^{\circ}\text{C}$  durante 30 días. En la **Tabla 1** se observa la nomenclatura utilizada para las muestras analizadas.



**Tabla 2.** Nomenclatura utilizada para las muestras ensayadas

Tipo de fruta	Estado de madurez	Sin tratar (fresco)	Congelado
Mamón	Verde-maduro	MVF	MVC
	Maduro	MMF	MMC
Pomelo	Verde-maduro	PVF	PVC
	Maduro	PMF	PMC

### Determinación de las características fisicoquímicas de los frutos

Se midió la altura y el diámetro de las frutas empleando un calibre electrónico digital (Schwiz, Argentina). El peso se determinó en balanza electrónica (ACCULAB, ALC-6100.1, Alemania) con precisión  $\pm 0,1$  g. Se determinó el rendimiento de fruta por grado de madurez y participación de componentes (pulpa, semilla, receptáculo) a partir de la separación manual de cáliz y receptáculos en frutos enteros, seguido de la separación completa de semillas, tricomas y restos de pulpa y posterior extracción y cuantificación del zumo y pulpa. Los porcentajes de estos componentes se definieron mediante balance de materia de la operación.

Se analizaron parámetros de calidad como variación de pH con peachímetro (Lutron modelo WA-2011, EE.UU.), acidez titulable por volumetría (Norma IRAM 15735) y grados Brix con refractómetro de Abbe (NAR-1T, Atago, EE.UU.). El grado de madurez (ratio) se obtuvo a través de la relación entre el valor mínimo de sólidos solubles totales ( $^{\circ}$ Brix) y el valor máximo de acidez.

El color superficial de las frutas, tanto cáscaras como pulpas, fue determinado con un colorímetro de superficie (Minolta, Japón) obteniéndose los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . El parámetro  $L^*$  representa la luminosidad de la muestra, tomando valores entre 0 para el negro y 100 para el blanco. El parámetro  $a^*$  representa rojo para valores positivos y verde para los negativos, mientras que  $b^*$  define amarillo para los valores positivos y azul para los valores negativos.

### Análisis de las propiedades de textura de frutos y pulpas

Se realizaron ensayos de punción en un texturómetro para determinar las propiedades de textura de los frutos. Las condiciones del ensayo se mantuvieron constantes para cada una de las frutas analizadas, se atemperaron las muestras en estado congelado hasta temperatura ambiente ( $25^{\circ}\text{C}$ ). Luego se cortaron en cubos de  $7 \times 7 \times 7$  mm de espesor. Las pruebas se realizaron en un texturómetro (Texture Analyzer TA.X2Ti, Stable Micro Systems, Reino Unido), utilizando una sonda de punción múltiple (**Fig. 1**). Se midió la fuerza en compresión con una velocidad de pre-ensayo de 5mm/s, velocidad de ensayo de 1 mm/s, velocidad de post-ensayo de 5 mm/s, distancia 50%, fuerza 0,05 Newton y velocidad de adquisición 10 pps.



**Figura 1.** Fotografías que muestran el procesamiento y análisis de los pomelos y mamones ensayados.

### Determinación del contenido de polifenoles totales de los extractos de frutas

Se determinó el contenido de polifenoles totales en los zumos extraídos de cada fruto a través del método espectrofotométrico de Folin-Ciocalteu (Schlesier et al. 2002). Se utiliza como reactivo una mezcla de ácidos fosfowolfrámico y fosfomolibdico en medio básico, que se reducen al oxidar los compuestos fenólicos,



originando óxidos azules de wolframio y molibdeno. Los zumos de las frutas se obtuvieron al momento del análisis utilizando la extractora de jugos como se detalló anteriormente. Las fracciones de zumo obtenido se filtraron con papel de filtro Whatman N°1 y se tomaron alícuotas para realizar las diluciones correspondientes. Para la determinación, se colocaron 2 ml de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> en tubos de ensayo, 200 µL de la muestra y 200 µL del reactivo Folin-Ciocalteu (1:1) (Anedra, Argentina). Se agitaron los tubos en vortex y se dejaron en la oscuridad durante 30 min. Posteriormente se leyó la absorbancia del color azul desarrollado en un espectrofotómetro Shimadzu Double Bean Spectrophotometer UV-150-02 (Seisakusho Ltd., Kyoto, Japón) a una longitud de onda de 725 nm. Se realizó la curva de calibración con ácido gálico ya que es el compuesto polifenólico comúnmente tomado como referencia durante el estudio de antioxidantes provenientes de fuentes vegetales (Borneo et al. 2009). Todas las determinaciones se realizaron al menos por duplicado. Los resultados del contenido de polifenoles totales se informaron como mg ácido gálico (AG) por cada 100 g de fruta fresca.

#### Análisis estadístico de los datos

Los resultados obtenidos en cada ensayo por triplicado fueron tabulados y evaluados a través de análisis de varianza ANOVA, empleando diferencias mínimas significativas de Tukey como método de comparación múltiple, con un nivel de confianza del 95,0%. Dicho análisis se realizó con el programa estadístico InfoStat (InfoStat, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina).

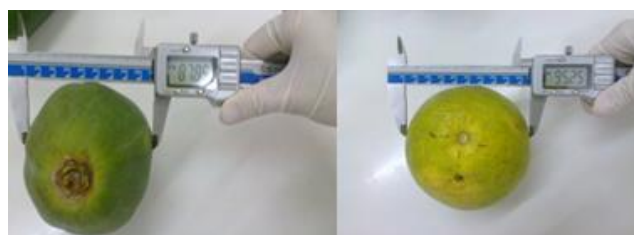
## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización fisicoquímica de los frutos en sus dos estados de madurez

La Tabla 2 muestra los resultados obtenidos en la medición de altura y diámetro de los frutos. El parámetro altura no presentó diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) en pomelos en ambos estados de madurez, en cambio los mamones verdes-maduros presentaron mayor altura que los maduros (**Fig. 2**). La disminución de altura en el estado maduro de los mamones puede atribuirse al cambio estructural en las protopectinas insolubles, presentes en las paredes celulares, que durante la maduración se hidrolizan generando ácidos péctico y pectínico. Estos compuestos inducen al ablandamiento de tejidos, liberación de agua y pérdida de compuestos aromáticos de alta volatilidad (Ayala et al. 2013). Como se muestra en la **Tabla 2**, ambos lotes de pomelos no presentaron diferencias significativas en cuanto al diámetro al igual que los mamones, en los 2 estados de madurez ensayados. El rendimiento de fruta fue mayor en mamones que en pomelos.

**Tabla 2.** Valores de altura, diámetro y rendimiento de los frutos en los dos estados de madurez ensayados.

Tipo de fruta	Estado de madurez	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Rendimiento (%)
Mamón	Verde-maduro	124,2	75,1	75,31
	Maduro	109,2	77,8	70,12
Pomelo	Verde-maduro	91,4	93,8	44,82
	Maduro	89,2	95,2	47,91



**Figura 2.** Determinación de diámetro y altura de las frutas.

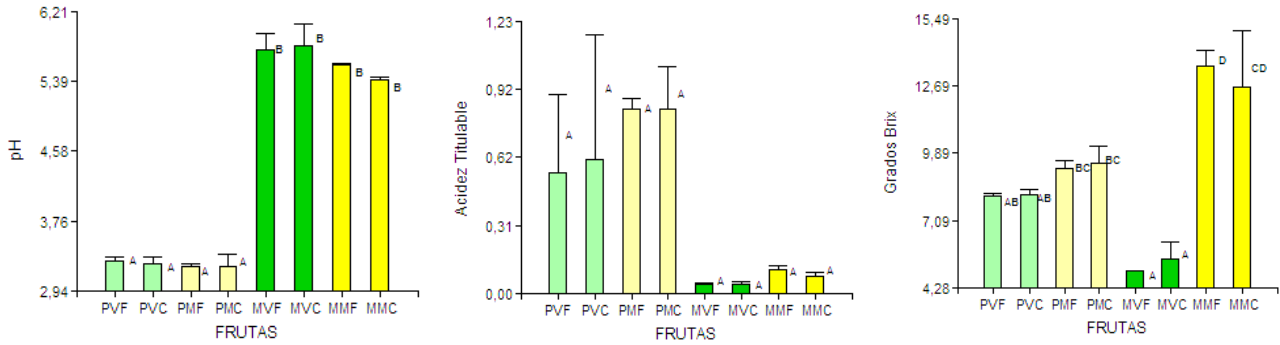
En la **Figura 3** se muestran los resultados del efecto del almacenamiento congelado sobre los valores de pH, acidez titulable y grados Brix de todas las muestras ensayadas. En el estado fresco, el pH de los frutos





presentó valores de 5,8 y 5,4 para mamones verdes y maduros, respectivamente, mientras que los pomelos, tanto verdes como maduros, presentaron un valor de pH de 3,2.

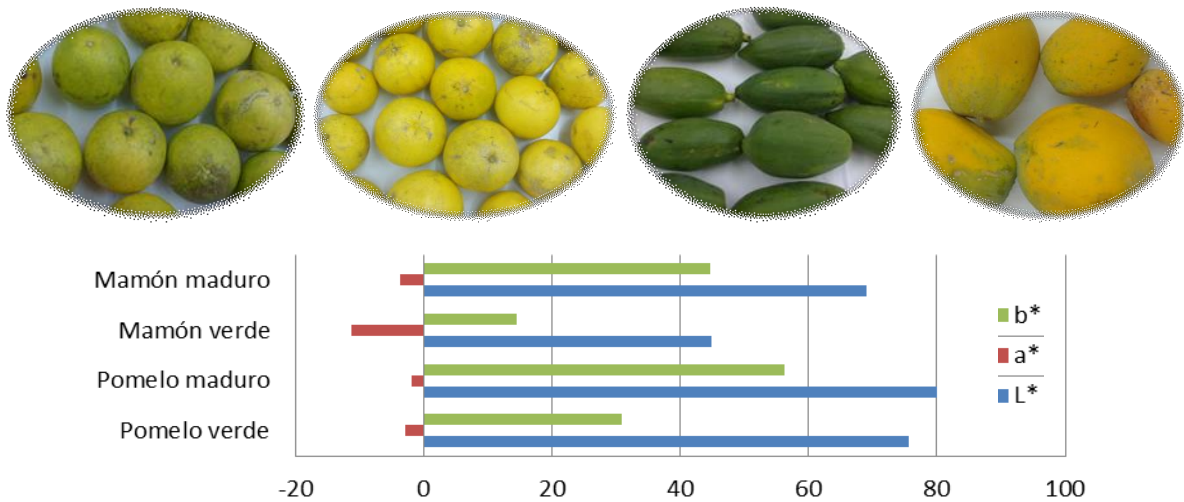
En cuanto a los grados Brix, para los pomelos se obtuvieron valores entre 8,1 (verdes) y 9,5 (maduros) y para los mamones entre 5,5 (verdes) y 12,5 (maduros). En este sentido, el contenido de sólidos solubles totales presentó un incremento directamente proporcional al grado de madurez y este efecto fue mayor en los mamones. Este comportamiento puede ser atribuido a la conversión de ácidos orgánicos en azúcares (Rincón et al. 2012) o a la reserva de carbohidratos de la planta por baja capacidad fotosintética del fruto (Ayala et al 2012).



**Figura 3.** Efecto del almacenamiento congelado sobre los valores de pH, acidez titulable y grados Brix de las frutas en los dos estados de madurez ensayados.

Respecto al efecto de la congelación, la **Figura 3** muestra que tanto el pH como la acidez titulable de ambas frutas no presentaron diferencias significativas luego del almacenamiento a  $-20^{\circ}\text{C}$ . Sin embargo, en cuanto al grado de madurez se hallaron diferencias significativas de ratio entre ambas frutas, dando valores mayores en mamones maduros (140 ratios) que en pomelos maduros (11,25 ratios).

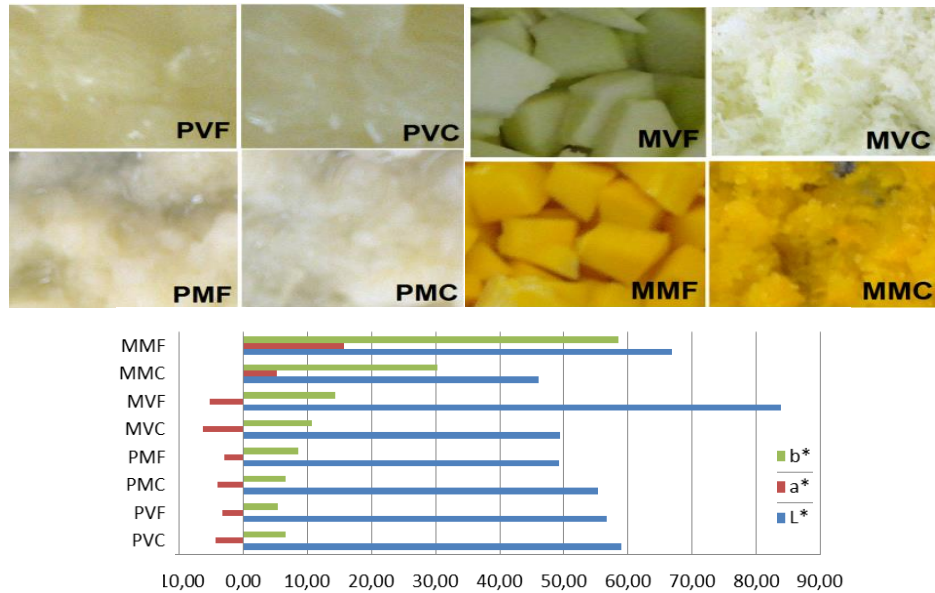
La **Figura 4** muestra los resultados obtenidos en la caracterización del color de las cáscaras de los frutos. Como era de esperar por lo determinado visualmente, los pomelos y mamones maduros presentaron valores mayores del parámetro  $L^*$  asociado a la luminosidad y del parámetro  $b^*$  asociado al color amarillo, mientras que el parámetro  $a^*(-)$  asociado al color verde fue mayor para mamones verde-maduros.



**Figura 4.** Parámetros de luminosidad  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  obtenidos en la determinación del color de las cáscaras de los frutos. Máx. desviación estándar 2,7%.



El almacenamiento congelado disminuyó la luminosidad de las pulpas de los mamones, mientras que este parámetro disminuyó en las pulpas de los pomelos, en ambos estados de madurez (**Fig. 5**). El color de las pulpas se vio afectado por la congelación ya que los mamones verdes y maduros presentaron valores menores de los parámetros  $a^*$  (asociado al color verdoso) y  $b^*$  (asociado al color amarillo), respecto a los hallados en los frutos frescos.

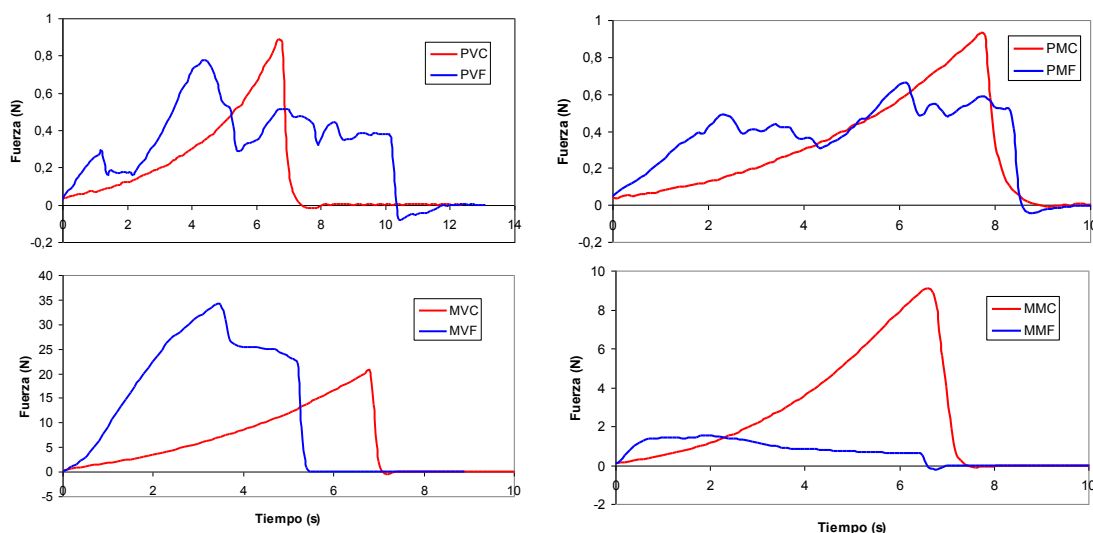


**Figura 5.** Parámetros de luminosidad  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$  obtenidos en la determinación del color de las pulpas de los frutos frescos y congelados. Máx. desviación estándar 3,2%.

### Análisis de las propiedades de textura de frutos y pulpas

Como se muestra en la **Figura 6**, los perfiles de fuerza de los ensayos de punción fueron similares luego de la congelación en ambos estados de madurez de los pomelos y mamones ensayados. En cambio, la fuerza máxima de punción en los pomelos no varió luego de la congelación, sin embargo aumentó en los mamones maduros y disminuyó en los verdes indicando que el almacenamiento congelado debilitó su estructura. La firmeza puede interpretarse como una respuesta mecánica intrínseca a la estructura de la fruta, esta se ve influenciada por el estado de desarrollo fisiológico, el grado de madurez, daños, fibrosidad y turgencia.





**Figura 6.** Efecto de la congelación sobre las curvas de Fuerza vs tiempo obtenidas en los ensayos de punción de las pulpas de los frutos en sus dos estados de madurez.

### Determinación del contenido de polifenoles totales de los extractos de frutas

Se determinaron fenoles totales en pomelos y mamones frescos y congelados en dos estados de madurez (**Tabla 3**). En ambas frutas el contenido de polifenoles se incrementó con el grado de madurez. En el caso de los mamones maduros, el valor hallado concordó con los valores reportados por Contreras-Calderón et al. (2011), quienes informaron 36,8 mg AG/100 g fruta en la variedad de papaya Mountain. Además, Septiembre-Malaterre et al. (2016) analizaron 2 variedades de este tipo de fruta y hallaron valores de 33,4 y 41,3 mg AG/100 g fruta fresca, similares a los obtenidos en el presente trabajo. El contenido de polifenoles determinado en el zumo del pomelo maduro fresco (38,2 mg/100 g fruta fresca ó 78,1/100 ml jugo) fue similar al obtenido por La Cava y Sgroppo (2015), 86,1 mg AG/100 ml de jugo fresco.

194

**Tabla 3.** Valores de contenido de fenoles totales de los frutos en los dos estados de madurez ensayados frescos y congelados.

Tipo de fruta	Estado de madurez	Fenoles Totales (mg AG/100 g fruta)	
		Fruta fresca	Fruta congelada
Mamón	Verde-maduro	24,1±0,5	25,6±1,9
	Maduro	31,5±0,3	36,4±0,8
Pomelo	Verde-maduro	34,9±0,3	40,0±0,5
	Maduro	38,2±1,7	47,3±0,2

Luego de la congelación se obtuvieron valores mayores en el contenido de polifenoles de todas las muestras respecto a los determinados en las frutas frescas (**Tabla 3**). Algunos autores han obtenido resultados similares en otras frutas como la arazá (Mejía et al. 2006) sugiriendo que dicho incremento puede ser debido a la generación de compuestos fenólicos libres por acción de enzimas glicosidasas durante el almacenamiento congelado. Otros estudios (Wall et al. 2010) demostraron que los cubos de papaya pueden retener sus compuestos antioxidantes luego de la congelación.

### CONCLUSIONES

El método de congelación fue apropiado para mantener la acidez y los grados Brix, como así también las características de textura, de los pomelos y mamones ensayados. Estos resultados sumados al elevado





contenido de antioxidantes conducen a considerar estas frutas preservadas en estado congelado para la elaboración de alimentos de alto valor nutricional. La utilización de pomelos y mamones del norte de nuestro país permitiría obtener alimentos funcionales de bajo costo que potenciarían las economías regionales.

## BIBLIOGRAFÍA

- Avallone C, Montenegro S, Gruszycki A, Cravzov A. 1997. Mamón (*Carica Papaya*) y sandía (*Citrullus Vulgaris Schrad*) mínimamente procesada: Cobertura más favorable para su conservación?. Facultad de Agroindustrias, 1: 13-15.
- Ayala LC, Valenzuela CP, Bohorquez Y. 2013. Caracterización fisicoquímica de mora de castilla (*Ribes Glaucus Benth*) en seis estados de madurez. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial. 11: 10-18.
- Ayala LC, Valenzuela CP, Bohorquez Y. 2012. Efecto de un recubrimiento comestible a base de alginato de sodio y iones de calcio sobre la calidad de mora de castilla (*Ribes Glaucus Benth*). Facultad de Agronomía. 19: 129-131.
- Borneo R, León AE, Aguirre A, Ribotta P, Cantero JJ. 2009. Antioxidant capacity of medicinal plants from the Province of Córdoba (Argentina) and their in vitro testing in a model food system. Food Chemistry, 112(3), 664-670.
- Chavez MG, Montiel GM, Sgroppo SC, Avanza JR. 1999. Caracterización del jugo de lima Rangpur (*Citrus Limonia Osbeck*). Facultad de Ciencias Exactas, Naturales y Agrimensura. 1: 1-4.
- Contreras-Calderón J, Calderón-Jaimes L, Guerra-Hernández E, García-Villanova B. 2011. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. Food Research International, 44(7), 2047-2053.
- Gómez D, Cáez G, Pardo M. 2009. Estudio de los parámetros de color en Papaya (*Carica Papaya*) liofilizada sometida a pretratamientos de deshidratación osmótica. Producción Agroindustrial. 1: 1-6.
- Gorinstein S, Cvikrov M, Machackova I, Haruenkit R, Park Y, Jung S, Yamamoto K, Martinez Ayala AL, Katrich E, Trakhtenberg S. 2004. Characterization of Antioxidant Compounds in Jaffa Sweeties and White Grapefruits. Food Chemistry. 84: 503-510.
- Jayaprakasha G K, Girenavar B, Patil BS. 2008. Antioxidant capacity of pummelo and navel oranges: Extraction efficiency of solvents in sequence. Food Sc. and Tech. 41: 376-384.
- Kaur C, Kapoor H. 2001. Review: Antioxidants in fruits and vegetables: the millennium's health. International Journal of Food Science and Technology. 36: 703-725.
- La Cava EL, Sgroppo SC. 2015. Evolution during refrigerated storage of bioactive compounds and quality characteristics of grapefruit [*Citrus paradisi* (Macf.)] juice treated with UV-C light. LWT-Food Science and Technology, 63(2), 1325-1333.
- Mejía LJ, Narváez CE, Restrepo LP. 2006. Cambios físicos, químicos y sensoriales durante el almacenamiento congelado de la pulpa de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh). Agronomía Colombiana, 24(1), 87-95.
- Pereyra MV, Sgroppo SC. 2006. Cambios en compuestos bioactivos en pomelos mínimamente procesados. Comunicaciones científicas y tecnológicas. 1: 1-5.
- Rincón MC, Buitrago Guacaneme CM, Ligarreto Moreno GA; Torres Aponte WS, Balaguera López HE. 2012. Comportamiento del fruto de Agrad ( *Vaccinium Meridionale Swartz*) cosechado en diferentes estados de madurez y almacenado en refrigeración. Facultad Nacional de Agronomía. 65: 6621-6631.
- Schlesier K, Harwat M, Böhm V, Bitsch R. 2002. Assessment of antioxidant activity by using different *in vitro* methods. Free Radical Research, 36(2), 177-187.
- Septembre-Malaterre A, Stanislas G, Douraguia E, Gonthier MP. 2016. Evaluation of nutritional and antioxidant properties of the tropical fruits banana, litchi, mango, papaya, passion fruit and pineapple cultivated in Réunion French Island. Food Chemistry, 212, 225-233.
- Sousa MB, Canet W, Alvarez MD, Tortosa ME. 2007. Effect of processing on the texture and sensory attributes of Raspberry (*Cv. Heritage*) and Blackberry (*Cv. Thornfree*). Journal of Food Engineering. 78: 9-



21.

Sun-Waterhouse D. 2011. The development of fruit-based functional foods targeting the health and wellness market: a review. *International Journal of Food Science and Technology*. 46: 899-920.

Wall MM, Nishijima KA, Fitch MM, Nishijima WT. 2010. Physicochemical, nutritional and microbial quality of fresh-cut and frozen papaya prepared from cultivars with varying resistance to internal yellowing disease. *Journal of Food Quality*, 33(2), 131-149.

