

# **EFFECTO DE LA APLICACIÓN DE CALCIO BAJO TRATAMIENTO TÉRMICO SUAVE SOBRE LA ESTABILIDAD DEL TEJIDO DE MELÓN CANTALOUPE (*Cucumis Melo L*) FRESCO PRECORTADO**



Autoras:

**NIDIA CASAS, GABRIELA CÁEZ**

UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
BOGOTÁ – COLOMBIA  
2011

Información de los Autores

**Nidia Casas**

Maestría en Diseño y Gestión de Procesos  
Facultad de Ingeniería – Universidad de La Sabana.  
e-mail: [nidia.casas@unisabana.edu.co](mailto:nidia.casas@unisabana.edu.co)

**Gabriela Cáez.**

Doctorado en Biociencias  
Facultad de Ingeniería – Universidad de La Sabana.  
e-mail: [gabriela.caez@unisabana.edu.co](mailto:gabriela.caez@unisabana.edu.co)

Las opiniones expresadas en este documento no son necesariamente opiniones de la Revista ReCiTeIA, de sus órganos o de sus funcionarios. ReCiTeIA no se hace responsable de materiales con derecho de autor tomados sin autorización por los propios autores.



*reciteia*

Edición:  
2011 © ReCiTeIA.  
ISSN 2027-6850  
Cali – Valle – Colombia  
e-mail: [reciteia@gmail.com](mailto:reciteia@gmail.com), [reciteia@live.com](mailto:reciteia@live.com)  
url: <http://revistareciteia.es.tl/>

## **Efecto de la aplicación de calcio bajo tratamiento térmico suave sobre la estabilidad del tejido de melón cantaloupe (*Cucumis Melo* L) fresco precortado**

Nidia Casas, Gabriela Cáez  
Universidad de La Sabana – Colombia

### **CONTENIDO**

Lista de Tablas .....	70
Lista de Figuras .....	70
Resumen .....	71
1 Introducción .....	72
2 Materiales y métodos .....	73
2.1 Materia prima .....	73
2.2 Tratamiento .....	73
2.3 Análisis de textura .....	74
2.4 Análisis de microestructura .....	74
2.5 Análisis estadístico .....	74
3 Resultados y discusión .....	74
3.1 Textura .....	74
3.2 Parámetros morfométricos .....	75
3.3 Correlación entre firmeza y parámetro morfométrico de área .....	77
4 Conclusiones .....	78
5 Agradecimientos .....	78
6 Referencias .....	78

### **LISTA DE TABLAS**

<b>Tabla 1.</b> Valores de firmeza (N) para las muestras de melón después de la aplicación de los tratamientos con calcio. ....	75
---	----

### **LISTA DE FIGURAS**

Figura 1. Relación entre los parámetros morfométricos de factor de forma y área .....	76
Figura 2. Relación entre los parámetros morfométricos de factor de forma y elongación .....	76
Figura 3. Cambios microestructurales del tejido de melón después de la aplicación del tratamiento .....	77
Figura 4. Relación entre la firmeza y el parámetro morfométrico de área para las muestras melón .....	77

## **Efecto de la aplicación de calcio bajo tratamiento térmico suave sobre la estabilidad del tejido de melón cantaloupe (*Cucumis Melo L*) fresco precortado**

### **Calcium application under mild heat treatment effect on tissue stability of fresh-cut cantaloupe melon (*Cucumis Melo L*)**

#### **RESUMEN**

El melón fresco precortado tiene una vida útil corta y es susceptible a la pérdida de firmeza, debido a cambios bioquímicos y enzimáticos asociados a las condiciones del proceso. Una estrategia empleada para reducir esta pérdida es la aplicación de tratamientos térmicos suaves combinados con calcio. Se propuso evaluar el efecto de la aplicación lactato y propionato de calcio al 0,5 y 1% a 60°C por 1, 2 y 3 minutos, en la firmeza y la estructura celular del melón (*Cucumis melo L*) cantaloupe fresco precortado frente a una muestra sin tratamiento. Se emplearon cilindros de radio 12±2 mm y 5 mm de espesor con peso de 5±0,5 g. Se evaluó; la firmeza como fuerza máxima de penetración empleando un texturómetro TA-TX2® y un aditamento de 5mm de diámetro; el cambio a nivel celular como área y factor de forma por análisis de imágenes utilizando microscopio triocular de contraste de fases con la cámara Nikon® DSFi1 y procesando con software ImageJ®. La aplicación de calcio tiene efecto significativo frente a los atributos evaluados. En relación a los parámetros morfométricos, se determinó que el propionato incrementa en 10% el área celular y reduce en 5% el factor de forma frente al control, mientras para el lactato la variación es del 5 y 3% respectivamente. En relación al efecto de la concentración de calcio, se encontró que su incremento mejora la resistencia al ablandamiento hasta en un 5%, debido a la estabilización de la pared celular. La aplicación de lactato al 1% por 3 minutos dentro de un esquema de mínimo procesamiento, permite mantener las características del tejido del melón fresco precortado. Los hallazgos permitirían una aplicación industrial accesible que podría ayudar a mantener la estabilidad del producto durante el almacenamiento.

**Palabras clave:** Análisis de imágenes, calcio, cambios morfométricos, melón fresco precortado, textura.

## 1 INTRODUCCIÓN

Los productos frescos precortados incluidos el melón (*Cucumis melo L*) constituyen un segmento de la industria alimentaria demandados por un mercado en crecimiento, el cual busca productos con valor agregado, listo para su consumo, sensorialmente agradables y seguros. Sin embargo, estos productos tienen una vida útil corta debido al estrés fisiológico y al daño en el tejido causado por las operaciones de procesamiento que influyen directamente en las características físicas, químicas, sensoriales y estructurales del producto final (1).

Se han aplicado técnicas de conservación que buscan mantener el equilibrio dinámico del sistema producto – entorno, a fin de incrementar y/o mantener la calidad del producto por más tiempo (2), dentro de las cuales cabe destacar el empleo de tratamientos como: la incorporación de calcio para la reducción de pardeamiento y cambios de textura (3-9), la aplicación de tratamientos térmicos que permiten la reducción de carga microbiana e intensificación los atributos organolépticos deseables como el sabor y aroma dulce característico en frutos como el melón (10-15), y la combinación de tratamientos térmicos con calcio, para activar enzimas como la pectimetilesterasa que favorecen la incorporación del calcio en la pared celular en melón junto con las bondades propias de las dos técnicas (9, 16-23)

Los iones de calcio juegan un papel importante en la estabilidad de las membranas celulares y retención de la firmeza, debido a su capacidad para servir como puente entre las sustancias pécticas de la pared celular y la lamela media, formándose pectato cálcico que aporta estructura al tejido y por tanto, previene el ablandamiento. Al combinar la incorporación de calcio con un tratamientos térmicos favorece la activación de la enzima pectinmetilesterasa, lo que permite la unión del  $\text{Ca}^{2+}$  endógeno o exógeno con los grupos carboxílicos libres de los polímeros de pectinas existentes, estabilicen la pared celular (22). Asimismo el tratamiento térmico permite minimizar la actividad del etileno reduciendo la tasa de respiración y favorece su estabilidad microbiológica, y por su lado el calcio contribuye en la reducción de pérdida de agua y el consecuente aumento en la turgencia celular durante el almacenamiento (19).

Dentro de las fuentes de calcio que se emplean para mantener la vida útil de frutas y vegetales, se destacan, el carbonato de calcio y el citrato de calcio, por su aporte nutricional(24). Otras formas de calcio como preservantes y mejoradores de textura son lactato de calcio, cloruro de calcio, fosfato de calcio, propionato de calcio y gluconato de calcio (21, 25). El uso del cloruro de calcio está asociado cambios en las características de sabor debido a la presencia residual de sal en la superficie del producto. El lactato y el propionato han mostrado mejores beneficios que el cloruro en relación a la estabilización del tejido manteniendo la textura sin cambio en las características de sabor (24).

El ablandamiento de los productos se da por cambios en la cantidad y la naturaleza de la pared celular, lamina media y polisacáridos, disminuyendo el grado de unión

intermolecular entre los polímeros de la pared celular. Por lo tanto, la rigidez, resistencia, tamaño y forma de las paredes celulares, lámina media, tejidos fibrosos y presión de turgencia contribuyen en gran medida a la firmeza y rigidez del tejido (26).

Los cambios microestructurales son el principal factor relacionado con propiedades de textura (27). Muchos de los cambios que se observan a nivel macroscópico, son causados por cambios que ocurren a nivel microestructural y celular. La morfología celular cambia durante la aplicación de procesos de transformación y/o conservación, constituyéndose en un importante atributo que cuantificado permitiría entender y predecir los cambios que ocurren en las propiedades físicas y bioquímicas relacionadas con los cambios estructurales (28).

El encogimiento celular es uno de los fenómenos que ha mostrado correlación con cambios estructurales en productos como manzana (29), uvas (30) y calabaza (28). Para la estimación de estos cambios se emplean descriptores morfométricos, los cuales tienen la finalidad de cuantificar y describir de la manera objetiva la medición de los cambios en los objetos a medir. Dentro de estos descriptores se tiene área, perímetro, longitud máxima y mínima, diámetro de Feret, que corresponden a los parámetros de tamaño, y redondez, elongación, compactación, factor de forma, a parámetros de forma (28).

El objetivo de este estudio fue evaluar el cambio en la firmeza y en la microestructura del tejido melón fresco precortado por efecto de la aplicación de tratamiento térmico suave combinado con dos fuentes de calcio: lactato y propionato de calcio.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 MATERIA PRIMA

Melón cantaloupe (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naud) grado de maduración 3 (NTC 5207) (31) obtenido del mercado local procedente de la región del Valle del Cauca, fue almacenado a 4°C hasta su uso. Los melones enteros fueron lavados y desinfectados en una solución de hipoclorito de sodio de 150 mg/L (32). La fruta se cortó en sentido longitudinal en dos mitades, siendo removidas manualmente la cáscara y las semillas. De los dos trozos se obtuvieron cilindros de radio  $12 \pm 2$  mm por 5 mm de altura con un peso aproximado de  $5 \pm 0,5$  g.

### 2.2 TRATAMIENTO

Las muestras de melón fueron sometidas a inmersión a 60°C en soluciones de lactato y propionato de calcio a dos concentraciones: 0,5 y 1% durante 1, 2 y 3 min a 60°C, en una relación fruta – solución 1:4. Como muestras control se emplearon cilindros de melón sumergidos en agua destilada durante 1, 2 y 3 min a 60°C. Una vez terminado el tratamiento se retiró el exceso de solución.

### 2.3 ANÁLISIS DE TEXTURA

La firmeza fue evaluada como la fuerza máxima de penetración empleando un texturometro TATX2® (Stable Micro Systems LTD. Surrey, Inglaterra) con una sonda cilíndrica de 5 mm de diámetro y base plana (P5). Los parámetros de operación fueron los siguientes: velocidad pre-ensayo de: 2mm/s, velocidad de ensayo de: 1mm/s, velocidad post-ensayo de: 10mm/s, con una fuerza de 90g y una distancia de penetración de: 3,5 mm. Se realizó la medición a cinco muestras de melón por replica de tratamiento y los valores se reportaron como media  $\pm$  desviación.

### 2.4 ANÁLISIS DE MICROESTRUCTURA

Los cortes del tejido vegetal se obtuvieron haciendo un corte transversal a las muestras cilíndricas de melón. Se realizó la tinción del tejido con una solución de azul de metileno 0,1% durante 15 seg, luego se removió el exceso de colorante con agua destilada. Las observaciones se realizaron en campo claro en un microscopio triocular de contraste de fases Eromex®, utilizando el objetivo 10X. Una vez seleccionado el campo de interés, se realizó la captura de la imagen utilizando una cámara digital Nikon® DSFi1 adaptada al microscopio y conectada mediante una interfaz al computador.

Las imágenes capturadas fueron analizadas empleando el software Image J®. Se extrajeron las formas celulares y se determinaron las características morfométricas de tamaño: área, perímetro y diámetro de Feret, y de forma: elongación, compactación y factor de forma.

### 2.5 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Se realizaron 3 repeticiones por tratamiento y los datos obtenidos se expresaron en términos de media  $\pm$  desviación estándar. Los datos se analizaron mediante un análisis de la varianza – ANOVA con un nivel de confianza del 95%, y una prueba de diferencia de medias Tukey's empleando el software de Minitab® version16.

## 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1 TEXTURA

La aceptación de los productos mínimamente procesados por parte de los consumidores está relacionada con la percepción de calidad principalmente con las características de firmeza, debido a que su variación es la respuesta a procesos de degradación o cambios bioquímicos o enzimáticos del producto. El melón fresco pre-cortado presenta valores de firmeza de 36 N, valor que no cambia significativa con la aplicación del baño cálcico con lactato de calcio al 1%.

En la tabla No 1 se muestran los resultados de la evaluación de la firmeza para las muestras de melón fresco y después de ser sometidos al tratamiento con calcio. Al comparar los

valores de firmeza para los cinco tratamientos se observa una pérdida del 17% para las muestras control y del 14% por las tratadas con propionato.

El efecto positivo que tiene la aplicación de lactato a 60°C, puede ser debida que a esta temperatura se puede incrementar la difusión del calcio en el tejido del melón y mejorar la calidad, especialmente relacionada con el mantenimiento de la textura (23). En otras frutas se han reportado su efecto positivo en la textura cuando se emplean estas temperaturas junto con fuentes de calcio que refuerzan la actividad de la PME endógena o exógena (16, 19-21, 33).

**Tabla 1.** Valores de firmeza (N) para las muestras de melón después de la aplicación de los tratamientos con calcio.

Tiempo (min)	Tratamiento control	Lactato de calcio		Propionato de calcio	
		0,5%	1%	0,5%	1%
t = 0	36,009±0,495 <sup>a</sup>	36,009±0,495 <sup>a</sup>	36,009±0,495 <sup>a</sup>	36,009±0,495 <sup>a</sup>	36,009±0,495 <sup>a</sup>
t = 1	31,353±1,179 <sup>b</sup>	32,759±0,159 <sup>b</sup>	34,416±1,161 <sup>a</sup>	29,102±1,963 <sup>b</sup>	30,416±0,371 <sup>b</sup>
t = 2	29,901±0,909 <sup>bc</sup>	33,386±0,294 <sup>bc</sup>	35,300±1,200 <sup>a</sup>	31,716±1,921 <sup>b</sup>	29,262±0,394 <sup>c</sup>
t = 3	27,769±0,541 <sup>d</sup>	34,241±1,159 <sup>ac</sup>	36,132±0,500 <sup>a</sup>	31,259±1,978 <sup>b</sup>	28,009±0,965 <sup>c</sup>

Los resultados se presentan como media ± desviación de tres mediciones.

<sup>a, b, c</sup> Los valores con la misma letra en cada fila indican que no existe diferencia significativa entre las muestras para cada tratamiento (Tukey's P <0,05).

### 3.2 PARÁMETROS MORFOMÉTRICOS

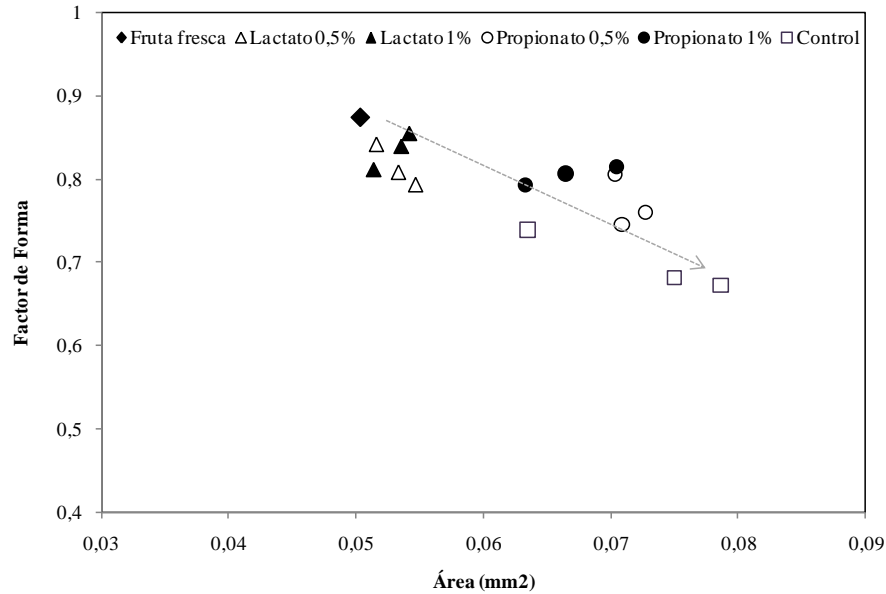
Las células del tejido de melón fresco presentan en promedio tres diferentes formas: redondas, elongadas y poligonales. Un comportamiento similar muestran las células de Calabaza (28), fruta que pertenece a la familia de las Cucurbitaceae, de la cual también hace parte el melón.

A partir de las imágenes obtenidas del tejido, se calcularon las características morfométricas relacionadas con parámetros de forma y tamaño. En relación al factor de forma, el cual indica que tanto un objeto se circunscribe a un círculo, es decir que valores menores a 1, indican que las células son un poco irregulares, lo cual puede estar relacionado con la pérdida de frescura del tejido y por ende en la detrimento de calidad del producto. El factor de forma encontrado para las muestras de melón fresco fue de 0,87, el cual es mayor a los valores reportados para calabaza (0,83) (28), manzana (0,83) (29), zanahorias (0,75) (27) y en papa (0,72) (34), estos valores indican que las células de estas frutas presentan un grado de irregularidad.

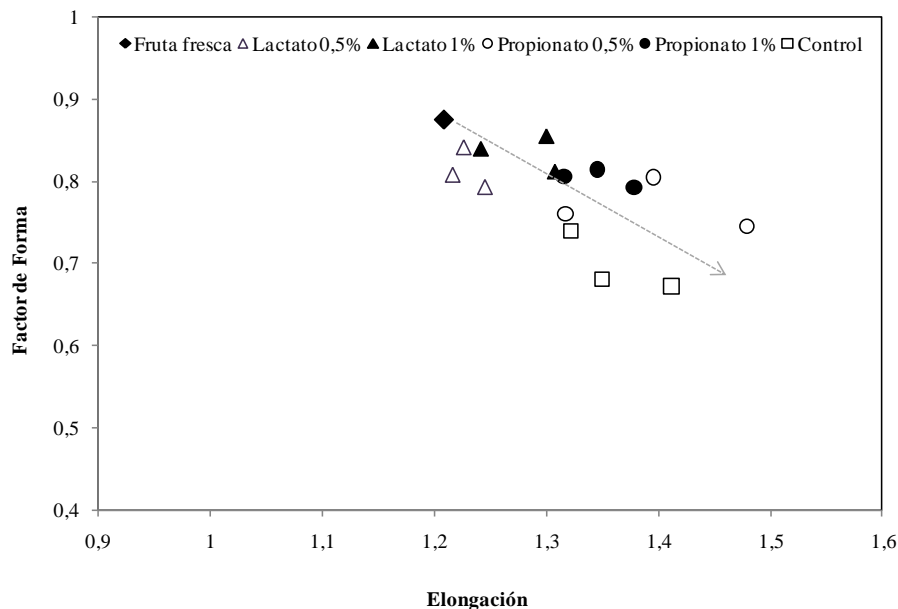
En la figura 1, se muestran la correlación de los datos obtenidos de los parámetros morfométricos de factor de forma y área, y en la figura 2, la correlación para los parámetros factor de forma y elongación. Como se observa en las gráficas el tratamiento con propionato y la muestra control presentan una disminución en el factor de forma, el cual está relacionado con un incremento en el área y el factor de elongación de las células de melón. En relación a las muestras tratadas con lactato de calcio, estas también muestran un cambio en los factores morfométricos, el cual no es estadísticamente significativo. De



acuerdo con Rico *et al.* (23), la pérdida de redondez puede ser resultado de la pérdida de turgor celular debido a una alta pérdida de agua causada por el estrés celular producido por el tratamiento.



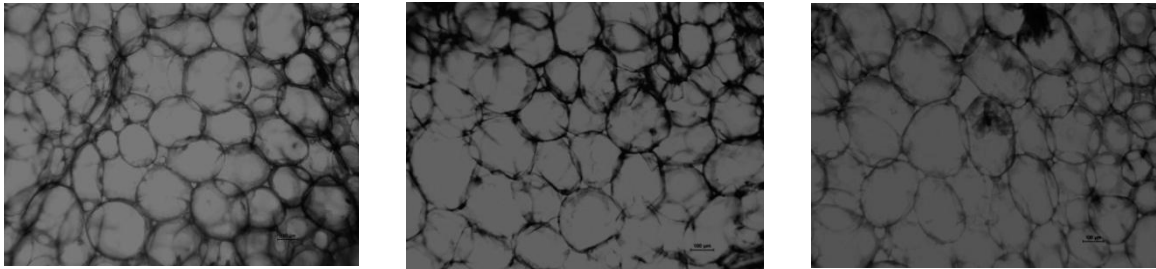
**Figura 1. Relación entre los parámetros morfométricos de factor de forma y área**



**Figura 2. Relación entre los parámetros morfométricos de factor de forma y elongación**

En la figura 3, se presentan imágenes de las células del tejido de melón fresco y tratado. La figura 3(a), muestra las células del tejido fresco, las cuales presentan una forma redondeada con un factor de forma de 0,87. En relación a las muestras tratadas, estas presentan un

alargamiento y un cambio en la forma de la célula, presentándose las mayores variaciones en las muestras tratadas con propionato de calcio (figura 3c) frente a las muestras tratadas con lactato de calcio, las cuales mantiene la forma presentada en la fruta fresca (figura 3b).



(a) Melón fresco precortado

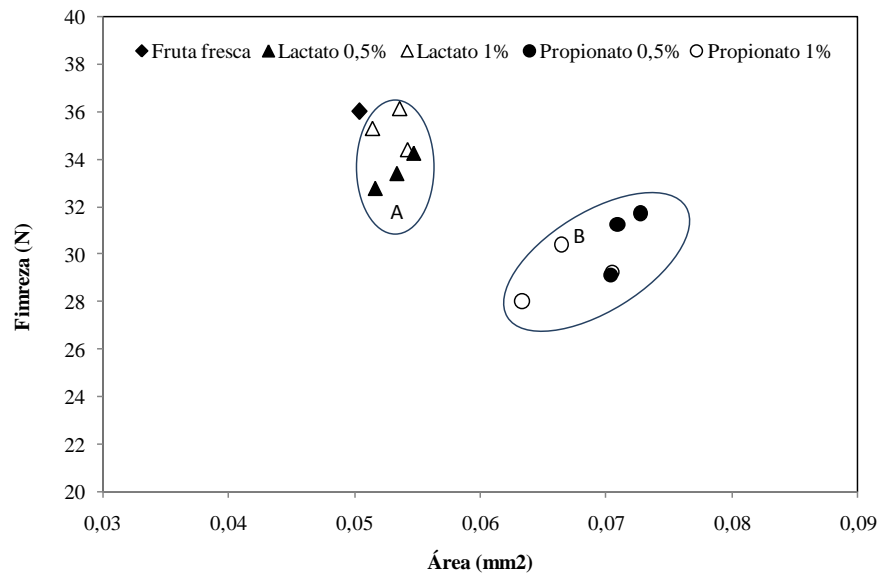
(b) Lactato de Calcio

(c) Propionato de Calcio

**Figura 3. Cambios microestructurales del tejido de melón después de la aplicación del tratamiento**

### 3.3 CORRELACIÓN ENTRE FIRMEZA Y PARÁMETRO MORFOMÉTRICO DE ÁREA

En la figura 4 se muestra la correlación entre Firmeza y el parámetro morfométrico – área, donde se observa que el tratamiento con propionato (grupo B) presenta los mayores cambios las características físicas y morfométricas del tejido, mientras el lactato (Grupo A) mantiene las características muy similares al producto fresco. Varios estudios indican que los cambios morfométricos son el principal factor relacionado con propiedades de textura como la turgencia celular e integridad de la pared celular (27), siendo el encogimiento celular uno de los fenómenos que ha mostrado correlación con cambios estructurales en productos como manzana (29), uvas (30) y calabaza (28).



**Figura 4. Relación entre la firmeza y el parámetro morfométrico de área para las muestras melón**

En la figura también se observa que con el aumento del área celular hay una disminución de la firmeza, lo cual está relacionado con lo reportado con Konstankiewicz K., et al. (2001) (35) quienes indican que tejido de papa compuestos por células más pequeñas tienen una mayor resistencia a la fuerza compresión y mayor módulo de elasticidad que los tejidos con células grandes.

#### 4 CONCLUSIONES

El lactato de calcio aplicado bajo las condiciones de evaluación fortalece el tejido de melón fresco cortado en comparación con el propionato, el cual incide en el ablandamiento del tejido que está directamente relacionado con el cambio de los parámetros morfométricos. De acuerdo con los resultados, el tratamiento con lactato de calcio al 1% a una temperatura de 60°C durante 3 minutos mantiene mejor las características de morfología celular y la firmeza del melón fresco pre-cortado, lo que podría influir en la estabilidad del producto durante el almacenamiento.

#### 5 AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ingeniería de la Universidad de La Sabana por facilitar los recursos técnicos para la realización de este proyecto.

#### 6 REFERENCIAS

1. Toivonen PMA, Brummell DA. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*. 2008;48(1):1-14.
2. Soliva-Fortuny RC, Martín-Belloso O. Microbiological and biochemical changes in minimally processed fresh-cut Conference pears. *European Food Research and Technology*. 2003;217(1):4-9.
3. Akhtar A, Hussain A. Effect of calcium chloride treatments on quality characteristics of Loquat fruit during storage *Pak J Bot*. 2010;42(1):181 - 8.
4. Alandes L, Hernando I, Quiles A, Pérez-Munuera I, Lluch MA. Cell Wall Stability of Fresh-Cut Fuji Apples Treated with Calcium Lactate. *Journal of Food Science*. 2006;71(9):S615-S20.
5. Anino SV, Salvatori DM, Alzamora SM. Changes in calcium level and mechanical properties of apple tissue due to impregnation with calcium salts. *Food Research International*. 2006;39(2):154-64.
6. Chardonnet CO, Charron CS, Sams CE, Conway WS. Chemical changes in the cortical tissue and cell walls of calcium-infiltrated [']Golden Delicious' apples during storage. *Postharvest Biology and Technology*. 2003;28(1):97-111.
7. Cybulska J, Zdunek A, Konstankiewicz K. Calcium effect on mechanical properties of model cell walls and apple tissue. *Journal of Food Engineering*. 2011;102(3):217-23.

8. Hernández-Muñoz P, Almenar E, Ocio MJ, Gavara R. Effect of calcium dips and chitosan coatings on postharvest life of strawberries (*Fragaria x ananassa*). *Postharvest Biology and Technology*. 2006;39(3):247-53.
9. Saftner RA, Bai J, Abbott JA, Lee YS. Sanitary dips with calcium propionate, calcium chloride, or a calcium amino acid chelate maintain quality and shelf stability of fresh-cut honeydew chunks. *Postharvest Biology and Technology*. 2003;29(3):257-69.
10. Annous B, Burke A, Sites J. Surface pasteurization of whole fresh cantaloupes inoculated with *Salmonella poona* or *Escherichia coli*. *Journal of Food Prot.* 2004;67:1876 – 85.
11. Fan X, Annous BA, Beaulieu JC, Sites JE. Effect of Hot Water Surface Pasteurization of Whole Fruit on Shelf Life and Quality of Fresh-Cut Cantaloupe. *Journal of Food Science*. 2008;73(3):M91-M8.
12. Koukounaras A, Diamantidis G, Sfakiotakis E. The effect of heat treatment on quality retention of fresh-cut peach. *Postharvest Biology and Technology*. 2008;48(1):30-6.
13. Lamikanra O, Bett-Garber KL, Ingram DA, Watson MA. Use of Mild Heat Pre-treatment for Quality Retention of Fresh-cut Cantaloupe Melon. *Journal of Food Science*. 2005;70(1):C53-C7.
14. Solomon EB, Huang L, Sites JE, Annous BA. Thermal Inactivation of *Salmonella* on Cantaloupes Using Hot Water. *Journal of Food Science*. 2006;71(2):M25-M30.
15. Ukuku D, Pilizota V, Sapers G. Effect of hot water and hydrogen peroxide treatment on survival of *Salmonella* and microbial quality of whole cantaloupe and fresh-cut cantaloupe. *Journal of Food Prot.* 2004;67:432 - 7.
16. Aguayo E, Escalona VH, Artés F. Effect of hot water treatment and various calcium salts on quality of fresh-cut 'Amarillo' melon. *Postharvest Biology and Technology*. 2008;47(3):397-406.
17. Beirão-da-Costa S, Cardoso A, Martins LL, Empis J, Moldão-Martins M. The effect of calcium dips combined with mild heating of whole kiwifruit for fruit slices quality maintenance. *Food Chemistry*. 2008;108(1):191-7.
18. Bett-Garber KL, Watson MA, Lea JM, Champagne ET, Lamikanra O. Effect of combined underwater processing and mild pre-cut heat treatment on the sensory quality and storage of fresh-cut cantaloupe melon. *Journal of Food Quality*. 2010;33(4):424-38.
19. Lamikanra O, Watson MA. Effect of Calcium Treatment Temperature on Fresh-cut Cantaloupe Melon during Storage. *Journal of Food Science*. 2004;69(6):C468-C72.
20. Lamikanra O, Watson MA. Mild heat and calcium treatment effects on fresh-cut cantaloupe melon during storage. *Food Chemistry*. 2007;102(4):1383-8.
21. Luna-Guzmán I, Barrett DM. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. *Postharvest Biology and Technology*. 2000;19(1):61-72.
22. Luna-Guzmán I, Cantwell M, Barrett DM. Fresh-cut cantaloupe: effects of CaCl<sub>2</sub> dips and heat treatments on firmness and metabolic activity. *Postharvest Biology and Technology*. 1999;17:201-13.
23. Rico D, Martín-Diana AB, Frías JM, Barat JM, Henehan GTM, Barry-Ryan C. Improvement in texture using calcium lactate and heat-shock treatments for stored ready-to-eat carrots. *Journal of Food Engineering*. 2007;79(4):1196-206.

24. Martín-Diana AB, Rico D, Frías JM, Barat JM, Henehan GTM, Barry-Ryan C. Calcium for extending the shelf life of fresh whole and minimally processed fruits and vegetables: a review. *Trends in Food Science & Technology*. 2007;18(4):210-8.
25. Manganaris GA, Vasilakakis M, Diamantidis G, Mignani I. The effect of postharvest calcium application on tissue calcium concentration, quality attributes, incidence of flesh browning and cell wall physicochemical aspects of peach fruits. *Food Chemistry*. 2007;100(4):1385-92.
26. Varela P, Salvador A, Fiszman S. Changes in apple tissue with storage time: Rheological, textural and microstructural analyses. *Journal of Food Engineering*. 2007;78(2):622-9.
27. Trejo Araya XI, Hendrickx M, Verlinden BE, Van Buggenhout S, Smale NJ, Stewart C, et al. Understanding texture changes of high pressure processed fresh carrots: A microstructural and biochemical approach. *Journal of Food Engineering*. 2007;80(3):873-84.
28. Mayor L, Pissarra J, Sereno AM. Microstructural changes during osmotic dehydration of parenchymatic pumpkin tissue. *Journal of Food Engineering*. 2008;85(3):326-39.
29. Lewicki PP, Porzecka-Pawlak R. Effect of osmotic dewatering on apple tissue structure. *Journal of Food Engineering*. 2005;66(1):43-50.
30. Ramos IN, Silva CLM, Sereno AM, Aguilera JM. Quantification of microstructural changes during first stage air drying of grape tissue. *Journal of Food Engineering*. 2004;62(2):159-64.
31. NTC5207. Frutas Frescas: Melon variedad Cantaloupe - Especificaciones. Bogotá, Colombia: Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación - ICONTEC; 2004. p. 1 - 19.
32. Silveira AC, Conesa A, Aguayo E, Artes F. Alternative Sanitizers to Chlorine for Use on Fresh-Cut “Galia” (*Cucumis melo* var. *catalupensis*) Melon. *Journal of Food Science*. 2008;73(9):M405-M11.
33. Liu H, Chen F, Yang H, Yao Y, Gong X, Xin Y, et al. Effect of calcium treatment on nanostructure of chelate-soluble pectin and physicochemical and textural properties of apricot fruits. *Food Research International*. 2009;42(8):1131-40.
34. Aguilera JM, Cadoche L, López C, Gutierrez G. Microstructural changes of potato cells and starch granules heated in oil. *Food Research International*. 2001;34(10):939-47.
35. Konstankiewicz K, Pawlak K, Zdune A. Influence of structural parameters of potato tuber cells on their mechanical properties. *Int Agrophysics*. 2001;15:243 - 6