


# Efecto de la temperatura y el estado de madurez sobre el grosor de la cutícula en frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.)

Effect of temperature and maturity stage on cuticle thickness of guava (*Psidium guajava* L.)

José SUÁREZ<sup>1</sup>, María PÉREZ DE CAMACARO<sup>1</sup>, María Elena SANABRIA CHOPITE <sup>1</sup>,  
Rosario VALERA<sup>1</sup> y Dilcia ULACIO<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Decanato de Agronomía, Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado” (UCLA). Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela. <sup>2</sup>Departamento de Ciencias Biológicas, UCLA. E-mails: mesanabria@ucla.edu.ve, mesanabria@yahoo.com y rosaval27@yahoo.es  Autor para correspondencia

Recibido: 12/05/2008      Fin de primer arbitraje: 30/06/2008      Primera revisión recibida: 17/02/2009  
Fin de segundo arbitraje: 17/03/2009      Segunda revisión recibida: 27/03/2009      Aceptado: 06/04/2009

## RESUMEN

En la conservación de la calidad postcosecha de las frutas, un adecuado manejo de la temperatura es de gran importancia y va a estar determinada por el estado de madurez. Estos factores van a incidir sobre el comportamiento de los tejidos protectores durante el proceso de maduración en el almacenamiento. En este estudio se determinó el efecto de la temperatura y la madurez sobre el grosor de la cutícula (GC) en frutos de guayaba “Criolla roja”, seleccionados de acuerdo a su tamaño y color. Se utilizaron 144 frutos en dos estados de madurez fisiológica (100% color verde) y pintones (80% color verde) y que fueron sometidos a almacenamiento a  $12 \pm 2$  °C;  $17 \text{ °C} \pm 2$  °C y  $27 \pm 2$  °C, para un total de 24 frutos por tratamiento. Las muestras para el estudio histológico fueron tomada a partir del tercio apical, medio y basal de los frutos y se realizaron 1296 preparaciones semipermanentes totales. Las secciones se realizaron a mano alzada, el montaje con agua:glicerina (1:1) y el sellado de la preparación fue con esmalte para uñas. Las observaciones se realizaron con microscopio óptico y con un aumento de 400X. Se presentaron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) con respecto al GC y los valores menores correspondieron al tercio apical. No hubo diferencia significativa en relación a estados de madurez de los frutos, sin embargo, el GC fue mayor en los frutos pintones, lo que es lógico al considerar el desarrollo del proceso de maduración el cual evoluciona del tercio apical al basal del fruto de guayaba. Así mismo, el almacenamiento a bajas temperaturas afectó el GC y lo cual fue observado a medida que avanzó el proceso de maduración de los frutos.

**Palabras clave:** Guayaba, temperatura, postcosecha, estado de maduración, cutícula.

## ABSTRACT

In the conservation of postharvest quality of fruits, adequate management of temperature is very important and it is determined by the maturity stage. These factors are influence over the behavior of the protector tissues during of the maturation process in the storage. In this study, was determined the effect of temperature and maturity stage on the cuticle thickness (CT) in fruits of guava “Criolla Roja”, were determined fruits were selected uniform according to size and color. In this research 144 fruits were used in two mature stages: Mature (100 % green color) and breaking color (80 % green color) and these were refrigerated at  $12 + 2$  °C;  $17 \text{ °C} + 2$  °C and  $27 + 2$  °C, for 24 treatments. The samples for the histological study were took from apical, medium and basal part of the fruit and 1196 semipermanent preparation were done in total. These were made by hands used water + Glycerin (1:1) and coated with nail polish. The observations were made by optical microscope with 400X. Highly significant differences ( $p \leq 0.05$ ) were founded with regard to CT and lower values corresponded to apical part. There were no significant differences in the fruits according to the mature state; however, CT was bigger in fruits that presenting breaking color maturity (80% green color), which is logical considering the development of maturation process occurred from apical to basal part of the guava fruit. Moreover, the storage at low temperatures affected the behavior of cuticle in relation to the maturation process of the fruits.

**Key words:** Guava, temperature, postharvest, maturity stage, cuticle

## INTRODUCCIÓN

La guayaba es una fruta tropical muy popular en Venezuela, tanto para el consumo fresco como

para el procesamiento y obtención de diversos productos. La aceptación por parte del consumidor se debe a su valor comercial, digestibilidad, palatabilidad, sabor agradable y valor nutritivo,

siendo una excelente fuente de vitamina A, C, tiamina, riboflavina, ácido nicotínico, así como calcio, hierro, fósforo y carbohidratos (Luh, 1980). Presenta alto contenido de antioxidante, fenoles, fibras totales, ácido ascórbico y pectinas (Mahattanatawee *et al.*, 2006).

La cosecha y postcosecha de los frutos de guayaba se realiza mediante métodos tradicionales muy deficientes y se desconoce la respuesta del cultivo a prácticas culturales, técnicas y/o normativas de muestreos comúnmente utilizados por otros países. Del mismo modo, se deben establecer los procedimientos más adecuados a las condiciones de Venezuela, que permitan obtener mayor rendimiento y calidad de los frutos, para lo cual es necesario realizar investigación que promueva la aplicación de procedimientos relativos al manejo hortícola y de cosecha, que conduzcan al dominio efectivo sobre la maduración y calidad de los frutos y que permitan su ingreso exitoso a cualquier mercado competitivo (Laguado *et al.*, 1999). Igualmente es importante el uso de técnicas de conservación de las frutas durante el almacenamiento; una de las más usadas a nivel mundial es la refrigeración, la cual minimiza los procesos fisiológicos como respiración, transpiración y producción de etileno, alargando la vida postcosecha de los mismos (Ali y Lanza, 2001).

La selección de la temperatura de almacenamiento de los frutos va a depender del estado de madurez de los mismos, cuando está fisiológicamente maduro, es más susceptible a sufrir daños que uno en madurez organoléptica en el almacenamiento; de allí la importancia de determinar el rango más adecuado de estos factores que permitan preservar la calidad y alargar su vida postcosecha (Lurie, 2002).

Los frutos son sometidos a un fuerte manejo y manipulación durante el período de la postcosecha el cual va a depender fuertemente de la naturaleza y características que conforman el tejido protector, donde juega un papel importante la cutícula (Kays, 1991).

El análisis de la estructura, composición y el grosor de la cutícula de los frutos ha sido objeto de investigación. Los resultados han confirmado que la misma difiere según los estados de desarrollo (Kolattukudy, 1996) y se ve afectada por factores genéticos, ambientales, las prácticas hortícolas (Widermann y Neinhuis, 1998) y de manejo en el

almacenamiento, como la temperatura (Jenks *et al.*, 2002). El cambio de la textura de los frutos va a variar en función del cultivar y la posición o ubicación del tejido en esta estructura (Alí y Lazan, 2001).

La cutícula es un elemento estructural esencial, de importancia funcional y ecológica para la interacción entre el órgano vegetal y el ambiente (Kunst y Samuels, 2003). En vista del papel fisiológico de la misma, la protección que ofrece a los frutos contra el ataque de patógenos, daños mecánicos, la radiación ultravioleta y agentes contaminantes, se hace necesario el conocimiento de los cambios ocasionados en el grosor de la cutícula, durante el desarrollo y el efecto de la temperatura de almacenamiento de los frutos después de la cosecha.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Para el estudio se utilizaron ciento cuarenta y cuatro frutos de guayaba tipo “Criolla Roja” seleccionadas sin presentar daños físicos ni mecánicos. Los mismos, fueron llevados al Laboratorio de Postcosecha de los Postgrados de Agronomía de Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, donde fueron clasificados de acuerdo a su tamaño y color uniforme en dos estados de madurez: E<sub>1</sub> madurez fisiológica (100% color verde) y E<sub>2</sub> pintones (80% color verde). Posteriormente, se desinfectaron sumergiéndolos en una solución de Benlate (Benomil) un fungicida polvo mojable (metilbutilcarbamoil2-bencimidazol carbamato 50%); a una concentración de 43,2g para 18 L por 10 minutos y se secaron a temperatura ambiente. Luego se sumergieron en hipoclorito de sodio al 1%, a fin de eliminar en lo posible las esporas de hongos y bacterias de la superficie de los mismos. El almacenamiento se realizó durante 20 días en dos cavas a 12± 2°C (T1) y 17± 2°C (T2) y a temperatura ambiente (27± 2°C) (T3); con condiciones promedio de humedad relativa en 90% en las cavas y 70 % en el ambiente.

Los tratamientos se organizaron en un diseño completamente al azar con un arreglo factorial donde existen tres factores: las temperaturas; los estados de madurez de los frutos (Figura 1) y la ubicación del corte en el fruto (tercio apical, medio y basal). Para medir el GC se realizaron nueve preparaciones semipermanentes; 3 del tercio apical, 3 del medio y 3 del basal; por fruto, con secciones transversales a mano alzada, de la superficie de los mismos, para un

total de 432 laminas por tercio y 1.296 preparaciones en total. El montaje fue con agua:glicerol (1:1) y el sellado con esmalte para uñas transparente (Curtis, 1986 y Montenegro y Gómez, 1997). Las observaciones y medidas se realizaron con un microscopio óptico marca Zeiss y con un aumento de 400X, provisto de una escala y con cámara incorporada. Los resultados de esta investigación se les realizó un análisis de varianza con la utilización del paquete estadístico SAS versión 8.1 y la comparación de medias para la variable fue realizada en base a la prueba de rangos múltiples de Duncan.



Figura 1. Frutas de guayaba (*Psidium guajava* L.); A, en estado de madurez fisiológico (100% color verde) y B, pintones (80% verdes).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados de la determinación del efecto de la temperatura y el estado de madurez sobre el grosor de la cutícula (GC) en los frutos de guayaba, se muestran en el Cuadro 1. Se observaron diferencias altamente significativas ( $p \leq 0,05$ ) en cuanto a la temperatura y el tercio del fruto estudiado (apical, medio y basal). Aquellos que se mantuvieron a  $12 \pm 2$  °C presentaron igual GC que los que estuvieron a temperatura ambiente ( $27 \pm 2$  °C). Por otra parte se pudo constatar que en el tercio medio y basal de los frutos, el valor del GC fue mayor (1 y 1,02  $\mu\text{m}$ ), que en el apical (0,95  $\mu\text{m}$ ), lo cual puede ser explicado por el hecho de que a temperaturas más altas, el proceso de deshidratación es mayor, afectando el comportamiento de la cutícula, asimismo, en este sentido, es importante señalar que el proceso de maduración en la guayaba ocurre desde el tercio apical al basal (Widermann y Neinhuis, 1998), lo cual pudo determinar los resultados obtenidos en este estudio (Figuras 2 y 3).

Por otra parte, tal cual lo establecido por Jenks *et al.* (2002) habría también que considerar factores tales como los genéticos, ambientales, estado de desarrollo del fruto y el manejo hortícola. No se presentaron diferencias significativas ( $p \leq 0,05$ ) en cuanto al GC, para los estados de madurez fisiológica (100% verde) y pintón (80% verde).

Cuadro 1. Efecto de la temperatura y el estado de madurez sobre el grosor de la cutícula en frutos de guayaba “Criolla Roja” (*Psidium guajava* L.).

	Grosor de cutícula ( $\mu\text{m}$ )	DE
Temperatura		
12 °C	1,08 a	0,46
17°C	0,81 b	0,40
Ambiente	1,08 a	0,41
Estados de madurez		
Fisiológica	0,98 a	0,48
Pintón	1,00 a	0,44
Tercio del fruto		
Apical	0,95 b	0,44
Medio	1,00 a	0,43
Basal	1,02 a	0,45

Medias con diferentes letras difieren significativamente según la prueba de rangos múltiples de Duncan ( $p \leq 0,05$ ). La transformación de los datos se realizó por  $(X+0,5)^{1/2}$ . DE = Desviación estándar.

El grosor de la cutícula de los frutos de guayaba se vio afectado por la temperatura. Estos resultados coinciden con los obtenidos Jenks *et al.* (2002) en el sentido que, los factores ambientales, tienen efecto sobre la variable estudiada y aunque no hubo diferencia significativa, se observó que en los pintones, esta fue más gruesa que en aquellos en estado de madurez fisiológica, por lo que habría que considerar, que esta variable, así como la composición química de la cutícula en los órganos de las plantas, difiere según los estados de desarrollo (Kolattukudy, 1996).

Los resultados obtenidos en esta investigación concuerdan con lo establecido por Barceló *et al.* (2005) en el sentido que las células de los frutos se hacen cada vez menos funcionales a medida que avanza la madurez y el desarrollo de los mismos; lo que ocurre en un margen relativamente estrecho de temperatura, y por debajo de un valor crítico, no pueden madurar normalmente.

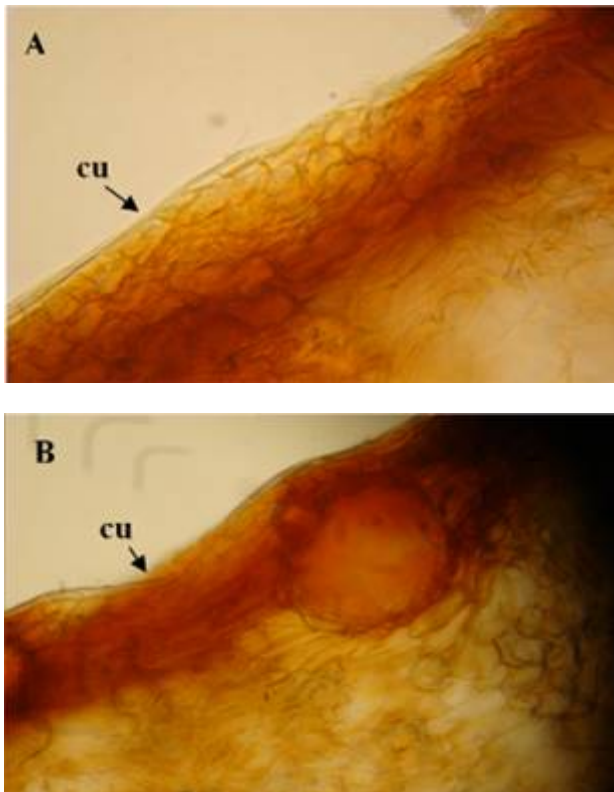


Figura 2. Sección transversal del pericarpio del fruto de guayaba (*Psidium guajaba* L.) en estado de madurez fisiológica (A) y pintón (B). Cutícula (cu)

En conclusión, si se considera que la cutícula desempeña función de protección en de los frutos, durante y después de la cosecha, sería recomendable el almacenamiento de los mismos a bajas

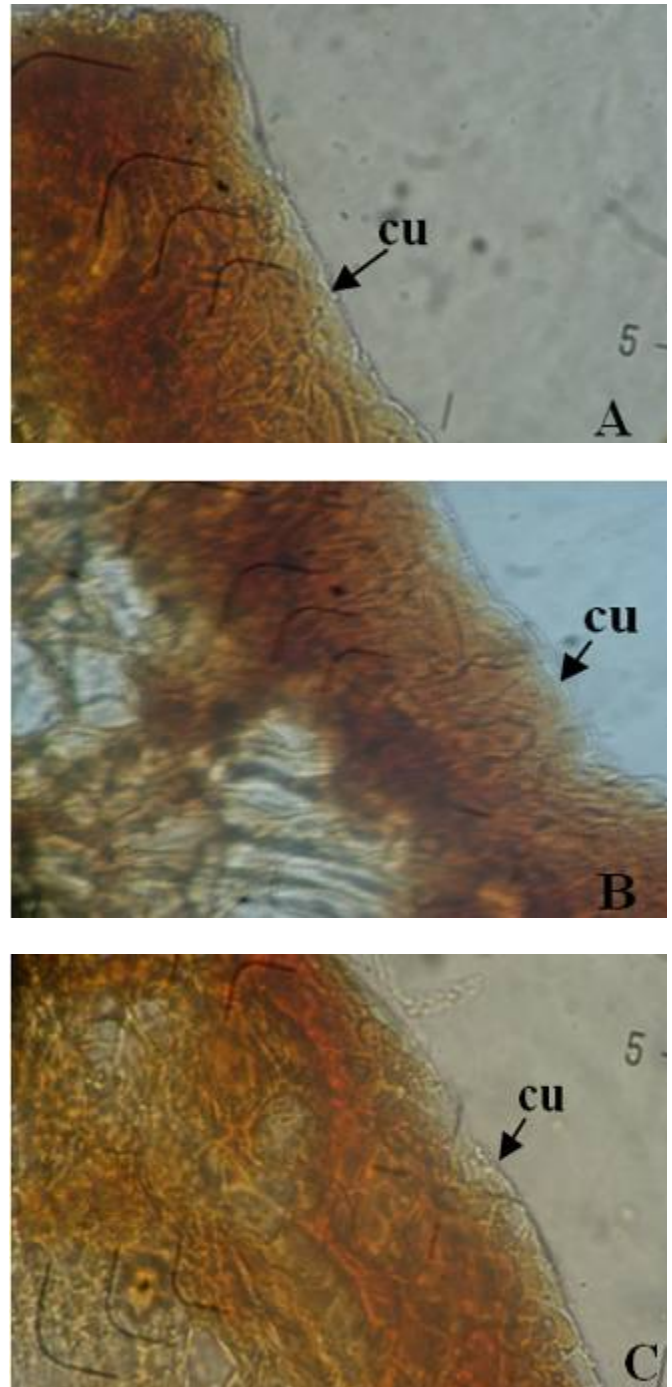


Figura 3. Secciones transversales del pericarpio del fruto de guayaba (*Psidium guajaba* L.), sometidos a almacenamiento a  $12 \pm 2$  °C (A);  $17 \pm 2$  °C (B) y  $27 \pm 2$  °C (C). Cutícula (cu).

temperaturas, lo que retardaría el proceso de maduración y ayudaría a alarga la vida postcosecha, al mantener la integridad de la cutícula; la cual, ayudaría a proteger al producto contra los daños mecánicos y de patógenos (Reiderer y Schreiber, 1990).

### CONCLUSIÓN

- ✓ Hubo un efecto estadísticamente significativo de la temperatura de almacenamiento (12, 17 y 27°C  $\pm$  2 °C), sobre el grosor de la cutícula en los frutos de guayaba; sin embargo éste no fue claramente definido.
- ✓ No se presentó variación en los valores del grosor de la cutícula en los dos estados de madurez del fruto de guayaba considerados en esta investigación (fisiológico y pintón).
- ✓ Los valores del grosor de la cutícula fueron mayores en los tercios medio y basal de los frutos de guayaba, lo cual puede estar directamente relacionado con la evolución del proceso de maduración de los mismos.

### LITERATURA CITADA

- Ali, Z. and H. Lazan. 2001. Guava. In: Postharvest physiology and storage of tropical and subtropical fruits. Edited by Sisir Mitra. CAB International. 423 p.
- Curtis, J. 1986. Microtecnia Vegetal. Editorial Trillas. México.102p.
- Jenks, M.; S. Eigenbrode and B. Lemieux. 2002. Cuticular waxes of *Arabidopsis*. Journal Cell Biology. 17: 208-212.
- Kays, S. 1991. Postharvest physiology of perishable plant products. Published Van Nostrand Reinhold, New York, USA.532p.
- Kolattukudy, P. 1996. Biosynthetic pathways of cutin and waxes, and their sensitivity to environmental stresses. In: Plant cuticles. Kerstiens G. (eds).Oxford; Bios Scientific Publishers. Oxford.108p.
- Kunst, A. and L. Samuels. 2003. Biosynthesis and secretion of plant cuticular wax. Progress in lipid Research. 42:51-80.
- Laguado, N.; E. Pérez; C. Alvarado y M. Marín. 1999. Características fisicoquímicas y fisiológicas de frutos de guayaba de los tipos Criolla Roja y San Miguel procedentes de dos plantaciones comerciales: Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ) 16: 382-397.
- Luh, B. 1980. Tropical fruits beverage. In: Nelson, P. and Tressler, D. K. (Eds.). Fruit & vegetable juices processing technology. Third edition. AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut. 435pp.
- Luri, S. 2002. Temperature management. In: Fruit quality and its. Biological basis. Edited by Michael Knee. Published by Sheffield. Florida USA. 279p.
- Mahattanatawee, K.; J. Manthey; G. Luzio; S. Talcott; K. Goodner and E. Baldwin. 2006. Total antioxidant activity and fiber content of delect Florida-grown tropical fruits. J. Agric. Food Chem. 54:7355-7363.
- Montenegro, G. y M. Gómez. 1997. Anatomía y la evolución del cuerpo vegetativo de las plantas vasculares. In: Curso Red Latinoamericana de Botánica. La Habana, Cuba. 91p.
- Reiderer, M. and G. Schreiber. 1990. The effect of environment in the permeability and composition of citrus leaf cuticles. II Composition of soluble cuticular lipids and correlation with transport properties. Planta. 180(2):154-165.
- Widemann, P. and C. Neinhuis. 1998. Biomechanics of isolated plant cuticles. Botanical Act. 111:28-34.