

Rev. Cienc. Tecnol.

Año 13 / N° 16 / 2011 / 58–63

## Efecto de las condiciones de elaboración en la incorporación de calcio y la firmeza del mamón (*carica papaya* L.) en almíbar

### Effect of processing conditions in changes of calcium levels and firmness of papaya (*carica papaya* L.) in syrup

Laura A. Ramallo, Trinidad Liotta

#### Resumen

En el presente trabajo se estudió el efecto de las condiciones de operación del pre-tratamiento de impregnación con calcio sobre el incremento del mineral y sobre la resistencia a la compresión de mamón en almíbar. La fruta de mamón se seccionó en cilindros de aproximadamente 10 mm de longitud y 25 mm de diámetro. Una solución acuosa de hidróxido de calcio se utilizó como medio de impregnación. Se aplicaron diferentes condiciones de pre-tratamiento. Se eligió un diseño factorial de tres factores en dos niveles para evaluar el efecto combinado de tres variables independientes de impregnación: concentración, temperatura y tiempo de impregnación. La respuesta del sistema se midió en función de la incorporación de calcio en la fruta y valores de las propiedades mecánicas del alimento elaborado. Los resultados indicaron que la concentración de la solución y el tiempo de inmersión son las variables de mayor relevancia sobre la dureza del mamón en almíbar. El mayor contenido de calcio (116,7 mg/100 g de fruta fresca) se alcanzó por inmersión de frutas en solución de  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  al 1,5% y 40 °C, durante 4,5 horas.

Palabras clave: Ganancia de calcio; propiedades mecánicas; diseño experimental; pre-tratamiento; papaya.

#### Abstract

In this work, the effect of operating conditions during calcium pretreatment on the calcium uptake and the compression resistance of papaya bits in syrup was studied. The papaya fruit was cut into cylinders of approximately 10 mm in length and 25 mm in diameter. An aqueous solution of calcium hydroxide was used as impregnation medium. Different conditions of calcium pre-treatment were applied. A three-factor two-level factorial design was chosen to evaluate the combined effect of three independent impregnation variables: concentration solution, temperature and impregnation time. The system response was measured in terms of calcium gain in the fruit and mechanical property values of processed food. The results showed that the solution concentration and the impregnation time were the most relevant variables on the hardness of papaya in syrup. The greatest calcium content (116.7 mg/100 g fresh fruit) was reached by fruit impregnation in 1.5%  $\text{Ca}(\text{HO})_2$ -solution at 40°C for 4.5 h.

Key words: Calcium gain; mechanical properties; experimental design; pre-treatment; papaya fruit.

#### Introducción

El mamón *Carica papaya* L., originario de la zona noroeste de América del Sur, actualmente es cultivado comercialmente en algunas regiones de clima subtropical, donde las heladas son escasas. En la Provincia de Misiones el cultivo de papaya o mamón en la actualidad tiene una extensión de alrededor de 500 hectáreas implantadas. En la búsqueda de características productivas acordes al clima y suelo de la región se han ensayado cultivos con variedades y selecciones locales y cruzamientos con variedades foráneas.

La papaya es una excelente fuente de vitamina C. Aún cuando el contenido de ácido ascórbico (AA) muda con la variedad y la región de cultivo, esta fruta presenta usualmente valores medios de 30-55 mg de AA/100 g de

fruta fresca (1, 2). Además, el mamón o papaya es una buena fuente de otros nutrientes tales como carotenos ( $\approx 0,8$  mg/100g), potasio, fibras, calcio y magnesio (1, 2).

El calcio se relaciona con la firmeza del tejido vegetal debido a su capacidad de interactuar con las pectinas, por lo que la adición de calcio a la matriz vegetal resulta en un aumento de la firmeza del tejido (3). Existen estudios que señalan las ventajas de la impregnación de matrices vegetales con calcio en la preservación de las propiedades mecánicas y sensoriales. Se encontró que un pre-tratamiento con calcio disminuye los efectos del proceso de congelado-descongelado sobre la apariencia y textura de frutas (4), disminuye los efectos de degradación de la firmeza del tejido de zanahorias que ejercen los procesos térmicos de cocción (5) y permite prolongar la vida útil de melón (6, 7), lechuga (8), frutilla (9) y mango (10), entre

otros. La incorporación de sales de calcio a los procesos de deshidratación osmótica de frutas confiere mayor firmeza a los productos resultantes (11, 12). Montiveros y Ramallo (13) evaluaron el efecto de diferentes compuestos de calcio en la elaboración de zapallo almíbar y concluyeron que un pre-tratamiento de inmersión en solución de hidróxido de calcio forma una película rígida con interior tierno en cilindros de zapallo anquito (*Cucurbita moschata*).

La Textura ha sido definida por Szczesniak (14) como la manifestación sensorial y funcional de las propiedades estructurales, mecánicas y superficiales de los alimentos, detectados a través de los sentidos de la visión, oído, tacto y sinestesia. Esta definición indica que la textura es un complejo atributo multi-paramétrico y que está vinculado a la estructura del alimento.

La textura de los alimentos puede ser evaluada a través de ensayos instrumentales o a través del análisis sensorial, habiéndose demostrado excelentes correlaciones entre las calificaciones instrumentales y sensoriales (14). Numerosos métodos instrumentales han sido utilizados para evaluar las características mecánicas de los alimentos a la vez que varias interpretaciones de los parámetros medidos han sido descritas a lo largo de tiempo (4). En los años recientes, la mayoría de la información de propiedades texturales y mecánicas de frutas ha sido obtenida a través de ensayos de compresión uniaxial con equipos de prueba tales como el texturómetro universal TA.XT2 (6, 7, 5, 15).

Los hábitos culinarios de Sud-América, especialmente Argentina y Uruguay, hacen que las expectativas del consumidor de zapallo y mamón en almíbar se satisfagan con un producto de características físicas singulares: trozos de fruta con superficie firme e interior tierno. En la actualidad, la elaboración de estos alimentos posee características artesanales y su manufactura se rige por tradiciones culinarias. No se tienen registros de estudios del efecto de las variables de operación sobre la calidad del producto final.

En base a lo antes expuesto, el objetivo del presente trabajo fue estudiar el efecto de las variables del proceso de pre-tratamiento con calcio en la elaboración de papaya en almíbar -concentración de la solución de hidróxido de calcio, temperatura y tiempo de impregnación- sobre la textura y enriquecimiento mineral del alimento elaborado.

## Materiales y Métodos

### Preparación de las muestras y pre-tratamientos

Se trabajó con frutas de mamón (*Carica papaya* L) cultivadas en la provincia de Misiones, en grado de maduración comercial y peso de  $0,8 \pm 0,1$  Kg. La fruta fue lavada y pelada, seccionada con sacabocados en cilindros de  $10,8 \pm 0,5$  mm de altura y  $25,0 \pm 0,5$  mm de diámetro.

El pre-tratamiento de impregnación con calcio se rea-

lizó mediante inmersión de la fruta en soluciones acuosas de hidróxido de calcio (cal hidratada industrial al 89,82 % de  $\text{Ca}(\text{H})_2$ , FGH, Argentina), en condiciones constantes de temperatura y concentración, durante períodos previamente establecidos y sin agitación. Las condiciones de los diferentes tratamientos de impregnación se especifican en la Tabla 1. Finalizado el proceso de impregnación, las muestras se enjuagaron cinco veces consecutivas con agua desmineralizada, cada vez con un volumen equivalente a tres veces el ocupado por el vegetal.

La textura de las muestras se realizó sobre el producto final (mamón en almíbar). Se elaboró la fruta en almíbar mediante la cocción, en solución de sacarosa comercial de 65 °Brix, de las muestras pre-tratadas con calcio. La cocción se efectuó mediante ebullición suave a presión normal durante 90 minutos. El volumen de la solución fue suficiente para garantizar constancia en la concentración de azúcar durante todo el proceso de cocción (relación masa jarabe/masa de fruta mayor que 20/1).

Las muestras destinadas a la cuantificación de calcio no fueron sometidas a cocción.

### Determinación de humedad, sólidos solubles, acidez y pH

Se homogeneizó 10 gramos de mamón en 100 ml de agua destilada en un mixer durante 1 minuto, a velocidad media. La acidez total se determinó por titulación con hidróxido de sodio 0.1N (16). Los resultados de acidez fueron expresados en g de ácido cítrico por 100 g de fruta. El pH fue determinado sobre 50 ml de la solución obtenida con el mixer, con un pHmeter digital con electrodo de vidrio. La humedad se determinó gravimétricamente, mediante secado de una masa de aproximadamente 5 g en estufa a 75 °C hasta pesada constante (48 h aproximadamente). El contenido de sólidos solubles en el jugo de la fruta se evaluó con un refractómetro de Abbe (ICSA-OPTIC, modelo WY1A).

### Cuantificación de calcio en la fruta

Para la valoración del contenido de calcio en la fruta se aplicó la técnica de cuantificación de calcio total en plantas, de acuerdo al método oficial 944.03 de la AOAC (16).

Al final de cada pre-tratamiento de inmersión en solución de calcio, se pesaron cuatro muestras mamón ( $21,2 \pm 0,9$  g) y se calcinaron en mufla a 500-550 °C. Las cenizas se disolvieron en 25 ml de HCl. Se filtró y se completó hasta un volumen de 200 ml. Se agregó 30 ml de cloruro de amonio, 20 ml de ácido oxálico al 5 %, 10 ml de ácido acético y verde de bromocresol. Se llevó a ebullición y se añadió hidróxido de amonio hasta cambio de color; se dejó sedimentar en un baño a 90 °C por 6 h. El precipitado se disolvió ácido sulfúrico caliente y se tituló con  $\text{KMnO}_4$ . Los resultados se expresaron en mg de calcio en 100 g

de fruta fresca. En cada ensayo se evaluó el contenido de calcio en la fruta fresca ( $Ca^0$ ) y en la fruta tratada ( $Ca^t$ ), de modo de registrar los resultados como ganancia de calcio,  $\Delta Ca$ .

$$\Delta Ca = Ca^t - Ca^0 \quad (1)$$

Cada ensayo de cuantificación de calcio se realizó por duplicado.

### Diseño experimental y análisis estadístico

Para analizar el efecto de las diferentes variables del pre-tratamiento de impregnación con calcio (temperatura, tiempo, concentración de calcio en la solución), los ensayos fueron organizados de acuerdo a un diseño experimental, consistente en un diseño factorial  $2^3$  con tres repeticiones en el punto central, como se muestra en la Tabla 1. Los ensayos se realizaron de modo aleatorio. Las variables dependientes (respuestas) fueron: ganancia de calcio, DCa (mg/100g de fruta fresca), tensión a la ruptura  $\sigma_{HR}$  (N/m<sup>2</sup>) y resistencia del tejido vegetal a la deformación,  $F_{max}$  (N).

Para cada tratamiento se evaluaron las variables dependientes  $F_{max}$  y  $\sigma_{HR}$  sobre cinco muestras; la ganancia de Ca se evaluó sobre 4 muestras por vez en dos ensayos independientes (duplicado) y los valores medios de estos ensayos fueron sometidos a análisis de regresión y varianza (17). La valoración del ajuste del modelo estadístico se efectuó a través del análisis de varianza (ANOVA).

**Tabla 1:** Matriz de experimentos de un diseño factorial  $2^3$  para estudiar el efecto de las variables del pre-tratamiento de inmersión de mamón en calcio.

Tratamiento	Variables codificadas			Variables decodificadas		
	Temperatura (X1)	Tiempo (X2)	Concentración de calcio (X3)	Temperatura (°C)	Tiempo (horas)	Concentración (g/100ml)
7	-1	-1	-1	20	1,5	0,05
5	1	-1	-1	40	1,5	0,05
1	1	1	-1	40	4,5	0,05
2	1	1	1	40	4,5	0,15
4	-1	1	1	20	4,5	0,15
8	-1	-1	1	20	1,5	0,15
3	-1	1	-1	20	4,5	0,05
6	1	-1	1	40	1,5	0,15
9	0	0	0	30	3	0,1
10	0	0	0	30	3	0,1

### Propiedades mecánicas

La textura del mamón en almíbar fue evaluada mediante ensayos de compresión uniaxial de las muestras en un texturómetro universal (TA.XT2 Texture Analyser, Stable Micro Systems), equipado de una célula de carga de 5 N.

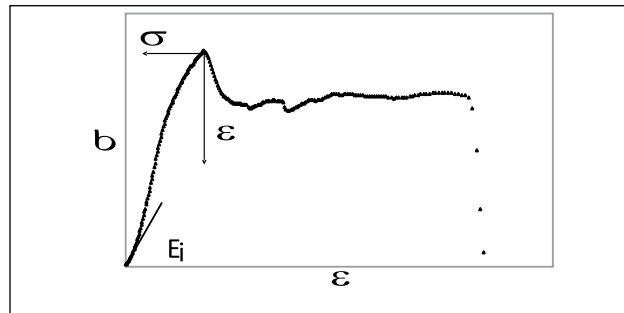
Cada muestra (cilindro) fue comprimida en dirección axial con el objetivo de detectar la resistencia de la capa calcárea formada durante el pre-tratamiento de impregna-

ción con calcio, usando una placa plana (75 milímetros de diámetro). La velocidad de compresión aplicada fue de 0,5 mm min<sup>-1</sup> recorriendo una distancia de 8 mm (80 % de la altura de la muestra). Se realizó una medida por cilindro y para cada tratamiento se evaluaron cinco cilindros de mamón; sus valores medios se tomaron para representar el valor de las propiedades mecánicas de las muestras del ensayo. En una computadora conectada al texturómetro, se registraron los datos de fuerza  $F(t)$  (N) y distancia  $H(t)$  (m). Estos datos fueron posteriormente convertidos (Ecuación (2)) al parámetro tensión de Hencky ( $\sigma_H$ ), suponiendo volumen constante durante la compresión (12, 15).

$$\sigma_H = \frac{F(t)H(t)}{H_0 A_0} \quad (2)$$

Donde  $A_0$  es el área inicial (m<sup>2</sup>) y  $H_0$  es la altura inicial (m) de la muestra.

**Figura 1.** Parámetros de Hencky en una curva típica de compresión uniaxial



La forma general de la respuesta mecánica del tejido vegetal se muestra en la Figura 1, donde  $\epsilon$  es la deformación. En esta figura se observa una relación tensión-deformación inicial de tipo lineal o respuesta elástica del sistema, que se representa mediante el módulo de compresión  $E_i$  (15). La tensión de falla o fractura ( $\sigma_{Hf}$ ) está asociada al punto máximo de la curva deformación-tensión. Ese punto, a niveles elevados de deformación, señala que se produce la fractura de la muestra.

### Resultados y discusión

Con el objetivo de obtener un producto de apropiada calidad nutricional, se trabajó con frutas de mamón en grado de maduración óptimo para el consumo como fruta fresca (90 % de color amarillo en la cáscara), puesto que es entonces cuando la fruta ha desarrollado la mayor cantidad de carotenos (18). Las características fisicoquímicas de la fruta de papaya utilizada en los ensayos se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Caracterización de la fruta de papaya utilizada en los ensayos

Item analizado	Valores medios
Humedad (g de agua/ 100 g de fruta)	89,66 ± 0,87
pH	5,74 ± 0,018
Acidez titulable (% de ácido cítrico)	0,13 ± 0,05
Sólidos solubles ( <sup>o</sup> Brix)	10,4 ± 0,3
Cenizas (%)	0,70 ± 0,08
Ca (mg/100g de fruta)	47,3 ± 4,3

\* Los ensayos se realizaron por triplicado en cada fruta, sobre un total de 10 frutas.

El contenido de calcio en el material fresco, sobre un total de 10 frutas, fue de 47,4 ± 3,70 mg/100 g de fruta. En las muestras de fruta procesada el máximo contenido de calcio fue 116,7 mg/100 g de fruta fresca. Si bien la máxima cantidad de calcio incorporado a 100 g de mamón, en este trabajo, solo satisface el 12 % de la ingesta diaria recomendada (IDR), se duplica el contenido del mineral respecto del nativo.

**Tabla 3.** Valores observados de las variables de respuestas en los diferentes tratamientos del diseño experimental

Tratamiento	Respuestas		
	$\Delta C_{gr}$ (mg/100g)	$F_{max}$ (N)	$\sigma_{HR}$ (N/m <sup>2</sup> )
7	14,2 ± 1,8	10 ± 2,4	6172 ± 1240
5	22,6 ± 2,1	17 ± 9,1	9137 ± 2961
1	39,9 ± 2,9	51 ± 10	47171 ± 4271
2	71,2 ± 4,2	143 ± 16,2	107296 ± 14223
4	52,4 ± 2,5	67 ± 2,5	53766 ± 20900
8	44,3 ± 2,9	37 ± 3,3	22581 ± 4188
3	34,0 ± 3,3	41 ± 9,9	32004 ± 9815
6	53,8 ± 3,1	45 ± 10,7	33282 ± 15250
9	43,8 ± 2,4	52 ± 18	40052 ± 13403
10	42,1 ± 1,6	55 ± 11,8	44638 ± 10520

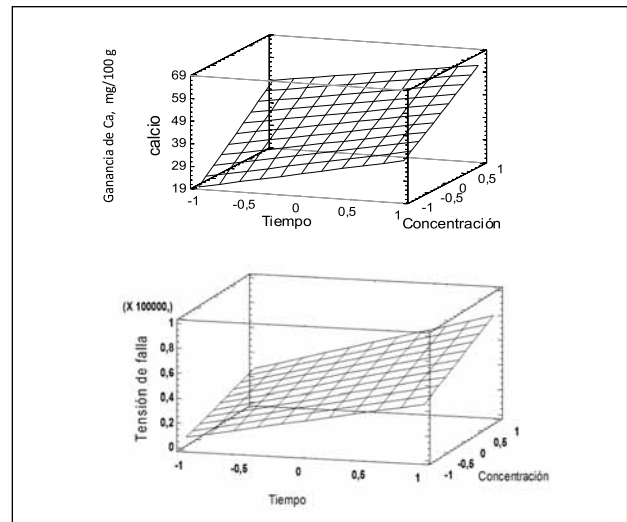
\*Datos expresados como valores medios ± desvío estándar

Se midieron dos tipos de respuestas: aumento en la concentración de calcio en la fruta y propiedades mecánicas ( $\sigma_{HR}$  y  $F_{max}$ ) del dulce de mamón elaborado bajo diferentes pre-tratamientos (Tabla 3). Los resultados del ajuste del modelo estadístico para las variables dependientes ganancia de calcio,  $F_{max}$  y  $\sigma_{HR}$ , con los efectos significativos y no significativos, se muestran en la Tabla 4. Asimismo, el análisis de varianza a través de los valores de R<sup>2</sup>, demuestra que el modelo explica el 97,7 %, 95,5 % y 86,2 % de la variabilidad de los resultados observados en la ganancia de calcio,  $\sigma_{HR}$  y  $F_{max}$ , respectivamente. Los resultados indican que el modelo es adecuado para predecir las respuestas ganancia de calcio y tensión de falla o ruptura ( $\sigma_{HR}$ ) del sistema en función a las variables independientes del proceso de pre-tratamiento de impregnación con calcio, ya que los valores del estadístico p fueron menores a 0,05 para los tres efectos (temperatura, tiempo y concentración), indicando que afectan significativamente a las respuestas con un nivel de confianza del 95,0 %. Sin embargo, la evaluación estadística del modelo para  $F_{max}$  mostró que la temperatura no tiene efecto significativo sobre la respuesta.

**Tabla 4.** Coeficientes del modelo de regresión y resultados del análisis de varianza

Fuente	$\Delta C_{gr}$ (mg/100g)		$F_{max}$ (N)		$\sigma_{HR}$ (N/m <sup>2</sup> )	
	coeficiente	p-valor	coeficiente	p-valor	coeficiente	p-valor
constante	42,04		51,8		39609	
A:Temperatura	10,9	0,025	25,25	0,076	20591	0,0251
B:Tiempo	15,95	0,004	48,75	0,015	42266	0,0034
C:Concentración	27,87	0,0085	42,75	0,019	30610	0,0085
AB	1,65	0,069	17,25	0,16	13207	0,11
AC	3,75	0,102	16,75	0,17	11975	0,06
BC	-2,45	0,128	15,75	0,19	10333	0,12

p-valor <0,05 es significativo al 95 % de confianza



**Figura 1.** Superficies de respuesta para la Ganancia de calcio y la tensión de falla o ruptura, a temperatura constante e igual a 30 °C

Las tres variables independientes analizadas (temperatura, tiempo y concentración de la solución) tienen un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre la ganancia de calcio, siendo la concentración de calcio en la solución de pre-tratamiento la de mayor relevancia, dentro del rango aplicado a las variables en estos ensayos, como se muestra en la Tabla 4 y en las Figuras 1 y 2. El efecto de la concentración de la solución sobre la ganancia de calcio es más importante para cortos tiempos de inmersión que para largos tiempos, como se aprecia en la Figura 1. El efecto de la temperatura durante el proceso de impregnación con calcio se refleja en la Figura 2, donde puede observarse que su efecto es menos importante a bajas concentraciones y que, en general, es una variable poco relevante en el pre-tratamiento de impregnación con calcio.

La Tabla 4 muestra que las tres variables independientes, temperatura, tiempo y concentración de la solución, tienen un efecto positivo y estadísticamente significativo sobre la  $\sigma_{HR}$ , en tanto que la temperatura no afecta significativamente a la respuesta  $F_{max}$ .

Los valores de máxima concentración de calcio en la fruta son coincidentes con los valores de máxima resistencia a la ruptura en los ensayos de compresión y se obtuvieron con pre-tratamiento de impregnación en las siguientes condiciones: 0,15 % de Ca, a 40 °C, durante 4,5 horas. El

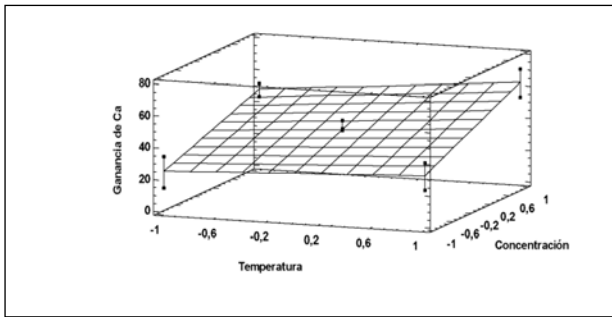


Figura 2. Superficie de respuesta para la ganancia de calcio, a tiempo de impregnación constante e igual a 3 horas

análisis estadístico indica que este valor de ganancia de calcio en la fruta se podría incrementar con el aumento en el nivel de las tres variables independientes, en forma simultánea o al menos una de ellas. La concentración de la solución de impregnación es la variable de efecto más contundente sobre las tres respuestas analizadas.

Este último resultado se podría traducir en que la concentración de la solución de impregnación es la variable tecnológica a operar para optimizar los niveles de calcio en la matriz vegetal. Esta extrapolación podría ser errónea ya que los niveles superiores de esta variable (concentración de calcio de la solución) están restringidos por la baja solubilidad del  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ .

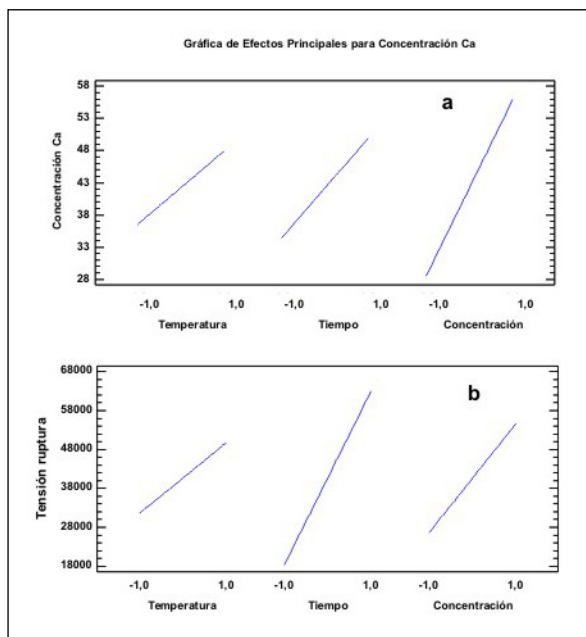


Figura 3. Gráficas de efectos principales o interacción de las variables independientes sobre la ganancia de calcio en la fruta (3a) y sobre la tensión de falla o ruptura del producto final (3b).

El grado de interacción entre las variables independientes (temperatura, tiempo y concentración de la solución de inmersión) se observa en los gráficos de efectos principales o interacción (Figura 3) que muestran el cambio en la respuesta al variar un factor para distintos valores del otro factor. En la Figura 3a, las líneas muestran como varía la ganancia de calcio (DCa) al modificar la temperatura, el tiempo y la concentración de la solución. El hecho de

que las líneas tengan pendientes similares (no se cruzan) indica que no existe interacción significativa entre las variables independientes. También se aprecia aquí que la concentración de la solución es la variable de efecto más importante sobre esta respuesta. La Figura 3b muestra un comportamiento similar de las variables independientes sobre la  $\sigma_{HR}$ . Las pendientes de las rectas indican que no hay interacción significativa entre las variables independientes estudiadas. Estos resultados son concordantes con los presentados en la Tabla 4.

## Conclusiones

El cambio en las propiedades mecánicas de la fruta de mamón está estrictamente asociado al incremento en el contenido de calcio del tejido vegetal. El parámetro mecánico o de textura que mejor se relaciona con la absorción de calcio es la tensión de falla ( $\sigma_{HF}$ ).

La variable de mayor relevancia en el proceso de impregnación con calcio es la concentración de la solución y la variable de menor relevancia es la temperatura del proceso. El modelo estadístico mostró ser apropiado para evaluar el efecto combinado de las tres variables independientes del pre-tratamiento con calcio: concentración, temperatura y tiempo de impregnación sobre el incremento de calcio en el tejido vegetal.

El máximo enriquecimiento de la matriz vegetal con calcio se logró en los ensayos al nivel más alto de temperatura ( $40\text{ }^\circ\text{C}$ ), tiempo de inmersión (4,5 horas) y concentración de la solución de  $\text{Ca}$  (0,15%), aunque el límite práctico de la ganancia de calcio puede estar definido por la aceptación sensorial del producto.

## Referencias

1. Wall, M. M. *Ascorbic acid, vitamin A, and mineral composition of banana (Musa sp.) and papaya (Carica papaya) cultivars grown in Hawaii*. Journal of Food Composition and Analysis, 19: 434–445. 2006.
2. Bari, L.; Hassan, P.; Absar, N.; Haque, M.E. *Nutritional analysis of two local varieties of papaya (Carica papaya L.) at different maturation stages*. Pakistan Journal of Biological Sciences, 9 (1): 137–140. 2006.
3. Grant, G. T.; Morris, E. R.; Rees, D. A.; Smith, P. J. C.; Thom, D. *Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: the egg-box model*. Federation of European Bio-chemistry Societies Letters, 32: 195–198. 1973.
4. Sousa, M.; Canet, W.; Alvarez, M.; Fernández, C. *Effect of processing on the texture and sensory attributes of raspberry (cv. Heritage) and blackberry (cv. Thornfree)*. Journal of Food Engineering, 78 (1): 9–21. 2007.
5. Smout, C.; Sila, D.; Vu, T.; Van Loey, M.; Hendrickx, M. *Effect of preheating and calcium pre-treatment on pectin structure*

- re and thermal texture degradation: a case study on carrots*. Journal of Food Engineering, 67: 419-425. 2005.
6. Luna-Guzmán, I.; Barrett, D. *Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh cut cantaloupes*. Postharvest Biology and Technology, 19: 61-72. 2000.
  7. Luna-Guzmán, I.; Cantwell, M.; Barrett, D. *Fresh-cut cantaloupe: effects of CaCl<sub>2</sub> dips and heat treatments on firmness and metabolic activity*. Postharvest Biology and Technology, 17: 201-213. 1999.
  8. Martín-Diana, A.; Rico, D.; Frías, J.; Henehan, G.; Mulcahy, J.; Barat, M.; Barry-Ryan, C. *Effect of calcium lactate and heat-shock on texture in fresh-cut lettuce during storage*. Journal of Food Engineering, 77 (4): 1069-1077. 2006.
  9. Verdini, R.; Zorrilla, S.; Rubiolo, A. *Efecto de la temperatura y de la concentración de la solución de inmersión en la incorporación de calcio en frutillas*. Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Córdoba, Argentina. 2004.
  10. Vanegas, G.; Antonio, J. *Efecto de la aplicación de soluciones de cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>) sobre la vida de almacenamiento y calidad del fruto de mango (Mangifera Indica L) variedad Van Dyke*. Congreso Internacional de Ciencia y Tecnología de los Alimentos, Córdoba, Argentina. 2004.
  11. Anino, S.; Salvatori, D.; Alzamora, S.M. *Changes in calcium level and mechanical properties of apple tissue due to impregnation with calcium salts*. Food Research International, 39 (2): 154-164. 2006.
  12. Rodrigues, A.; Cunha, R.; Hubinger, M. *Rheological properties and colour evaluation during osmotic dehydration processing*. Journal of Food Engineering, 59: 129-135. 2003.
  13. Montiveros, M.E.; Ramallo, L. *Efecto de las condiciones de impregnación sobre los niveles de calcio y la textura del zapallo en almíbar*. XI Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología (CYTAL), Buenos Aires, Argentina. 2007.
  14. Szczesniak, A.S. *Texture is a sensory property*. Food Quality and Preference, 13: 215-225. 2002.
  15. Chiralt, A.; Martínez-Navarrete, N.; Martínez-Monzó, J.; Talens, P.; Moraga, G.; Ayala, A.; Fito, P. *Changes in mechanical properties throughout osmotic processes: Cryoprotectant effect*. Journal of Food Engineering, 49(2-3): 129-135. 2001.
  16. AOAC. *Official methods of analysis*. 13th edn. Washington, DC:AOAC. 1990.
  17. Statgraphics. *Centurion XV*. Statpoint Technologies, Inc. Warrenton VA, U.S.A. 2009.
  18. Cano, M.P.; Ancos, M G.; Monreal, M. *Carotenoid Pigments and Colour of Hermaphrodite and Female Papaya Fruits (Carica papaya L) cv Sunrise During Post-Harvest Ripening*. Journal of the Science of Food and Agriculture, 71 (3): 351 – 358. 1999.

Recibido: 15/12/11

Aprobado: 07/03/12

- Laura Ana Ramallo<sup>1</sup>  
Ingeniero Químico. Facultad de Ciencias Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones (1989). Dr. en Ingeniería. Universidad Nacional de La Plata (2010) Expediente 312-99163/99. Carrera acreditada y categorizada con nivel A por la CONEAU (Res. 801/99). Profesor Adjunto Exclusiva (FCEQyN - UNaM). Categoría del programa de incentivos: II
- Trinidad Liotta<sup>1</sup>  
Estudiante de Ingeniería Química. Integrante de proyectos de investigación de la FCEQyN - UNaM.

1. Facultad de Exactas, Químicas y Naturales. Universidad Nacional de Misiones. Felix de Azara 1552. (3300) Posadas, Misiones, Argentina. lram@fceqyn.unam.edu.ar