

# Efecto del tipo de corte y tipo de envase en la conservación de piña [*Ananas comosus* (L.) Merr.] 'Oro Miel' mínimamente procesada

Effect of cutting and packaging type on the conservation of fresh-cut 'Golden' pineapple fruit [*Ananas comosus* (L.) Merr.]

ELKIN MAURICIO BUITRAGO-DUEÑAS<sup>1</sup>  
SAUL DUSSÁN-SARRIA<sup>1,2</sup>  
MARÍA CAMILA RIVERA-OCHOA<sup>1</sup>  
LUIS EDUARDO ORDOÑEZ-SANTOS<sup>1</sup>



Fruto de piña, variedad Oro Miel.

Foto: S. Dussán-Sarria.

## RESUMEN

La piña es un fruto tropical apreciado en el mundo por su sabor, textura y color, y es apropiado para el procesamiento mínimo. Esta investigación tuvo como objetivo determinar el efecto del tipo de corte y tipo de envase de piña mínimamente procesada sobre sus atributos de calidad durante la refrigeración a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$  y 85-90% de humedad relativa. Durante el almacenamiento refrigerado fueron monitoreados el color, textura y aceptación sensorial durante 12 días. Las muestras se analizaron estadísticamente mediante un diseño factorial por parcelas subsubdivididas completamente al azar. Los factores a evaluar fueron tres tipos de cortes y tres diferentes empaques y las variables de respuesta los atributos de calidad. Todas las mediciones fueron realizadas con tres repeticiones. Se aplicó estadística descriptiva, ANOVA y comparación de medias según Duncan. En general, tanto el tipo de corte como el tipo de empaque afectan los atributos de calidad de la piña 'Oro Miel' durante el almacenamiento. La condición más adecuada de conservación fue piña cortada en cuartos rodajas y envasada al vacío alcanzando 12 días de almacenamiento.

**Palabras clave adicionales:** calidad, cuarta gama, envasado al vacío, almacenamiento refrigerado.

<sup>1</sup> Facultad de Ingeniería y Administración, Universidad Nacional de Colombia, Palmira (Colombia). ORCID Buitrago-Dueñas, E.M.: 0000-0001-6950-8820; ORCID Dussán-Sarria, S.: 0000-0001-9297-0781; ORCID Rivera-Ochoa, M.C.: 0000-0002-2348-6854; ORCID Ordoñez-Santos, L.E.: 0000-0002-8958-027X

<sup>2</sup> Autor para correspondencia. [sdussan@unal.edu.co](mailto:sdussan@unal.edu.co)

## ABSTRACT

Pineapple is a tropical fruit appreciated worldwide for its flavor, texture and color, and is suitable for minimal processing. The objective of this research was to determine the effect of the cut type and type of container for minimally processed pineapple on quality attributes during refrigeration at  $5\pm 1^{\circ}\text{C}$  and 85-90% relative humidity. During the refrigerated storage, the color, texture and sensorial acceptance were monitored for 12 days. The samples were analyzed statistically by means of a factorial design using completely random subdivided plots. The evaluated factors included three cut types and three types of packaging, and the evaluated response variables included quality attributes. All measurements were taken in triplicate. Descriptive statistics, ANOVA and means comparison using Duncan test were used. In general, both the cut type and the type of packaging affected the quality attributes of the 'Golden' pineapple during storage. The best preservation condition was pineapple cut into quarter slices and vacuum-packed, reaching 12 days of storage.

**Additional key words:** quality, fourth range, vacuum packaging, refrigerated storage.

Fecha de recepción: 06-11-2017 Aprobado para publicación: 30-05-2018

## INTRODUCCIÓN

La piña [*Ananas comosus* (L.) Merr.] es una de las frutas tropicales de mayor producción en el mundo después del banano y los cítricos (Uriza-Ávila, 2005). De acuerdo con Alarcón y Sánchez (2012), la mayor producción de piña, a nivel mundial, se encuentra en Asia, América y África, lo que ha permitido el abastecimiento mundial de la fruta. En Colombia la piña es una fruta de importancia económica, se encuentra entre las 15 frutas más consumidas en el país y según cifras del DANE (2015), Colombia exportó alrededor de US\$ 2,25 millones en un reglón de la agricultura en crecimiento. La variedad MD2 originaria de Hawái e identificada en Colombia como piña 'Oro Miel', es la más conocida a nivel mundial, posee una forma cilíndrica, simétrica y uniforme, pericarpio entre color amarillo-naranja, pulpa de color amarillo intenso, dulce, compacta, con un peso promedio de 1,3 a 2,5 kg, presenta un alto contenido de azúcares, vitamina C y bajo contenido de acidez en comparación con otras variedades (Chan *et al.*, 2003). La piña mínimamente procesada cuenta actualmente con un mercado en crecimiento, ya que proveen al consumidor un alimento listo para consumir con beneficios para la salud (Escobar *et al.*, 2014). Sin embargo, este tipo de producto tiene una vida útil de sólo 5-7 d a  $1-7^{\circ}\text{C}$ , principalmente por procesos de degradación fisiológicos y microbianos (Pan *et al.*, 2015).

Por lo tanto, si se logra inhibir la degradación fisiológica y microbiológica de la piña mínimamente procesada, es posible extender la vida útil de este tipo de productos. Dussán-Sarria *et al.* (2014) afirman que, si se aplican técnicas combinadas sinérgicamente, el crecimiento microbiano y las reacciones físicas, químicas y bioquímicas serían reducidas en los tejidos vegetales. En el procesamiento mínimo de piña el tipo de corte y el tipo de envase utilizado tiene una repercusión directa en la fisiología y mantenimiento de la calidad del producto vegetal. Se utilizan técnicas que se combinan sinérgicamente limitando el crecimiento microbiano y el metabolismo del producto. Algunas de estas técnicas son el enfriamiento rápido, la refrigeración, la atmósfera modificada y recubrimientos comestibles (Montero-Calderón *et al.*, 2008; Sanjinez-Argandoña *et al.*, 2010; Dussán-Sarria *et al.*, 2014). Sin embargo, la calidad de la piña mínimamente procesada variedad MD2 cultivada en Colombia, no ha sido evaluada a pesar del potencial agroindustrial que esta fruta cuenta en el suroccidente colombiano.

El objetivo de este estudio fue determinar el efecto del tipo de corte y envase apropiado para mantener la resistencia a la penetración, color y aceptación sensorial de la piña mínimamente procesada bajo condiciones de almacenamiento refrigerado.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Materia de estudio

Los frutos de piña variedad Oro Miel, destinados para la investigación, se adquirieron en Oriente S.A., cultivados en el corregimiento Barrancas de Palmira, Valle del Cauca (temperatura 23°C, 1.000 msnm, 40% HR). Luego de pruebas preliminares físico-químicas y sensoriales, se seleccionó el grado de madurez 3 (Icontec, 1996), como el adecuado para el procesamiento mínimo. Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Tecnología de Frutas y Hortalizas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

### Procesamiento mínimo

Piñas enteras con grado de madurez 3 fueron lavadas con agua potable y desinfectadas en solución hipoclorito de sodio ( $100 \mu\text{L L}^{-1}$ ) durante 10 min de inmersión (Sothornvit y Rodsamran, 2008). Los frutos fueron almacenados a 10°C por 12 h previo al procesamiento. Al día siguiente, manualmente fueron retirados las coronas, epicarpio y corazones. A la pulpa se le realizaron tres tipos de corte: cuartos de rodajas ( $6 \times 2 \times 4$  cm), cubos ( $2 \times 2 \times 2$  cm) y julianas ( $6 \times 2 \times 2$  cm). Posteriormente los cortes fueron inmersos en solución de hipoclorito de sodio a  $20 \mu\text{L L}^{-1}$  por 2 min para retirar impurezas en pulpa y se retiró el exceso de agua por gravedad durante 2 min. Los cortes del fruto más homogéneos fueron seleccionados y sumergidos en solución de cloruro de calcio  $\text{CaCl}_2$  al 1% (v/v), ácido cítrico al 1% (v/v), ácido ascórbico al 1% (v/v) con el fin de conservar la estructura y evitar la oxidación enzimática (Robles-Sánchez *et al.*, 2013; Dussán-Sarria *et al.*, 2014).

Los cortes fueron sometidos a centrifugación a 2.800 rpm durante 15 s para eliminar el exceso de humedad. Posteriormente se acondicionaron 150 g de cada corte en tres tipos de empaque (Tab. 1).

Los frutos empacados fueron almacenados a  $5 \pm 1^\circ\text{C}$  y 85-90% de HR según recomienda Silva *et al.* (2005). Los tratamientos evaluados fueron de la siguiente manera: CR-PET: cuartos de rodaja en cajas de polietileno tereftalato (PET); C-PET: cubos en PET; J-PET: julianas en PET; CR-Poliestireno o PVC: cuartos de rodaja en bandeja de poliestireno; C-Poliestireno o PVC: cubos en bandeja de poliestireno; J-Poliestireno o PVC: julianas en bandejas de poliestireno; CR-Bolsa Vacío: cuartos de rodaja en bolsa de vacío, C-Bolsa Vacío: cubos en bolsa de vacío, J-Bolsa Vacío: julianas en bolsa de vacío. Durante el almacenamiento refrigerado, cada 3 d durante 12 d se determinaron los parámetros que se describen a continuación.

### Color

El color del fruto fue evaluado mediante las coordenadas CIELab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), usando un colorímetro Kónica Minolta CR-410 (Tokio, Japón). De estas determinaciones y debido a las características particulares de la piña se analizó la coordenada  $L^*$  que representa el brillo o luminosidad el cual aumenta a mayores valores de  $L^*$  (cromaticidad (-) verde a (+) rojo) y  $b^*$  (cromaticidad (-) azul a (+) amarillo).

### Resistencia a la penetración

Se empleó el texturómetro Shimadzu EZ-500 (Kyoto, Japón) para evaluar la fuerza de penetración en Newton (N) con una célula de carga de 500 N, un cilindro de prueba de 8 mm de diámetro y 60 mm de largo, y una velocidad de ensayo de  $10 \text{ mm min}^{-1}$ . El pico máximo durante los ensayos fue tomado como la resistencia a la penetración (Rocculi *et al.*, 2009).

### Análisis sensorial

El análisis sensorial fue realizado utilizando la metodología prueba de satisfacción de escala hedónica,

**Tabla 1. Tipos de envases utilizados para el almacenamiento de piña 'Oro miel' mínimamente procesada con sus propiedades de permeabilidad.**

Envase utilizado	Propiedades
Bandeja de poliestireno cubierta con policloruro de vinilo ( $10 \times 10$ cm)	PVC calibre $14 \mu\text{m}$ , permeabilidad al $\text{CO}_2$ de $5.183$ y al $\text{O}_2$ de $14.803 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$
Bolsa de polietileno de baja densidad. Espesor $70 \mu\text{m}$ (PEBD, $15 \times 20$ cm)	Permeabilidad al $\text{CO}_2$ de $112 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ y al $\text{O}_2$ de $3.940 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$
Cajas de polietileno tereftalato (PET) ( $11 \times 9 \times 2,5$ cm)	Permeabilidad al $\text{CO}_2$ de $112 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$ y al $\text{O}_2$ de $3.940 \text{ cm}^3 \text{ m}^{-2} \text{ d}^{-1}$

siguiendo lo propuesto por Peryamm y Pilgrim (Lim, 2011). El análisis se realizó en los días 0, 10 y 12 de almacenamiento con un grupo de 30 panelistas no entrenados los cuales analizaron el sabor y la apariencia general de los cortes de fruto. Fue utilizada la escala hedónica afectiva de 5 puntos que define el grado de satisfacción así: 1 = no me gusta, 2 = me disgusta ligeramente, 3 = ni me gusta ni me disgusta, 4 = me gusta ligeramente, 5 = me gusta mucho. Los cortes se consideraron sensorialmente aceptables con notas iguales o superiores a 3.

### Análisis microbiológico

Fueron analizados las cantidades presentes o ausentes de microorganismos aerobios mesófilos según la NTC 4519 (Icontec, 2009a), coliformes totales según la NTC 4516 (Icontec, 2009b), coliformes fecales según Invima (1998a) y recuento de mohos junto a levaduras según Invima (1998b). Los análisis fueron realizados en los días 0, 10, 12 y 15 de almacenamiento.

### Análisis estadístico

Las muestras se analizaron estadísticamente mediante un diseño factorial por parcelas subdivididas completamente al azar. Se realizó un análisis de varianza y comparación de medias utilizando la prueba de rango múltiple de Duncan ( $P \leq 0,05$ ). Los datos fueron analizados usando el software estadístico SAS® v. 9.1. Los factores a evaluar fueron los tres tipos de cortes y los tres tipos de empaques.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se encontró un descenso en la aceptación sensorial para todos los tipos de cortes y empaques evaluados (Tab. 2; Figs. 1, 2, 3, 4 y 5). En general la piña en cuartos de rodaja empacada al vacío presentó las mejores notas sensoriales de aceptación durante todo el almacenamiento refrigerado. El aroma (Fig. 2) fue uno de los parámetros más afectados sensorialmente durante el almacenamiento, autores como Torri *et al.* (2010) afirman que la piña mínimamente procesada pierde el aroma a fruta fresca, por la disminución de compuestos como los aromáticos-alifáticos, aldehídos, cetonas y compuestos menos polares, en contraste con el incremento de los compuestos que dan aroma desagradable como los azufrados, polares, alcoholes, cetonas

y terpenos a medida que avanza el almacenamiento. De igual forma sucedió con el sabor (Fig. 3), puesto que por las reacciones enzimáticas que se desarrollan en el fruto, desarrollan sabor a fermentando según el perfil de compuestos volátiles para piña cortada y almacenada bajo refrigeración como mencionan Spanier *et al.* (1998). La degradación de la textura (Fig. 4) se vio afectada por la pérdida de agua en la pulpa, autores como Escobar (2014), considera que la pérdida de textura en frutas y vegetales mínimamente procesados se asocia al deterioro fisiológico de peso que probablemente surge de la plasmólisis de las células vegetales y la disminución del color (Fig. 1) en los días 6 y 9 de almacenamiento (Fig. 5). La evidencia de la degradación de la textura de la pulpa se observó en la pérdida de apariencia general de la pulpa durante todo el almacenamiento (Fig. 5). Según Antonioli *et al.* (2012), la piña mínimamente procesada puede conservar sus características de fruta fresca hasta el día 6 de almacenamiento, después de ahí puede desarrollar olor desagradable y sabor a fruta fermentada.

En relación con los empaques, seguramente la utilización de la caja PET no fue lo suficientemente hermética y la bandeja de icopor con PVC (tratamiento Poliestireno) presenta una alta permeabilidad a los gases, principalmente por parte del icopor, lo que significó una atmósfera modificada incompleta produciendo alteraciones sensoriales, de firmeza y color en la piña mínimamente procesada. Por su parte el vacío proporcionado por el PEBD de 70  $\mu\text{m}$  (tratamiento Bolsa Vacío), fue suficiente para evitar intercambios gaseosos con el producto, que produjeran alteraciones significativas durante el periodo de almacenamiento evaluado.

Considerando el empaque al vacío como el mejor aceptado sensorialmente, en valores de firmeza y color, y de acuerdo con las notas sensoriales encontradas en el atributo de aceptación general de piña cortada, se sugiere que el corte en cuartos de rodaja (CR) es el preferido por los panelistas.

Durante el procesamiento mínimo de la piña, suceden diferentes operaciones unitarias como selección, lavado, pelado, higienización, centrifugación y empaque, y el producto continúa con el proceso metabólico de maduración, favoreciendo en muchas ocasiones la proliferación de microorganismos (Rangel y López, 2012). En el día 0 de almacenamiento no hubo presencia de microorganismos tipo aerobios mesófilos, coliformes totales, coliformes fecales, ni mohos y

**Tabla 2. Valores de notas sensoriales de piña 'Oro Miel' mínimamente procesada con 30 panelistas no entrenados y una escala hedónica de 5 puntos.**

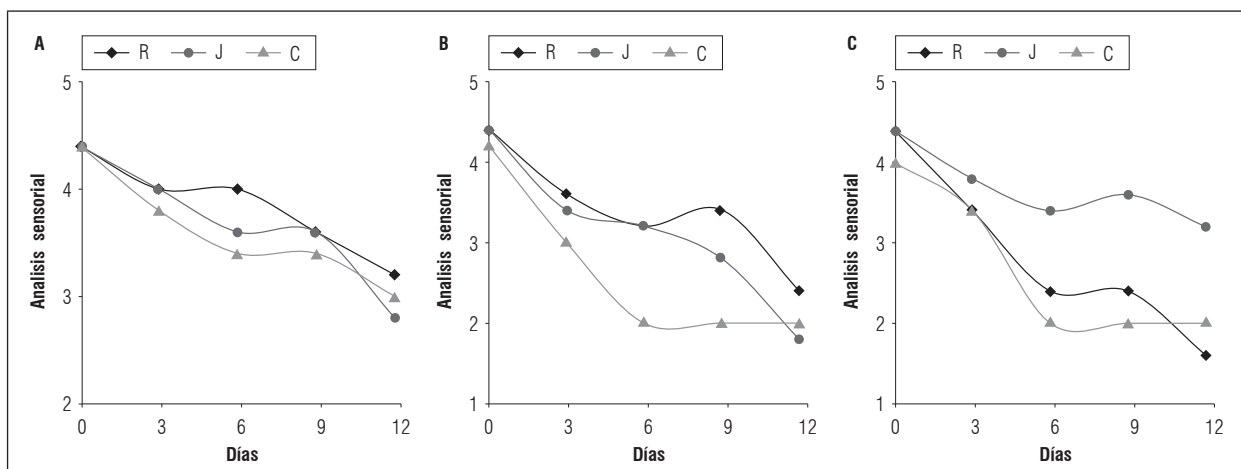
Tratamiento	Días	Variables de respuesta (tratamiento corte-empaque)		
		Efecto del aroma	Efecto del sabor	Aceptación general
CR-PET	0	4,2±0,84	4,4±0,55	4,4±0,54
	10	2,8±0,84	4,0±0,70	3,6±0,54
	12	2,4±0,9	2,8±1,30	3,2±0,45
C-PET	0	4,4±0,9	4,6±0,55	4,2±0,45
	10	2,8±0,45	3,0±0,22	3,2±0,84
	12	2,2±0,84	2,6±0,55	2,8±0,84
J-PET	0	4,4±0,55	4,6±0,55	4,2±0,45
	10	2,4±1,14	2,0±1,0	2,0±1,0
	12	1,6±0,90	2,0±1,00	1,8±1,1
CR-poliestireno	0	4,4±0,55	4,2±0,45	4,2±0,45
	10	2,4±0,9	3,8±1,1	3,6±0,90
	12	1,8±0,45	2,0±1,0	2,2±0,45
C-poliestireno	0	4,2±0,4	4,2±0,84	4,0±0,70
	10	2,6±0,9	3,0±1,58	2,8±0,84
	12	1,6±0,55	1,4±0,89	1,8±0,45
J-poliestireno	0	4,8±0,45	4,4±0,55	4,2±0,45
	10	2,8±0,84	3,2±0,84	3,2±0,84
	12	2,0±1,22	2,0±1,0	2,2±0,84
CR-BolsaVacío	0	4,6±0,55	4,0±0,70	4,2±0,45
	10	3,9±1,41	3,9±0,84	3,6±0,55
	12	3,6±1,14	3,6±0,55	3,6±0,45
C-BolsaVacío	0	4,2±0,84	4,2±0,45	4,2±0,45
	10	3,8±0,84	4,0±0,70	3,8±0,45
	12	3,6±0,55	3,2±0,44	3,2±0,84
J-BolsaVacío	0	4,2±0,45	4,2±0,45	4,2±0,45
	10	4,0±0,70	3,6±0,89	3,8±0,45
	12	3,8±0,45	3,6±0,89	3,2±0,54
ANOVA				
Tiempo (T)		***	***	***
Tratamiento corte-empaque		NS	NS	*

Promedios ± desviación estándar; (\*) significativo  $P \leq 0,05$ ; (\*\*) significativo  $P \leq 0,01$ ; (\*\*\*) significativo  $P \leq 0,001$ .

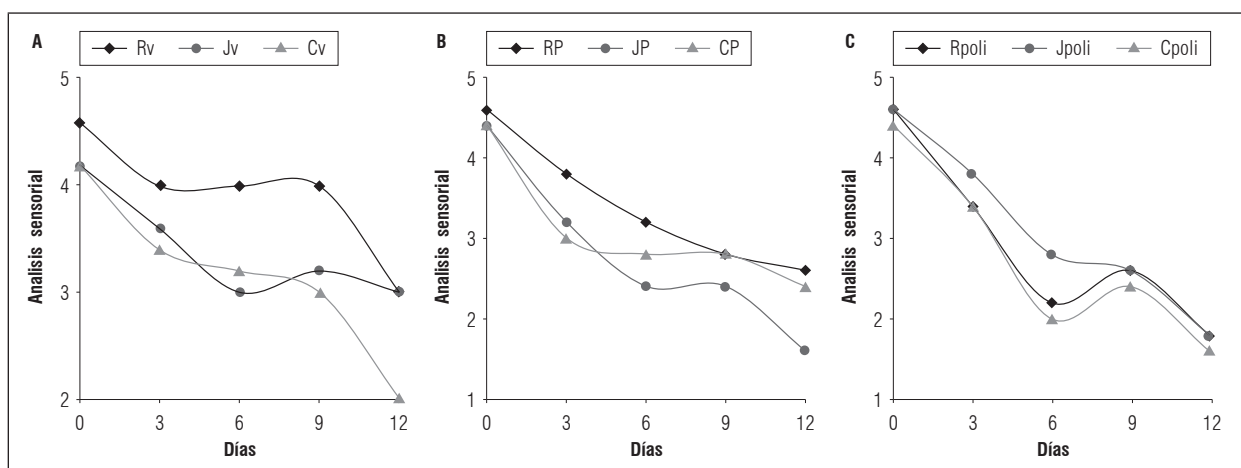
CR: cuartos de rodaja; C: cubos; J: julianas; PET: cajas de polietileno tereftalato; poliestireno: bandeja de poliestireno y cubierta policloruro de vinilo; Bolsa Vacío: bolsa de polietileno de baja densidad al vacío.

levaduras. En el día 12 de almacenamiento se observó formación de colonias de algunos microorganismos, sin embargo, los recuentos fueron inferiores a los tolerables a la salud humana según la Resolución 3929 (Ministerio de Salud y Protección Social en Colombia,

2013) y De Pablo y Moragas (2008). En el día 15 de almacenamiento el recuento de todos los grupos de microorganismos cuantificados sobrepasó los umbrales aceptados por el Invima en alimentos destinados para consumo humano.



**Figura 1. Evaluación de la aceptación sensorial del color en piña 'Oro Miel' mínimamente procesada con 30 panelistas no entrenados y una escala hedónica de 5 puntos. A. Envase de bolsa de vacío; B. Envase de PVC o poliestireno; C. Envase en PET; R. Cuartos de rodaja; J. Julianas; C. Cubos.**



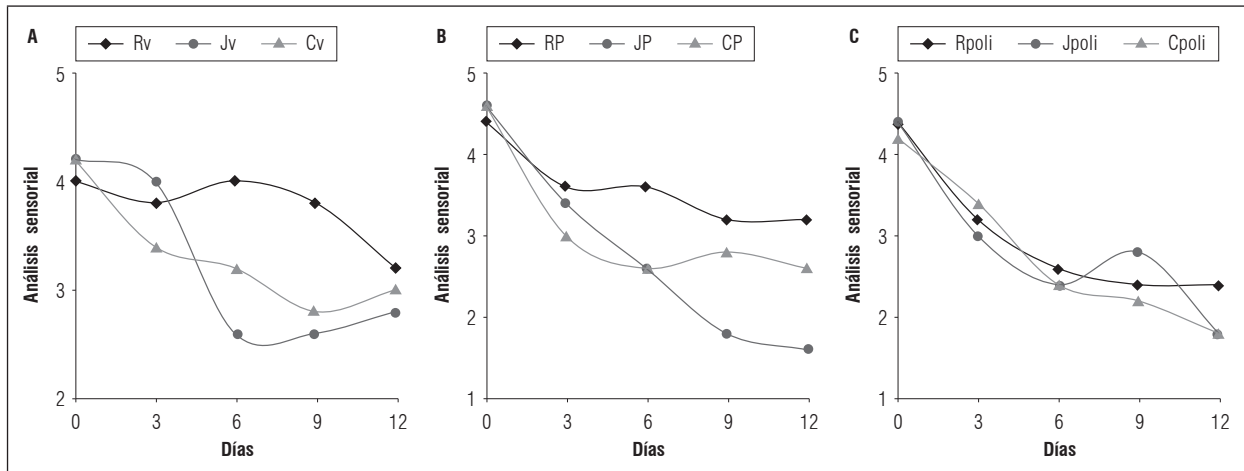
**Figura 2. Evaluación de la aceptación sensorial del aroma en piña 'Oro Miel' mínimamente procesada con 30 panelistas no entrenados y una escala hedónica de 5 puntos. A. Envase de bolsa de vacío (v); B. Envase de PVC o poliestireno (P); C. Envase en PET o polietileno tereftalato (poli); R. Cuartos de rodaja; J. Julianas; C. Cubos.**

### Resistencia a la penetración

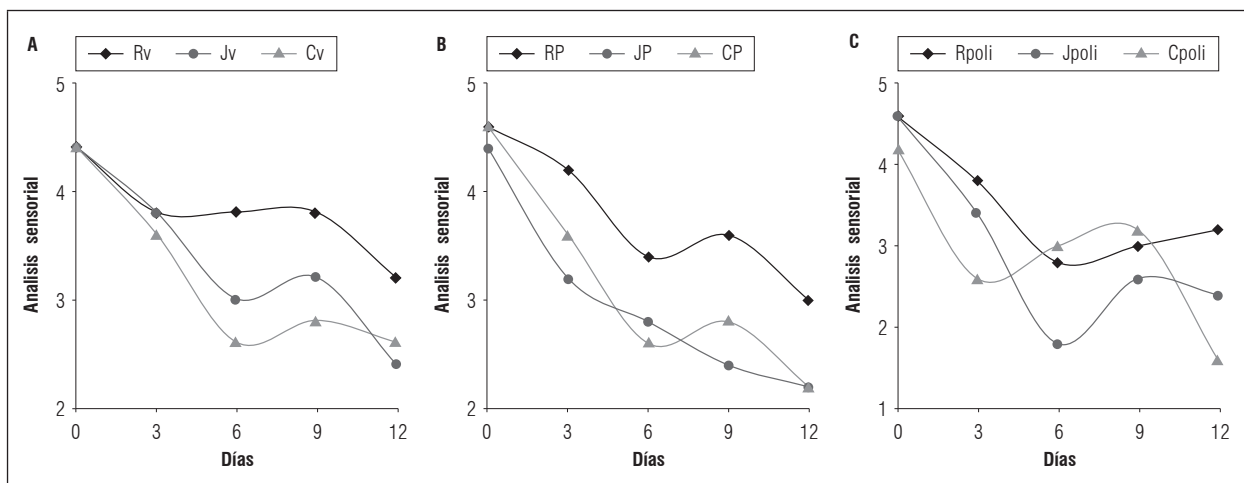
La tabla 3 presenta los resultados obtenidos para firmeza, es posible observar que no existe diferencia estadística respecto al tipo de corte ni tipo de empaque. Los tratamientos con empaque al vacío exhibieron presencia de líquido exudado, sin embargo por ser un valor inferior al 1% no se consideró representativo. La pérdida de firmeza está relacionada directamente con una pérdida de agua debido a la degradación de membranas durante el almacenamiento bajo refrigeración (Portela y Cantwell, 2001; Escobar *et al.*, 2014). Resultados similares reportan Santos *et al.* (2005), los

autores asocian este ablandamiento, con la degradación de las pectinas asociada a la acción de las enzimas pectinametilsterasa y poligalacturonasa. De acuerdo con Toivonen y Brummell (2008), el ablandamiento de los tejidos vegetales es uno de los mayores problemas que limitan la vida útil de los frutos mínimamente procesados, y la firmeza es un factor importante que influencia la aceptabilidad del consumidor de ese tipo de productos (Rojas-Graü *et al.*, 2008).

La pérdida de líquido exudado de productos vegetales frescos se debe a la pérdida de agua originada por el proceso de transpiración influenciado por la diferencia



**Figura 3. Evaluación de la aceptación sensorial del sabor en piña 'Oro Miel' mínimamente procesada con 30 panelistas no entrenados y una escala hedónica de 5 puntos. A. Envase de bolsa de vacío (v); B. Envase de PVC o poliestireno (P); C. Envase en PET o polietileno tereftalato (poli); R. Cuartos de rodaja, J. Julianas, C. Cubos.**



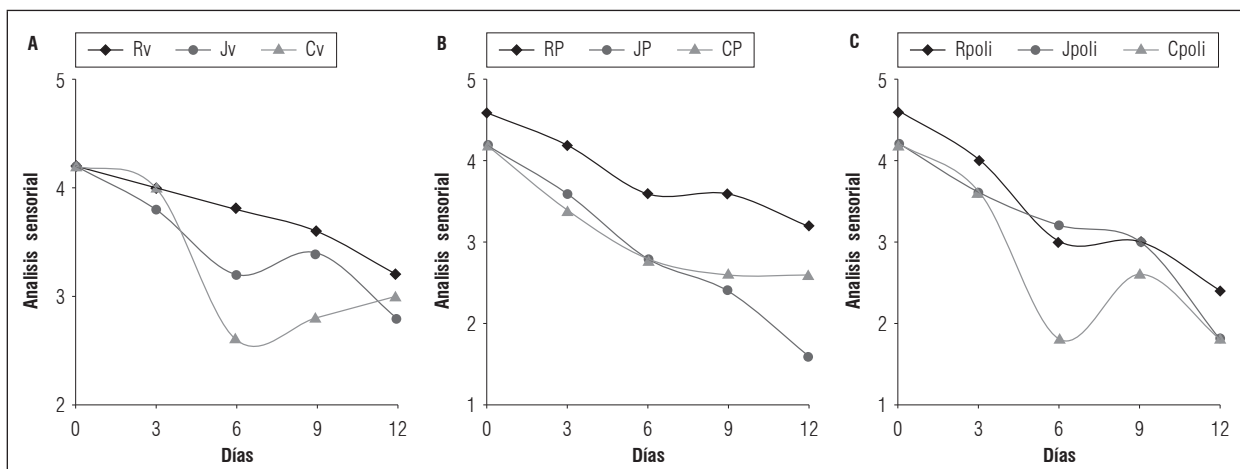
**Figura 4. Evaluación de la aceptación sensorial de la textura en piña 'Oro Miel' mínimamente procesada con 30 panelistas no entrenados y una escala hedónica de 5 puntos. A. Envase de bolsa de vacío (v); B. Envase de PVC o poliestireno (P); C. Envase en PET o polietileno tereftalato (poli); R. Cuartos de rodaja; J. Julianas; C. Cubos.**

de presión de vapor entre la muestra de fruto y el ambiente de refrigeración. La pérdida de líquido se hace más evidente en productos frescos cortados (Kader, 2002; Barreiro y Sandoval, 2006). Los leves cambios en los valores de los parámetros físico-químicos explican el comportamiento típico de vegetales no climáticos como la piña (Kader, 2002).

### Color

En la tabla 4 se observan los valores de  $L^*$  o luminosidad. La piña en cubos presentó los mayores valores

de luminosidad, seguida de la piña en julianas y por último la piña en cuartos de rodaja. La disminución de  $L^*$  en frutas mínimamente procesadas se asocia a pardeamiento por la acción de la enzima polifenoloxidasas, pérdida gradual de agua o deshidratación superficial (Pérez *et al.*, 2016; Djioua *et al.*, 2010). Resultados similares reportaron Chitarra y Da Silva (1999) y Sarzi y Durigan (2002) en piña Perola, almacenada a 9°C durante 12 d. El cierto grado de pérdida de luminosidad de la piña puede ser indicativo de mejor aceptación por el consumidor por asociarse a mejor sabor y succulencia (Sarzi y Durigan, 2002).



**Figura 5.** Evaluación de la apariencia general en piña 'Oro Miel' mínimamente procesada a través de la aceptación sensorial con 30 panelistas no entrenados y una escala hedónica de 5 puntos. A. Envase de bolsa de vacío (v); B. Envase de PVC o poliestireno (P); C. Envase en PET o polietileno tereftalato (poli); R. Cuartos de rodaja; J. Julianas; C. Cubos.

**Tabla 3.** Análisis comparativo del efecto del tipo de corte y envase sobre los valores de firmeza y líquido exudado de piña 'Oro Miel' mínimamente procesada para el día 12 de almacenamiento.

Muestra	Firmeza (N)	Líquido exudado (%)
C-PVC	8,38±2,0	0±0
C- PET	7,48±2,1	0±0
C- Vacío	6,61±2,8	0±0
J-PVC	9,76±2,6	0±0
J-PET	9,40±1,4	0±0
J- Vacío	7,48±1,1	0±0
CR-PVC	9,47±2,4	0,10±2,8
CR-PET	8,69±5,3	0,33±2,7
CR-Vacío	8,52±2,3	0,96±2,9

Promedios ± desviación estándar.

Promedios con letras distintas, en una misma columna, indican diferencia significativa según la prueba de rango múltiple de Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

C: corte en cubos; J: corte en julianas; CR: corte en cuartos de rodajas; PVC: bandejas de poliestireno cubierta con policloruro de vinilo; PET: cajas de polietileno tereftalato; Vacío: bolsa de polietileno de baja densidad al vacío.

Para la coordenada cromática  $a^*$  que se ubicó entre los valores negativos que indican verde, no presentó diferencias significativas ( $P \leq 0,05$ ) entre los envases pero sí entre los cortes. Puede estar asociada a las diferencias naturales del color dentro de un mismo fruto (Sarzi y Durigan, 2002).

Montero-Calderón *et al.* (2008) observaron igualmente una reducción del 22% en los valores de la coordenada  $L^*$  en piña mínimamente procesada con

**Tabla 4.** Análisis comparativo del efecto del tipo de corte y envase sobre el color en piña 'Oro Miel' mínimamente procesada para el día 12 de almacenamiento.

Muestra	L	$a^*$	$b^*$
C-PVC	60,06±4,1 ac	-2,05±1,2 a	29,93±2,8 c
C- PET	61,32±4,3 bc	-2,25±0,9 a	29,61±2,1 cb
C- Vacío	57,22±4,4 c	-1,85±0,6 a	30,17±2,3 cb
J-PVC	57,60±6,1 ab	-1,71±1,7 b	29,09±1,7 b
J-PET	59,61±5,4 b	-1,94±0,7 b	27,09±2,5 bc
J- Vacío	55,17±3,5 c	-1,43±0,7 b	28,11±2,7 b
CR-PVC	47,72±3,1 ab	-3,13±1 c	26,08±3,1 ba
CR-PET	46,42±3,2 ac	-2,91±0,9 c	24,30±2,2 a
CR-Vacío	49,18±2,9 ca	-3,53±0,6 c	27,52±2,1 cb

Promedios ± desviación estándar.

Promedios con letras distintas, en una misma columna, indican diferencia significativa según la prueba de rango múltiple de Duncan ( $P \leq 0,05$ ).

C: corte en cubos; J: corte en julianas; R: corte en cuartos de rodajas; PVC: bandejas de poliestireno cubierta con policloruro de vinilo; PET: cajas de polietileno tereftalato; Vacío: bolsa de polietileno de baja densidad al vacío.

recubrimiento comestible de alginato de sodio y adición de cloruro de calcio a 20 d de almacenamiento a 5°C. González-Aguilar *et al.* (2004) también observaron una disminución significativa de las coordenadas de color  $L^*$  durante 14 d de almacenamiento de rodajas de piña tratadas con ácido ascórbico (0,05%).

De acuerdo con Antonioli *et al.* (2003), el cloruro de calcio aplicado en trozos de piña resultó en descenso de los valores de la coordenada  $L^*$  indicando cierto



oscurecimiento de las muestras. Por otro lado, Meléndez-Martínez, *et al.* (2004) afirman que la adición de antioxidantes, evita la disminución de la luminosidad de piña durante el procesamiento y almacenamiento.

La disminución de los valores de la coordenada  $b^*$  corresponden a un cambio de tonalidad amarillo a una tonalidad más oscura en la piña mínimamente procesada, esto debido a la degradación de carotenoides asociados a la coloración amarilla. Considerando un mismo tipo de corte, la piña acondicionada al vacío exhibió los mayores valores de  $b^*$ , esto se atribuye a la exclusión del oxígeno, contribuyendo a que los carotenoides no presentaran degradación alguna y por tal motivo se mantuviera el color característico de la piña.

## CONCLUSIONES

La piña ‘Oro Miel’, mínimamente procesada, presenta alteraciones físico-químicas y cambios sensoriales durante el almacenamiento refrigerado por efecto del tipo de corte y tipo de empaque.

De acuerdo a las características de calidad evaluadas para cada tipo de corte y empaque y la evaluación sensorial, es posible establecer que la piña variedad Oro Miel mínimamente procesada, es aceptable para el consumidor hasta el día 12 de almacenamiento.

El tipo de corte y empaque que conserva mejor las características de calidad de la piña Oro Miel mínimamente procesada y que presentó mejor aceptabilidad, corresponde al corte en cuartos de rodajas empacado al vacío.

**Conflicto de intereses:** el manuscrito fue preparado y revisado con la participación de los autores, quienes declaran no tener algún conflicto de interés que coloquen en riesgo la validez de los resultados aquí presentados.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón M. y P. Sánchez 2012. Estudio de factibilidad para la implementación de una fábrica dedicada a la elaboración de jugos de piña que ayude a rescatar el cultivo de esta fruta en la zona del Milagro. Trabajo de grado. Facultad Ciencias Administrativas y Comerciales, Universidad Estatal de Milagro, San Francisco de Milagro, Ecuador.

Antionioli, L., B.C. Benedito y S.M. Sousa Filho. 2003. Efeito do cloreto de cálcio na qualidade de abacaxi “Pérola” mínimamente procesado. *Pesq. Agrop. Bras.* 38(9), 1105-1110. Doi: 10.1590/S0100-204X2003000900012

Barreiro, J. y A. Sandoval. 2006. Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas. Universidad Simón Bolívar; Editorial Equinoccio, Caracas, Venezuela.

Chan, Y.K., G.C. d’Eeckenbrugge y G.M. Sanewski. 2003. Breeding and variety improvement. pp. 33-56. En: Bartholomew, D.P., R.E. Paull, y K.G. Rohrbach (eds.). *The pineapple: botany, production and uses.* CABI Publishing, Wallingford, UK. Doi: 10.1079/9780851995038.0033

Chitarra, A.B. y J.M. Da Silva. 1999. Effect of modified atmosphere on internal browning of ‘Smooth Cayenne’ pineapples. *Acta Hort.* 485, 85-90. Doi: 10.17660/ActaHortic.1999.485.10

DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística de Colombia). 2015. Boletín técnico de exportaciones. Bogotá, Colombia.

De Pablo, B. y M. Moragas. 2008. Recopilación de normas microbiológicas de los alimentos y asimilados y otros parámetros físico-químicos de interés sanitario. En: <http://www.euocarne.com/daal?a1=informes&a2=normas-microbiologicas.pdf>; consulta: abril de 2017.

Djioua, T., F. Charles, F. Lopez-Laun, H. Filgueiras, A. Coudret, J. Freire, M. Ducamp-Collin y H. Sallanon. 2010. Improving the storage of minimally processed mangoes (*Mangifera indica* L.) by hot water treatments. *Postharvest Biol. Technol.* 52(2), 221-226. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2008.10.006

Dussán-Sarria, S., P.M. Reyes-Calvache y J.I. Hleap-Zapata. 2014. Efecto de un recubrimiento comestible y diferentes tipos de empaque en los atributos físico-químicos y sensoriales de piña ‘manzana’ mínimamente procesada. *Inf. Tecnol.* 25(5), 41-46. Doi: 10.4067/S0718-07642014000500007

Escobar, A., C. Márquez., C. Restrepo y L. Pérez. 2014. Aplicación de tecnología de barreras para la conservación de mezclas de vegetales mínimamente procesados. *Rev. Fac. Nac. Agron. Medellín* 67(1), 7238-7245. Doi: 10.15446/rfnam.v67n1.42652

González-Aguilar, G.A., S. Ruiz-Cruz, R. Cruz-Valenzuela, A. Rodríguez-Félix y C.Y. Wang. 2004. Physiological and quality changes of fresh-cut pineapple treated with antibrowning agents. *Lebensm.-Wiss. Technol.* 37(3), 369-376. Doi: 10.1016/j.lwt.2003.10.007

Icontec (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación). 1996. Norma Técnica Colombiana NTC 729-1. Frutas frescas. Piña. Especificaciones. Bogotá, Colombia.

- Icontec (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación). 2009a. Norma Técnica Colombiana NTC 4519. Microbiología de los alimentos para consumo humano y animal. Método horizontal para el recuento de microorganismos. Técnica de recuento de colonias a 30°C. Bogotá, Colombia.
- Icontec (Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación). 2009b. Norma Técnica Colombiana NTC 4516. Microbiología de alimentos y productos de alimentación animal. Método horizontal para la detección y enumeración de coliformes técnica del número más probable. Bogotá, Colombia.
- Invima (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos). 1998a. Manual de técnicas para el análisis de Alimentos: método No. 7. Bogotá, Colombia.
- Invima (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos). 1998b. Manual de Técnicas para el análisis de Alimentos: método No. 14. Bogotá, Colombia.
- Kader, A.A. 2002. Post-harvest technology of horticultural crops. Division of Agriculture and Natural Resources Publication No. 3311, University of California, Oakland, CA, USA.
- Lim, J. 2011. Hedonic scaling: a review of methods and theory. *Food Qual. Prefer.* 22, 733-747. Doi: 10.1016/j.foodqual.2011.05.008
- Meléndez-Martínez, A.J., I.M. Vicario y F.J. Heredia. 2004. Estabilidad de los pigmentos carotenoides en los alimentos. *Arch. Latinoam. Nutr.* 54(2), 209-215.
- Ministerio de Salud y Protección Social, Republica de Colombia. 2013. Resolución 3929, reglamento técnico sobre los requisitos sanitarios que deben cumplir las frutas y las bebidas con adición de jugo (zumo) o pulpa de fruta o concentrados de fruta, clarificados o no, o la mezcla de estos que se procesen, empaquen, transporten, importen y comercialicen en el territorio nacional. Diario Oficial No. 48.933. Bogotá, Colombia.
- Montero-Caldérón, M., M.A. Rojas-Graü y O. Martín-Belloso. 2008. Effect of packaging on quality and shelf-life of fresh cut-pineapple (*Ananas comosus*). *Postharvest Biol. Technol.* 50, 182-189. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2008.03.014
- Pan, Y., J. Zhu y S. Li. 2015. Effects of pure oxygen and reduced oxygen modified atmosphere packaging on the quality and microbial characteristics of fresh-cut pineapple. *Fruits* 70(2), 101-108. Doi: 10.1051/fruits/2015003
- Pérez, A.F., I.D. Aristizábal y J.I. Restrepo. 2016. Conservación de mango Tommy Atkins mínimamente procesado mediante la aplicación de un recubrimiento de aloe vera (*Aloe barbandensis* Miller). *Vitae* 23(1), 65-77. Doi: 10.17533/udea.vitae.v23n1a02
- Portela, S. y M. Cantwell. 2001. Cutting blade sharpness affects appearance and other quality attributes of fresh-cut cantaloupe melon. *J. Food Sci.* 66(9), 1265-1270. Doi: 10.1111/j.1365-2621.2001.tb15199.x
- Rangel, M. y A. López. 2012. Cambios en frutas tropicales frescas, cortadas y empacadas en atmósfera modificada durante su almacenamiento en refrigeración. *Temas Select. Ing. Aliment.* 6(2), 94-109.
- Robles-Sánchez, R., A. Rojas-Graü, I. Odriozola-Serrano, G. González-Aguila y O. Martín-Belloso. 2013. Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut Kent mangoes. *LWT-Food Sci. Technol.* 50(1), 240-246. Doi: 10.1016/j.lwt.2012.05.021
- Rocculi, R., E. Cocci, S. Romani, G. Sacchetti y M. Dalla Rosa. 2009. Effect of 1-MCP treatment and N<sub>2</sub>O MAP on physiological and quality changes of fresh-cut pineapple. *Postharvest Biol. Technol.* 51, 371-377. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2008.07.010
- Rojas-Graü, M.A., M.S. Tapia y O. Martín-Belloso, 2008. Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. *Food Sci. Technol.* 41, 139-147. Doi: 10.1016/j.lwt.2007.01.009
- Sanjinez-Argandoña, E.J., I.G. Branco, S. Takito y J. Corbari. 2010. Influencia de la deshidratación osmótica y de la adición de cloruro de calcio en la conservación de kiwis mínimamente procesados. *Food Sci. Technol.* 30(suppl. 1), 205-209. Doi: 10.1590/S0101-20612010000500031
- Santos, J., E. Valeiro, M. Torre y A. Marquez. 2005. Avaliação da qualidade do Abacaxi 'Pérola' mínimamente processado armazenado sob atmosfera modificada. *Ciênc. Agrotec.* 29(2), 353-361. Doi: 10.1590/S1413-70542005000200012
- Sarzi, B. y J. Durigan. 2002. Avaliação física e química de produtos mínimamente processados de abacaxi- 'pérola'. *Rev. Bras. Frutic.* 24(2), 333-337. Doi: 10.1590/S0100-29452002000200012
- Silva, G.C., G.A. Maia, R. Figueiredo, M. Souza Filho, R. Alves y M. Souza Neto. 2005. Efeito do tipo de corte nas características físico-químicas do abacaxi pérola mínimamente processado. *Food Sci. Technol.* 25(2), 223-228. Doi: 10.1590/S0101-20612005000200006
- Sothornvit, R. y P. Rodsamran. 2008. Effect of a mango film on quality of whole and minimally processed mangoes. *Postharvest Biol. Technol.* 47(3), 407-415. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2007.08.005
- Spanier, A., M. Flores, C. James, J. Lasater, S. Lloyd y J. Miller. 1998. Fresh-cut pineapple (*Ananas* sp.) flavor. Effect of storage. *Dev. Food Sci.* 40, 331-343. Doi: 10.1016/S0167-4501(98)80057-5
- Toivonen, P.M.A. y D.A. Brummell. 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut

- fruit and vegetables. *Postharvest Biol. Technol.* 48, 1-14. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2007.09.004
- Torri, L., N. Sinelli y S. Limbo. 2010. Shelf life evaluation of fresh-cut pineapple by using an electronic nose. *Post-harvest Biol. Technol.* 56(3), 239-245. Doi: 10.1016/j.postharvbio.2010.01.012
- Uriza-Ávila, D. 2005. Foreword and preface. *Acta. Hortic.* 666. Doi: 10.17660/ActaHortic.2005.666.0