

## ARTÍCULO CIENTÍFICO

María Cristina García<sup>1</sup>  
y Pilar Robayo<sup>2</sup>

## ABSTRACT

**Evaluation of the use of passive modified atmospheres and low temperatures on the conservation of yellow pitahaya**

The absence of economically competitive alternative technologies for the preservation of pitahaya fruits has slowed the development of this fruit agrochain in the country. Colombia is one of the main pitahaya producers but with a minimal market share. Post harvest management deficiencies are reflected in a short shelf life, significant postharvest losses and a wide price fluctuation, which limits the agrochain growth and its positioning in the international market. To offer alternative solutions to this problem, the use of low temperatures and passive modified atmospheres were evaluated on the conservation of pitahaya. Fruit stored at 10°C were used in two stages of maturity (green or yellow green), with and without packaging, and with or without polyethylene or polypropylene wrap, with and without perforations. Post harvest analysis included % of deteriorated area, skin color, weight loss and firmness, soluble solid content and acidity. This study showed that the main advantage of the use of packaging is the reduction in fruit dehydration. Best results were found in green pitahaya packaged in nonperforated polyethylene film stored at 10°C, where fruit reached a shelf life of 18 days with a deterioration rate less than 5% and at 21 days with a deterioration rate less than 10%.

*Key words:* Postharvest storage, pitahaya, conservation, modified atmosphere.

Radicado: enero 28 de 2008  
Aceptado: junio 6 de 2008

1. Investigador Master Asociado, Grupo de Colciencias, Centro de Investigación Tibaitatá, CORPOICA, Mosquera (Cundinamarca).  
e-mail: mcgarcia@corpoica.org.co  
2. Ingeniera Química, Universidad Nacional de Colombia.

**Evaluación del uso de atmósferas modificadas pasivas y temperaturas bajas en la conservación de pitaya amarilla (*Selinicereus megalanthus* Shuman)**

## RESUMEN

La ausencia de alternativas tecnológicas económicamente competitivas para la conservación de los productos frutícolas ha reducido el desarrollo de esta agrocadena en el país. Siendo Colombia uno de los principales productores de pitaya su participación en el mercado internacional es mínima. Las deficiencias en el manejo poscosecha se reflejan en tiempos de vida útil cortos, pérdidas poscosecha significativas, costos de comercialización altos y una amplia fluctuación de precios, factores que limitan el crecimiento de esta cadena e impiden su posicionamiento en el mercado internacional. Con el fin de ofrecer soluciones a esta problemática se evaluó el uso de bajas temperaturas y atmósferas modificadas pasivas en la conservación de la pitaya. A tal fin se usó fruta almacenada a 10°C en dos estados de madurez (verde o pintón), con o sin empaque, así como películas de polietileno o polipropileno perforadas y sin perforar. El comportamiento poscosecha se estimó según el porcentaje del área deteriorada, el color de la corteza, la pérdida de peso y firmeza, el contenido de sólidos solubles y la acidez. El estudio mostró que la principal ventaja que presenta el uso de empaques es la reducción de la deshidratación de la fruta. Los mejores resultados se encontraron en pitaya verde empacada en polipropileno sin perforar y almacenada a 10°C, condiciones en las cuales la fruta alcanzó una vida útil de 18 días con un deterioro inferior a 5% y de 21 días con un deterioro inferior al 10%.

*Palabras clave:* Almacenamiento poscosecha, pitaya, conservación, atmósferas modificadas.

## INTRODUCCIÓN

LA PITAYA AMARILLA (*Selinicereus megalanthus* Shuman) es una baya de forma ovoide con partes externas en forma de mamilas, en cuyas puntas se desarrollan espinas. En el estado maduro la corteza es amarilla y la pulpa es translúcida con un bajo contenido de ácidos y un alto contenido de azúcares. Esta fruta es climática, lo que significa que su proceso de maduración sigue aún después de ser cortada de la planta. Los principales factores poscosecha que influyen en la vida útil del producto son la temperatura, la humedad relativa, la concentración de gases circundantes y las condiciones de higiene en el tratamiento de la fruta (FEDERECAFE, 1992).

El panorama de comercialización de pitaya es más favorable hoy en día que en la década de los noventa gracias a que se superaron los problemas fitosanitarios que en 1989 provocaron el cierre del mercado japonés. Sin embargo, el carácter estacional de este cultivo, su alta perecibilidad y la falta de alternativas para su conservación han impedido asegurar una oferta constante de fruta de excelente cali-

dad y a precios estables, condiciones básicas para competir en el mercado mundial de productos hortofrutícolas (CCI, 1999).

Buscando solucionar esta problemática, la investigación en sistemas de almacenamiento de pitaya se ha incrementando en los últimos años (Arenas y Camero, 1995; Hernández, 1991; Rodríguez *et al.*, 2005) pero no se ha llegado a un consenso, pues algunos autores recomiendan temperaturas de almacenamiento entre 3 y 5°C (Garnica y Quintero, 1994), mientras que otros reportan daños por frío a 6°C (Chavez y Stevenson, 1992). También se tienen reportes de tiempos de vida útil de hasta 12 días para pitaya almacenada a temperatura ambiente previa desinfección de la fruta (Rudas y Kairuz, 1995). Con respecto al uso de atmósferas modificadas combinadas con refrigeración se han alcanzado tiempos de vida útil de nueve días, siete en refrigeración y dos en comercialización (Cuevas y Ortiz, 1997).

Aunque la baja temperatura favorece los procesos de conservación se han identificado dos problemas: el daño ocasionado por frío y el alto costo de los sistemas de refrigeración (Robayo, 2002).

Por lo tanto, el presente estudio se centró en la evaluación de atmósferas modificadas pasivas (AMP) en combinación con temperaturas moderadas (10°C), como alternativa para conservar la pitaya a costos competitivos. Como factores de evaluación se consideraron el grado de madurez, el tipo de película y la presencia de perforaciones en el empaque; y como variables de seguimiento, el área deteriorada, la pérdida de peso, el color, el índice de madurez, la firmeza y el pH.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal

Las pitayas se seleccionaron rechazando aquellas con presencia de hongos y heridas sin cicatrizar. Se clasificaron de acuerdo con su grado de madurez, así: fruta verde (grados 1 y 2) y fruta pintona (grados 3 y 4), de acuerdo con la escala de colores de la Tabla 1. La fruta no fue lavada ni desinfectada, pues por una parte se encontraba limpia y por otra, la desinfección de la pitaya no ha mostrado resultados positivos (Arboleda y Gómez, 2003).

### Tratamientos

Se establecieron 12 tratamientos cuyas condiciones se presentan en la Tabla 2. Los tratamientos fueron desarrollados a 10°C y el testigo fue mantenido a 20°C sin empaque. Los factores de evaluación fueron el índice de color (fruta verde o pintona), el uso de películas poliméricas para empaque (con y sin empaque), el tipo de empaque (polietileno y polipropileno) y el grado de perforación (perforado y sin perforar).

Se utilizó polietileno de baja densidad con un calibre de 40 micras y polipropileno de 35 micras. En la Tabla 3 se presenta la permeabilidad de estos empaques al oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua. El tamaño de los empaques fue de 25 cm por 20 cm. Se dispusieron dos pitayas por empaque y el seguimiento se hizo cada tres días durante 21 días y por triplicado, realizando primero las determinaciones no destructivas. A los empaques perforados que contenían pitaya pintona se les practicaron 12 perforaciones de 5,5 mm, mientras que los que contenían pitaya verde se les hicieron perforaciones de 2,2 mm.

Dado que cada muestra estaba constituida por dos pitayas, se utilizaron 42

**Tabla 1.** Escala de colores para clasificar la pitaya cosechada.

Calificación	Descripción
1	Fruta de color verde, con ligero viso amarillo en la zona basal
2	Fruta de color verde, con visos amarillos en toda la fruta
3	Fruta de color verde – amarillo
4	Fruta de color amarillo, con visos verdes en toda la fruta
5	Fruta de color amarillo, con las puntas de las mamilas ligeramente verdosas
6	Frutas de color amarillo, con mamilas de color amarillo

Fuente: Garnica y Quintero, 1994.

**Tabla 2.** Características de los tratamientos evaluados para determinar condiciones óptimas de almacenamiento de la pitaya mediante manejo de la temperatura y atmósferas modificadas pasivas (AMP).

Tratamiento	T (°C)	IC	Película	Perforación
1	20	1	No	--
2	20	3	No	--
3	10	1	No	--
4	10	1	PE	No
5	10	1	PE	Sí
6	10	1	PP	No
7	10	1	PP	Sí
8	10	3	No	--
9	10	3	PE	No
10	10	3	PE	Sí
11	10	3	PP	No
12	10	3	PP	Sí

T: temperatura; IC: índice de color; PP: polipropileno, PE: polietileno.

**Tabla 3.** Permeabilidad de los empaques de polietileno y polipropileno a los gases de respiración.

	Permeabilidad a los gases de respiración (cc/m <sup>2</sup> y 24h)*			Permeabilidad al vapor de agua (g/m <sup>2</sup> y 24h)**
	O <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	H <sub>2</sub> O
Polietileno				
Baja densidad	6.400-8000	2.800	48.200	15-24
Media	4.000-8.500	1350-5.000	1.600-40.000	12
Alta densidad	520-3.000	650-940	2.900-10.000	5-10
Polipropileno				
Normal	1.300-6.400	620-755	8.000-12.000	8-4
Orientado	2400	320	8.400	4

\*Condiciones de medición: 23°C y 96% HR, 1 atm de presión.

\*\* Condiciones de medición: 36°C y 96% HR, 1 atm de presión.

pitayas de categoría extra para cada tratamiento; por tanto, para el ensayo físico-químico se necesitaron 504 frutas (12 tratamientos).

Para las pruebas organolépticas se realizaron mediciones en los días 8 y 15 por triplicado, para lo cual se utilizaron

6 pitayas por tratamiento (72 frutas en total). Las pruebas bajo condiciones controladas de temperatura y humedad se desarrollaron en el CIMPA de CORPOICA en Barbosa, Santander.

El área afectada se estimó dividiendo imaginariamente la superficie de la fruta

en cuartos y estos nuevamente en cuartos. En la Figura 1 se puede observar la escala visual de deterioro para pitaya utilizada. El deterioro presentado por la fruta se calificó según una escala de severidad (Tabla 4).

**Tabla 4.** Escala de severidad para calificar el porcentaje de área deteriorada en el fruto de pitaya.

Calificación	% de daño
0	0
1	1 - 5
2	5 - 10
3	10 - 20
4	20 - 30
5	30 - 40
6	40 - 50
7	50 - 60
8	60 - 70
9	70 - 85
10	85 - 100

El *índice de color* se calificó a través de la escala de color presentada en la Tabla 1. Las pitayas verdes se calificaron con el índice 1-2 y las pintonas con el índice 3-4.

La *pérdida de peso* se determinó mediante el seguimiento al peso de la fruta usando una balanza Mettler de precisión (0,001 g). Se expresó como porcentaje de pérdida y se calculó según la ecuación siguiente:

$$\%PP = (P_i - P) / P_i * 100$$

donde,

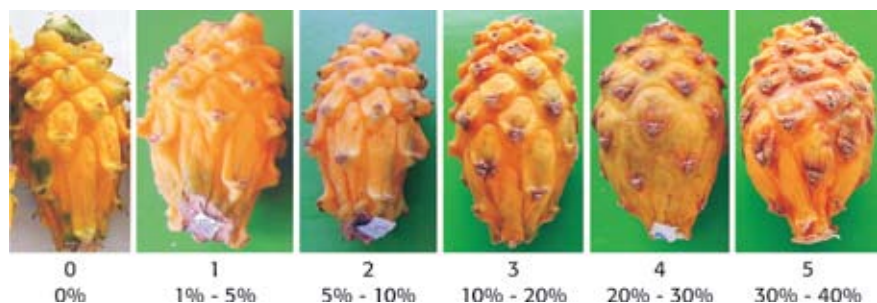
%PP : porcentaje de pérdida de peso

P<sub>i</sub> : peso inicial de la fruta (día 0)

P : peso de la fruta en el día del muestreo.

La *firmeza* fue evaluada mediante el uso de penetrómetros Bertuzzi de 11 y de 5 kgf (± 0,1). Para medir la fuerza necesaria para romper la fruta se retiró parte de la corteza de la zona ecuatorial y se aplicó presión en este punto utilizando el émbolo de 8 mm de diámetro. La firmeza se expresó en unidades de kgf/cm<sup>2</sup>.

Para el *porcentaje de cambio en los diámetros de la fruta*, las pitayas de referencia fueron medidas longitudinalmente (diámetro longitudinal) y transversalmente



**Figura 1.** Escala visual de deterioro de la pitaya.

(diámetro ecuatorial) con un calibrador. El porcentaje de cambio en las dimensiones de cálculo mediante la siguiente ecuación:

$$\%CL = (L_i - L) / L * 100$$

donde,

%CL : porcentaje de cambio en el diámetro (longitudinal o ecuatorial)

L<sub>i</sub> : longitud inicial de la fruta (día 0)

L : longitud de la fruta en el día del muestreo.

Para la evaluación del *pH*, los *sólidos solubles totales* y la *acidez total* se mezcló el jugo proveniente de dos pitayas: el pH fue evaluado mediante un potenciómetro Hanna y los sólidos solubles utilizando un refractómetro Atago con 0,1° Brix de precisión; la acidez total se cuantificó por titulación del jugo de la pitaya con NaOH 0,1N. La acidez se expresó como porcentaje de ácido cítrico y se calculó con la fórmula:

$$\%AC = (V * N * Pe) / m * 100$$

donde,

% AC : porcentaje de ácido cítrico

V : volumen de soda gastada (l)

N : normalidad de la soda (1 eq-g)

Pe : peso equivalente del ácido cítrico (64,04 g / 1 eq-g)

M : peso de la muestra (g).

Los datos de pH y acidez no se muestran en los resultados, pero su comportamiento se ve reflejado en el *índice de madurez*, el cual se calcula como la relación entre el contenido de sólidos solubles y el porcentaje de ácido.

El *análisis sensorial* se desarrolló a través de una prueba de escala compuesta. Los parámetros evaluados y la escala utilizada se presentan en la Tabla 5; esta evaluación se realizó a los 8 y 15 días de refrigeración.

**Tabla 5.** Escala utilizada en la evaluación sensorial.

Característica	Escala	Interpretación de la escala
Apariencia externa	0-6	0-2: para mamilas blandas, heridas y magulladuras en un área mayor del 40%, manchas oscuras abundantes y ablandamiento generalizado. 6: mamilas firmes, ausencia de manchas, heridas, picaduras y magulladuras.
Color de al corteza	0-6	0-2: Color rojizo en más de un 60% de la corteza o color verde en más del 70%. 6: Amarillo intenso característico. Puede presentar coloración café en la punta de las mamilas o verde en un 20% a 30%.
Color de la pulpa	0-2	0: Totalmente blanca, opaca o muy translúcida o rosada con manchas rojas. 2: Translúcida y brillante, semillas negras que se distribuyen uniformemente.
Consistencia de la pulpa	0-3	0-1: demasiado blanda o dura y no jugosa. 3: Blanda, jugosa, gelatinosa.
Sabor y aroma de la pulpa	0-3	0-1: Muy dulce, ácida o amarga. 3: Dulce, ligeramente ácida.

### Análisis pos-refrigeración

Se realizaron ensayos de pitaya expuesta a las condiciones usuales de comercialización. A tal fin, se tomaron tres pitayas por tratamiento transcurridos 8, 15 y 21 días de almacenamiento a 10°C, se expusieron al ambiente (22°C y 70% HR) y se estimó el índice de madurez, el área deteriorada, el cambio en las dimensiones y la pérdida de peso cada tercer día. Cada pitaya fue una unidad de muestreo, por lo que se hicieron tres repeticiones para cada característica. Para llevar a cabo estos ensayos se utilizaron en total 108 pitayas.

### Análisis estadístico

El ensayo se realizó bajo un diseño completamente al azar con tres repeticiones. La unidad experimental estuvo constituida por dos frutos empacados en cada una de las bolsas evaluadas. Para todos los datos se hicieron análisis de varianza en cada día de muestreo. Los tratamientos se compararon mediante contrastes ortogonales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Almacenamiento en frío

Las condiciones iniciales de la pitaya, tanto verde como madura, se presentan en la Tabla 6. Las características evaluadas que reportaron mayores cambios en este estudio fueron: el porcentaje de área deteriorada, el grado de madurez y la pérdida de peso. Las Tablas 7 a 12 muestran el análisis de varianza para las variables que mostraron algún efecto sobre la calidad de la fruta. Debido a que no se establecieron diferencias significativas entre los dos tipos de empaque (Tabla 7), las gráficas reportadas corresponden sólo a los ensayos con polipropileno.

### Área deteriorada

En las Figuras 2 y 3 se observa como el almacenamiento a 10°C retardó el deterioro de las pitayas mientras que el uso del empaque no mostró diferencias favorables adicionales. A la temperatura de almacenamiento de 20°C las pitayas en estado pintón presentaron mayor susceptibilidad al daño biológico (70%) que las pitayas verdes (40%); no obstante, cuando fueron almacenadas a 10°C, la susceptibilidad al daño biológico fue similar para los dos estados de madurez. El análisis de varianza para cada día demuestra que no existen diferencias significativas en el

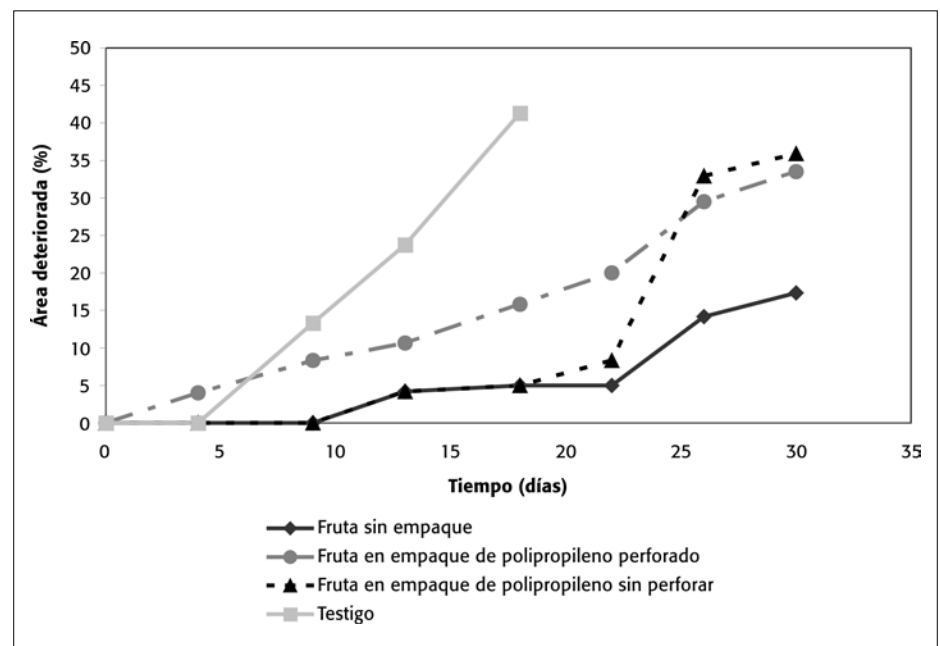
**Tabla 6.** Caracterización de la pitaya verde y pintona utilizada en las pruebas de almacenamiento.

Característica	Pitaya verde	Pitaya pintona
Área deteriorada (%)	0	0
Índice de color	1	3
Diámetro (mm)	6,26	5,89
Longitud (mm)	11,67	11,36
Peso (g)	191	178,38
Firmeza (kgf/cm <sup>2</sup> )	11,36	9,35
pH	4,05	3,99
Sólidos Solubles Totales (°Brix)	13,5	12
Acidez (% ácido cítrico)	0,305	0,384
Índice de madurez	44,26	31,25

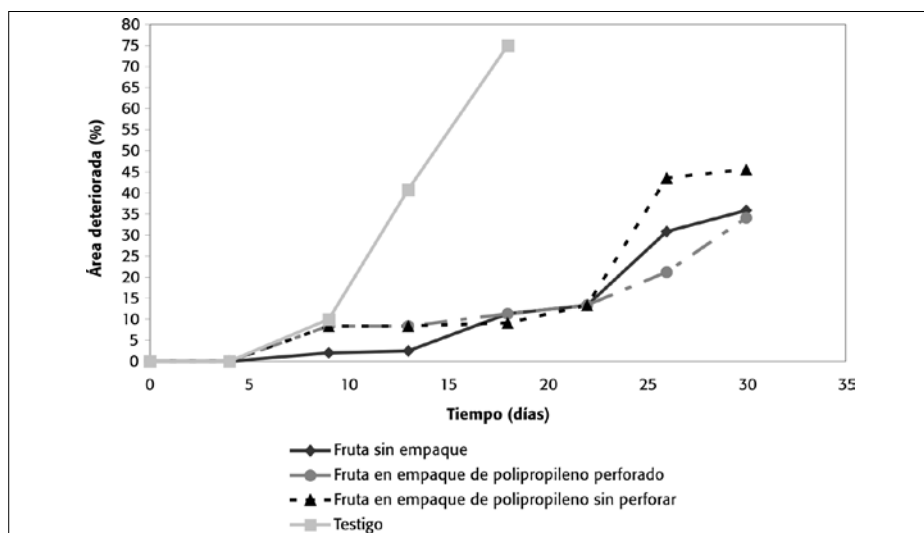
**Tabla 7.** Análisis de varianza para el área deteriorada.

Comparación	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15	Día 18	Día 21
Amb vs ref	NS	NS	**	**	**	--	--
GM°1 vs GM°3 en Amb	*	NS	NS	**	--	--	--
GM°1 vs GM°3 en Ref	NS	NS	NS	NS	*	**	*
Sin vs con bolsa en GM°1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sin vs con bolsa en GM°3	NS	NS	NS	NS	*	NS	--
PE vs PP en GM°1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PE vs PP en GM°3	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
Sin vs con perforaciones en GM°1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sin vs con perforaciones en GM°3	NS	NS	NS	NS	NS	*	--
PES vs PEP en GM°1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PPS vs PPP en GM°1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PES vs PEP en GM°3	NS	NS	NS	NS	NS	**	--
PPS vs PPP en GM°3	NS	NS	NS	NS	NS	**	--

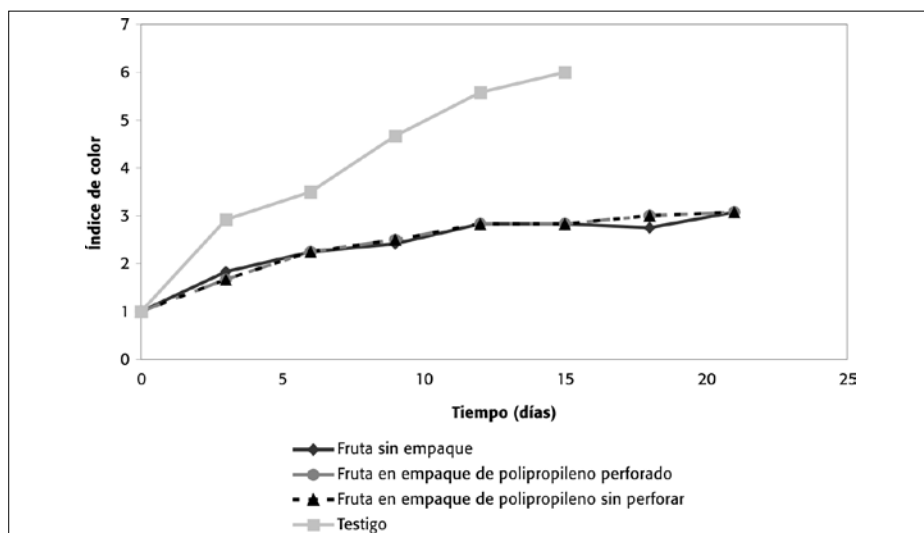
Amb	Pitayas a 20°C	PEP	Bolsa de polietileno perforado
Ref	Pitayas refrigeradas a 10°C	PPS	Bolsa de polipropileno sellado
GM°1	Pitayas inicialmente verdes	PPP	Bolsa de polipropileno perforado
GM°3	Pitayas inicialmente pintonas	*	Diferencia significativa
PE	Bolsa de polietileno	**	Diferencia altamente significativa
PP	Bolsa de polipropileno	NS	Diferencia no significativa
PES	Bolsa de polietileno sellado		



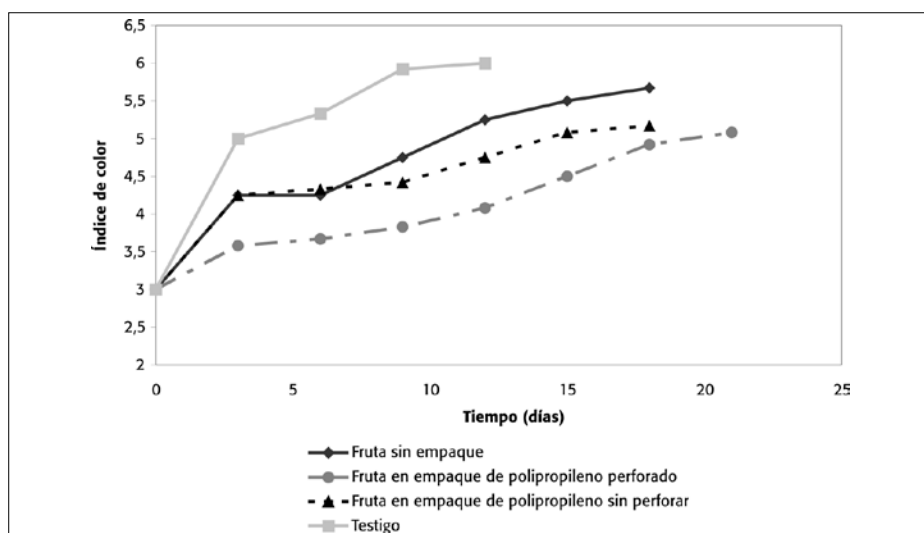
**Figura 2.** Evolución del área deteriorada durante el almacenamiento en pitaya verde.



**Figura 3.** Evolución del área deteriorada en pitaya pintona durante el almacenamiento.



**Figura 4.** Evolución del índice de color en pitaya verde durante el almacenamiento.



**Figura 5.** Evolución del índice de color en pitaya pintona durante el almacenamiento.

área deteriorada entre las frutas pintonas y verdes hasta el día 12. Con respecto al empaque, éste no redujo la velocidad de deterioro de la fruta (Tabla 7).

#### Índice de color

En las Figuras 4 y 5 se observa que el almacenamiento a 10°C retrasó el desarrollo del color de las pitayas, tanto verdes como pintonas. Con respecto al efecto del empaque, el análisis de varianza (Tabla 8) corrobora lo observado en la Figura 3, donde se observa que la pitaya verde sin empaque tiene el mismo comportamiento que la fruta empacada en bolsas con y sin perforaciones. Con respecto a la pitaya pintona, se observa una diferencia significativa a partir del día 9, por tanto para controlar el cambio de color en pitaya pintona es favorable el uso de empaques. Es de notar que después de 12 días de almacenamiento refrigerado el cambio de color se detuvo en las pitayas verdes. En las pitayas pintonas el índice de color siguió aumentando ligeramente.

#### Porcentaje de pérdida de peso

En las Figuras 6 y 7 se observa como el empaque y el almacenamiento a 10°C ejercieron un efecto marcado sobre la reducción de la pérdida de peso. La Tabla 9 muestra el impacto que tiene la temperatura de refrigeración y el empaque en la pérdida de peso. Con respecto a las perforaciones, las pérdidas de peso se redujeron con el uso del empaque sin perforaciones. Se presentaron diferencias significativas entre estos empaques a partir del día 15. Las frutas embolsadas presentaron una pérdida de peso inferior al 5% al cabo de 18 días de almacenamiento.

#### Porcentaje de cambio en los diámetros

La Figura 8 muestra como la pitaya empacada en bolsa sin perforaciones mantiene sus dimensiones a lo largo del almacenamiento, mientras que en los demás tratamientos se presentó una reducción del diámetro de la fruta, llegando a ser del 8% para el testigo, 6% para la pitaya refrigerada sin empaque y del 2% para la pitaya empacada con perforaciones.

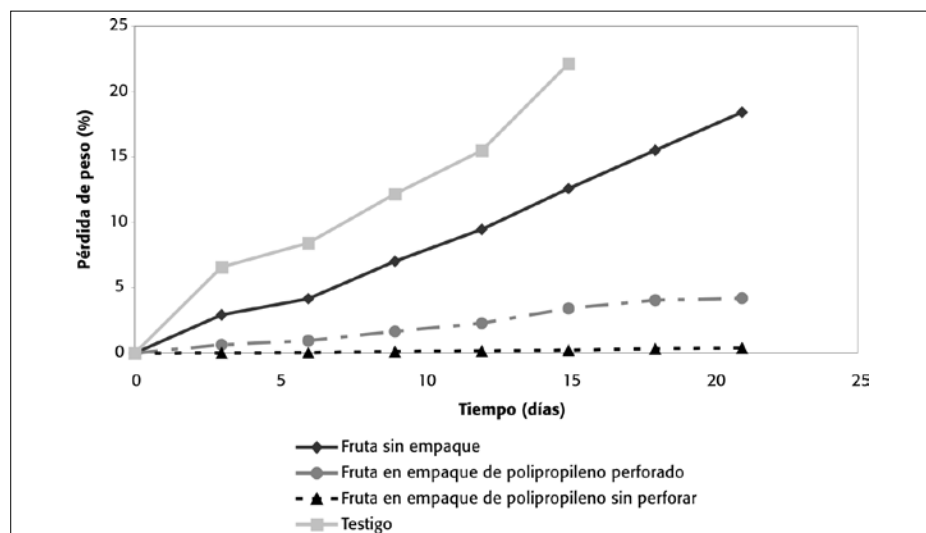
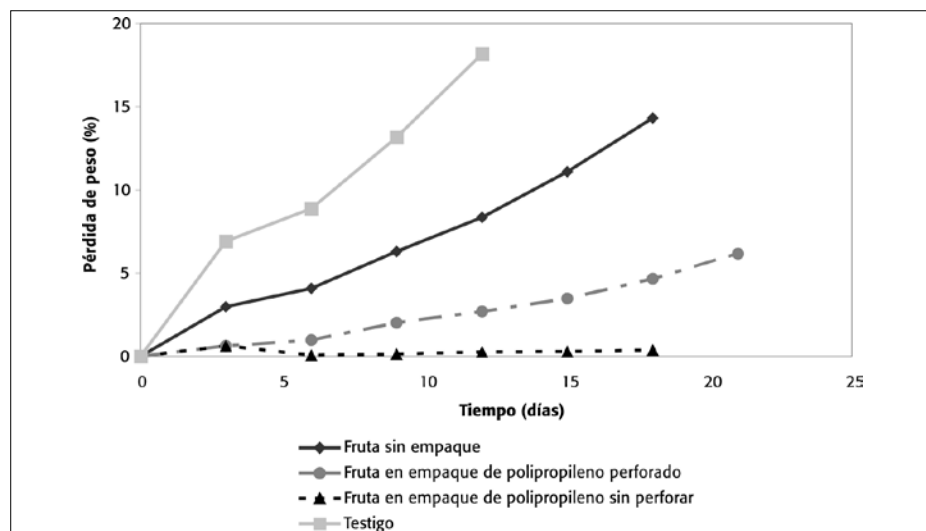
#### Firmeza

Como lo muestran la Figura 9 y la Tabla 10 para este parámetro no se presentaron diferencias significativas entre tratamientos, excepto por el grado de maduración de la fruta, el cual presenta una diferencia

**Tabla 8.** Análisis de varianza para el índice de color.

Comparación	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15	Día 18	Día 21
Amb vs Ref	**	**	**	**	**	--	--
GM°1 vs GM°3 en Amb	**	**	**	*	--	--	--
GM°1 vs GM°3 en Ref	**	**	**	**	**	**	**
Sin vs con bolsa en GM°1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sin vs con bolsa en GM°3	NS	NS	*	**	**	**	--
PE vs PP en GM°1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PE vs PP en GM°3	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sin vs con perforaciones en GM°1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sin vs con perforaciones en GM°3	NS	*	NS	*	*	NS	--
PES vs PEP en GM°1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PPS vs PPP en GM°1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PES vs PEP en GM°3	NS	NS	NS	NS	NS	NS	--
PPS vs PPP en GM°3	NS	NS	NS	*	*	NS	--

Amb	Pitayas a 20°C	PEP	Bolsa de polietileno perforado
Ref	Pitayas refrigeradas a 10°C	PPS	Bolsa de polipropileno sellado
GM°1	Pitayas inicialmente verdes	PPP	Bolsa de polipropileno perforado
GM°3	Pitayas inicialmente pintonas	*	Diferencia significativa
PE	Bolsa de polietileno	**	Diferencia altamente significativa
PP	Bolsa de polipropileno	NS	Diferencia no significativa
PES	Bolsa de polietileno sellado		

**Figura 6.** Evolución de la pérdida de peso en pitaya verde durante el almacenamiento.**Figura 7.** Evolución de la pérdida de peso en pitaya pintona durante el almacenamiento.

significativa tanto a 10°C como a 20°C. La dureza fue disminuyendo hasta caer por debajo del 50% de su valor inicial al cabo de 20 días de almacenamiento.

### pH

Todos los tratamientos mostraron un incremento del pH, ocasionado por la reducción de los ácidos en la fruta (Figura 10). Tan solo el empaque completamente sellado logró reducir el cambio de pH, pero no de manera substancial (Tabla 11).

### Índice de madurez

El almacenamiento a 10°C retardó la evolución del índice de madurez, especialmente con el uso de empaques completamente sellados (Figura 11). Sin embargo, después del día 12 el índice de madurez mostró un rápido incremento, tanto en los tratamientos de fruta refrigerada sin empaque, como en aquellos con empaque perforado.

### Evaluación sensorial

El análisis de varianza para las características evaluadas en el análisis sensorial se presenta en la Tabla 12, esta información sustenta el siguiente análisis.

**Apariencia externa.** Durante la primera evaluación realizada a los ocho días de almacenamiento a 10°C, la calificación promedio para apariencia externa de los tratamientos refrigerados fue de 4,9 contra 3,8 de las expuestas al ambiente. Con respecto a las muestras almacenadas a 10°C, los tratamientos con pitaya verde recibieron mejor calificación con un promedio de 5,4 frente a 4,4 de los tratamientos con pitaya pintona.

En el caso de las pitayas pintonas, el uso de empaque mostró un efecto positivo teniendo en cuenta que el promedio obtenido por las pitayas pintonas empaçadas fue de 4,6 frente a 3,3 de la pitaya refrigerada sin empaque.

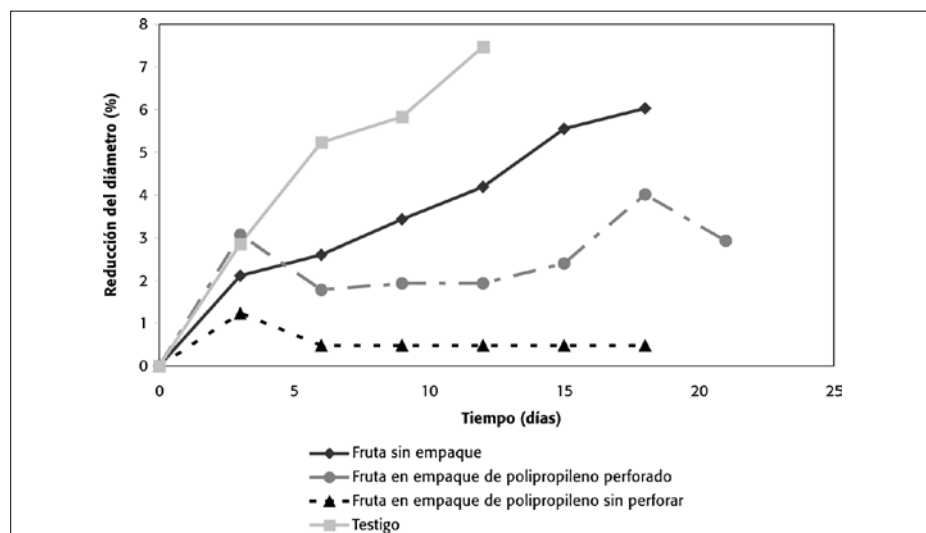
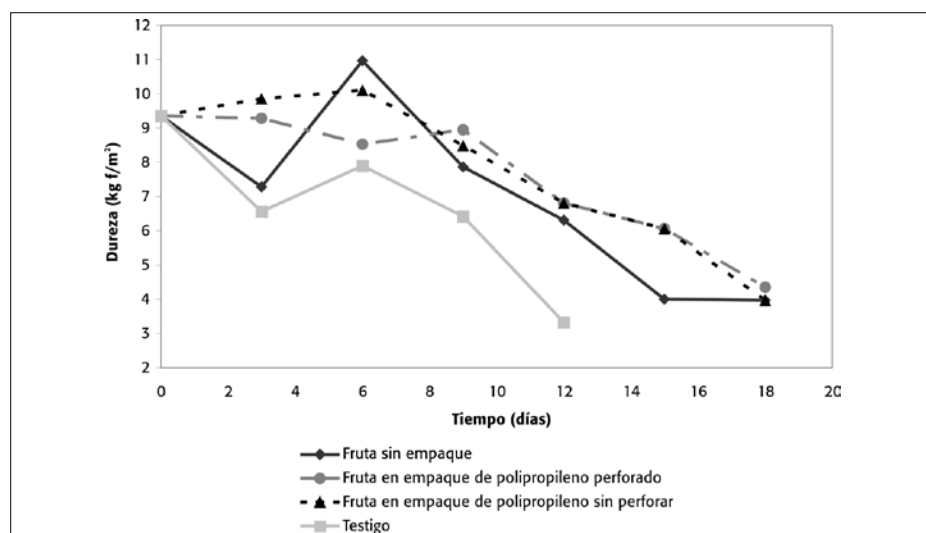
En la evaluación correspondiente al día 15 de almacenamiento no se encontraron diferencias significativas entre los diferentes tratamientos, obteniendo un puntaje promedio de 4,7. Se observó el inicio del proceso de deterioro.

**Color de la corteza.** La temperatura de almacenamiento de 10°C logró reducir la velocidad de cambio de color, lo cual se

**Tabla 9.** Análisis de varianza para la pérdida de peso.

Comparación	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15	Día 18	Día 21
Amb vs ref	**	**	**	**	**	--	--
GM <sup>1</sup> vs GM <sup>3</sup> en Amb	NS	NS	NS	NS	--	--	--
GM <sup>1</sup> vs GM <sup>3</sup> en ref	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sin vs con bolsa en GM <sup>1</sup>	**	**	**	**	**	**	**
Sin vs con bolsa en GM <sup>3</sup>	**	**	**	**	**	**	--
PE vs PP en GM <sup>1</sup>	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PE vs PP en GM <sup>3</sup>	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sin vs con perforaciones en GM <sup>1</sup>	NS	NS	NS	NS	*	**	*
Sin vs con perforaciones en GM <sup>3</sup>	NS	NS	NS	NS	*	**	--
PES vs PEP en GM <sup>1</sup>	NS	NS	NS	NS	*	**	*
PPS vs PPP en GM <sup>1</sup>	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS
PES vs PEP en GM <sup>3</sup>	NS	NS	NS	NS	*	**	--
PPS vs PPP en GM <sup>3</sup>	NS	NS	NS	NS	NS	*	--

Amb	Pitayas a 20°C	PEP	Bolsa de polietileno perforado
Ref	Pitayas refrigeradas a 10°C	PPS	Bolsa de polipropileno sellado
GM <sup>1</sup>	Pitayas inicialmente verdes	PPP	Bolsa de polipropileno perforado
GM <sup>3</sup>	Pitayas inicialmente pintonas	*	Diferencia significativa
PE	Bolsa de polietileno	**	Diferencia altamente significativa
PP	Bolsa de polipropileno	NS	Diferencia no significativa
PES	Bolsa de polietileno sellado		

**Figura 8.** Evolución del diámetro en pitaya pintonada durante el almacenamiento.**Figura 9.** Evolución de la firmeza en pitaya pintonada durante el almacenamiento.

reflejó en la calificación obtenida por los tratamientos refrigerados: 3,2 frente a 5,8 de los no refrigerados. Las pitayas pintonas obtuvieron calificaciones de 5,1 frente a 1,3 de los tratamientos con pitayas verdes. El empaque incidió en el desarrollo del color, ya que las pitayas pintonas refrigeradas y empacadas obtuvieron una calificación de 4,9 frente a 6,0 de las pitayas pintonas refrigeradas no empacadas. Estas tendencias se mantuvieron transcurridos 15 días de almacenamiento.

**Color de la pulpa.** En cuanto a esta característica todos los tratamientos almacenados a 10°C alcanzaron la misma calificación, que fue de 1,2 frente a una calificación de 2 alcanzada por las pitayas verdes no refrigeradas y de 1 para pitayas pintonas no refrigeradas. A los 21 días, la calificación para todos los tratamientos estuvo entre 0,5 y 1, lo cual indica que el color de la pulpa no era atractivo.

**Sabor de la pulpa.** En todas las evaluaciones no se detectaron diferencias significativas entre tratamientos frente a esta característica. El promedio alcanzado fue de 2,1, lo cual indica que el sabor nunca llegó a desarrollarse plenamente.

#### Pos-refrigeración

Las gráficas para los ensayos transcurridos después de 15 y 21 días de refrigeración no fueron incluidas ya que las frutas retiradas después de este tiempo de refrigeración se deterioraron antes de la primera evaluación en pos-refrigeración.

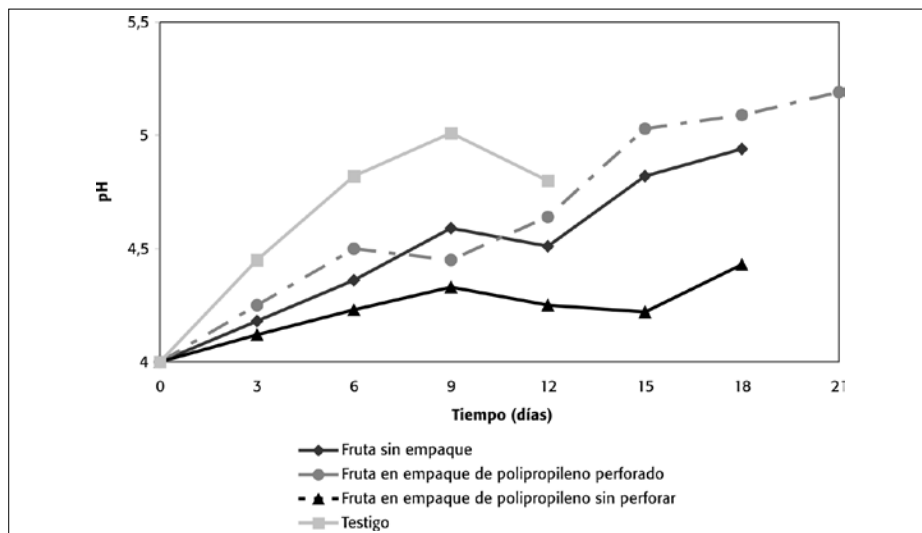
Las pitayas verdes presentaron un menor deterioro frente a las pitayas en estado pintonas en las pruebas de pos refrigeración. Las pitayas verdes empacadas en bolsas de polipropileno sin perforar, almacenadas durante 8 días a 10°C, mantuvieron un deterioro inferior al 4% hasta los 12 días de pos refrigeración (Figura 12). Las pitayas inicialmente pintonas presentaron una vida útil más corta en comercialización como se puede apreciar en la misma figura. Mantuvieron un deterioro por debajo del 4% durante 4 días, tiempo después del cual la velocidad de deterioro fue muy rápida superando el 20% al séptimo día.

**Índice de color.** En la Figura 13 se observa que los tratamientos permitieron un desarrollo paulatino del color.

**Tabla 10.** Análisis de varianza para la firmeza.

Comparación	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15	Día 18	Día 21
Amb vs ref	**	**	**	**	**	--	--
GM <sup>°</sup> 1 vs GM <sup>°</sup> 3 en Amb	NS	**	NS	**	--	--	--
GM <sup>°</sup> 1 vs GM <sup>°</sup> 3 en ref	NS	**	**	**	**	**	*
Sin vs con bolsa en GM <sup>°</sup> 1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sin vs con bolsa en GM <sup>°</sup> 3	*	**	NS	NS	NS	NS	--
PE vs PP en GM <sup>°</sup> 1	NS	NS	NS	NS	**	NS	NS
PE vs PP en GM <sup>°</sup> 3	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sin vs con perforaciones en GM <sup>°</sup> 1	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS
Sin vs con perforaciones en GM <sup>°</sup> 3	NS	NS	NS	NS	NS	NS	--
PES vs PEP en GM <sup>°</sup> 1	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS
PPS vs PPP en GM <sup>°</sup> 1	NS	NS	NS	NS	*	*	NS
PES vs PEP en GM <sup>°</sup> 3	NS	NS	NS	NS	NS	NS	--
PPS vs PPP en GM <sup>°</sup> 3	NS	NS	NS	NS	NS	NS	--

Amb	Pitayas a 20°C	PEP	Bolsa de polietileno perforado
Ref	Pitayas refrigeradas a 10°C	PPS	Bolsa de polipropileno sellado
GM <sup>°</sup> 1	Pitayas inicialmente verdes	PPP	Bolsa de polipropileno perforado
GM <sup>°</sup> 3	Pitayas inicialmente pintonas	*	Diferencia significativa
PE	Bolsa de polietileno	**	Diferencia altamente significativa
PP	Bolsa de polipropileno	NS	Diferencia no significativa
PES	Bolsa de polietileno sellado		


**Figura 10.** Evolución del pH en pitaya pintona durante el almacenamiento.

**Tabla 11.** Análisis de varianza para el pH.

Comparación	Día 3	Día 6	Día 9	Día 12	Día 15	Día 18	Día 21
Amb vs ref	**	**	**	**	**	--	--
GM <sup>°</sup> 1 vs GM <sup>°</sup> 3 en Amb	NS	NS	NS	NS	--	--	--
GM <sup>°</sup> 1 vs GM <sup>°</sup> 3 en ref	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**
Sin vs con bolsa en GM <sup>°</sup> 1	NS	NS	**	NS	NS	**	NS
Sin vs con bolsa en GM <sup>°</sup> 3	NS	NS	NS	NS	*	NS	--
PE vs PP en GM <sup>°</sup> 1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PE vs PP en GM <sup>°</sup> 3	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sin vs con perforaciones en GM <sup>°</sup> 1	NS	NS	*	NS	**	NS	**
Sin vs con perforaciones en GM <sup>°</sup> 3	NS	*	NS	NS	**	**	--
PES vs PEP en GM <sup>°</sup> 1	NS	NS	NS	NS	*	NS	*
PPS vs PPP en GM <sup>°</sup> 1	NS	*	NS	NS	**	NS	**
PES vs PEP en GM <sup>°</sup> 3	NS	NS	NS	NS	*	NS	--
PPS vs PPP en GM <sup>°</sup> 3	NS	**	NS	NS	**	**	--

Amb	Pitayas a 20°C	PEP	Bolsa de polietileno perforado
Ref	Pitayas refrigeradas a 10°C	PPS	Bolsa de polipropileno sellado
GM <sup>°</sup> 1	Pitayas inicialmente verdes	PPP	Bolsa de polipropileno perforado
GM <sup>°</sup> 3	Pitayas inicialmente pintonas	*	Diferencia significativa
PE	Bolsa de polietileno	**	Diferencia altamente significativa
PP	Bolsa de polipropileno	NS	Diferencia no significativa
PES	Bolsa de polietileno sellado		

La pitaya inicialmente pintona tardó 7 días en desarrollar completamente su color, mientras que la fruta verde tardó 12 días.

**Pérdida de peso.** En la Figura 14 se observa que el uso de empaque sin perforaciones durante el almacenamiento a 10°C reduce la pérdida de peso en la comercialización. Las pérdidas de peso alcanzadas estuvieron alrededor del 10,7%, para los tratamientos con pitaya verde, durante los 10 días que permanecieron en pos refrigeración. En el caso de las pitayas pintonas la pérdida fue alta, especialmente en la pitaya que había sido refrigerada con empaque perforado, pues al cabo de 5 días de pos refrigeración, la pérdida de peso ya había superado el 10% de pérdida.

Frente a otros estudios realizados sobre conservación de pitaya se encuentran resultados similares en tratamientos bajo condiciones refrigeradas y diferentes estados de maduración. En el estudio realizado por Rodríguez *et al.* (2005), se alcanzaron tiempos de vida útil para pitaya pintona de 15 días a 19°C y 19 días a 8°C.

Estudios realizados por Nerd y Mizrahi (1999) muestran la evolución de algunas características de la pitaya almacenada a 10 y 20°C, encontrando que la temperatura de almacenamiento de 10°C fue la más adecuada y que en el estado de madurez entre 3 y 4 se tienen menores pérdidas de peso y se desarrollan características organolépticas muy similares a la fruta recién cortada.

## CONCLUSIONES

La baja temperatura tuvo un efecto significativo sobre todos los parámetros evaluados, lo cual corrobora el hecho de que es el factor de mayor importancia en los procesos de conservación de los productos hortofrutícolas. El mayor efecto del uso de los empaques radicó en la reducción de la pérdida de peso, la cual marcó una amplia diferencia frente a los testigos refrigerados.

El retraso en el cambio de color fue originado por la baja temperatura de almacenamiento. Las pitayas inicialmente



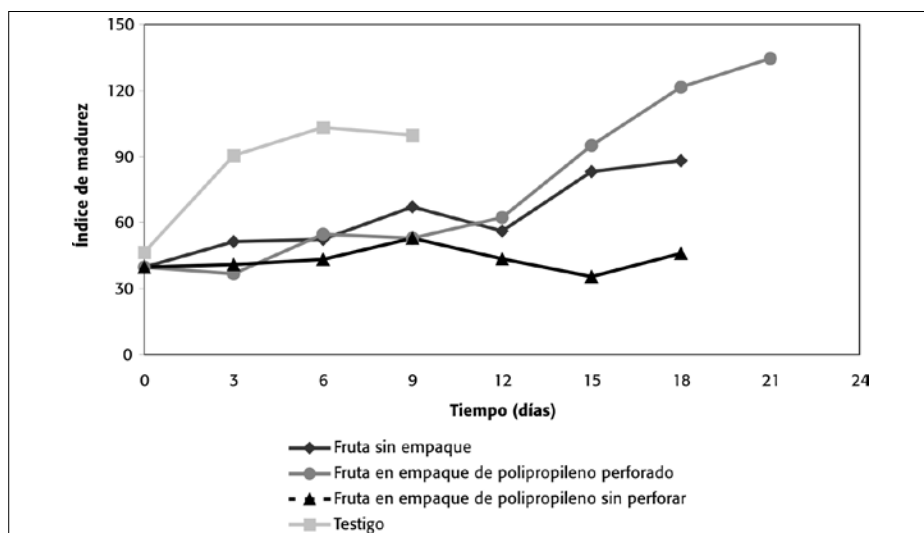


Figura 11. Evolución del índice de madurez en pitaya pintona durante el almacenamiento.

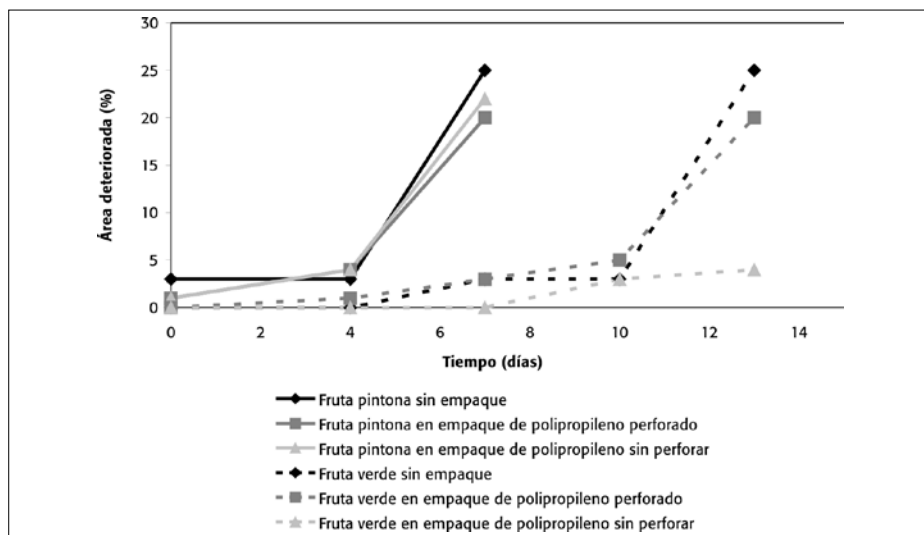


Figura 12. Evolución del área deteriorada en pitayas verdes y pintonas bajo condiciones de comercialización, después de 8 días de almacenamiento (10°C y 85% HR).

Tabla 12. Análisis de varianza para las variables de análisis sensorial.

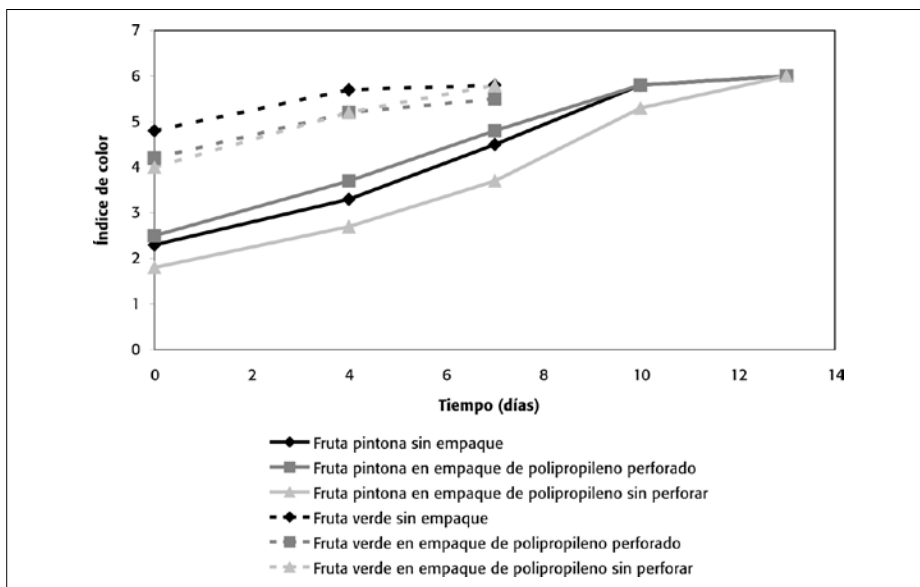
Comparación	Apariencia exterior		Color de la corteza		Color de la pulpa		Consistencia pulpa		Sabor de la pulpa		Puntaje total	
	Día 8	Día 15	Día 8	Día 15	Día 8	Día 15	Día 8	Día 15	Día 8	Día 15	Día 8	Día 15
Amb vs ref	**	--	**	--	NS	--	NS	--	NS	--	**	--
GM°1 vs GM°3 en Amb	NS	--	NS	--	*	--	NS	--	NS	--	NS	--
GM°1 vs GM°3 en ref	**	NS	**	**	NS	*	NS	NS	NS	NS	**	*
Sin vs con bolsa en GM°1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	**	NS
Sin vs con bolsa en GM°3	**	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PE vs PP en GM°1	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS
PE vs PP en GM°3	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	*	NS	NS	NS	NS
Sin vs con perforaciones en GM°1	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Sin vs con perforaciones en GM°3	NS	NS	NS	NS	*	NS	*	*	NS	*	*	NS
PES vs PEP en GM°1	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS
PPS vs PPP en GM°1	*	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	NS	NS
PES vs PEP en GM°3	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	*	NS	NS	*	NS
PPS vs PPP en GM°3	NS	NS	NS	NS	*	*	*	NS	NS	NS	**	NS

Amb Pitayas a 20°C  
 Ref Pitayas refrigeradas a 10°C  
 GM°1 Pitayas inicialmente verdes  
 GM°3 Pitayas inicialmente pintonas  
 PE Bolsa de polietileno  
 PP Bolsa de polipropileno  
 PES Bolsa de polietileno sellado  
 PEP Bolsa de polietileno perforado  
 PPS Bolsa de polipropileno sellado  
 PPP Bolsa de polipropileno perforado  
 \* Diferencia significativa  
 \*\* Diferencia altamente significativa  
 NS Diferencia no significativa

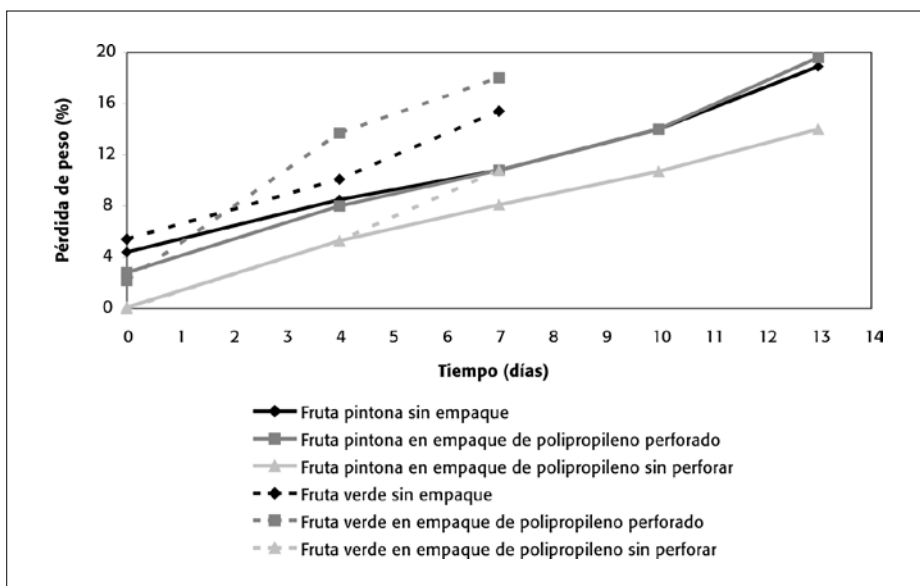
verdes y refrigeradas experimentaron en general un cambio de una corteza prácticamente verde a una verde – amarilla, hasta el día 18; mientras las pintonas experimentaron un cambio de una corteza verde – amarilla a una amarilla con visos verdes, hasta el día 9.

El uso del empaque sin perforaciones tuvo efecto adicional al de la refrigeración en el retraso del cambio del pH, el contenido de ácido y el índice de madurez. Las pitayas verdes empacadas en PE o PP sin perforaciones durante el almacenamiento en frío mostraron los mejores resultados durante la pos-refrigeración, llegando hasta el día 10 con una pérdida de peso del 10,7% que en este tipo de fruta no amenaza la apariencia del fruto, desarrollando una corteza totalmente amarilla. Estos 10 días en pos refrigeración sumados a los 8 días de almacenamiento a 10°C conduce a 18 días de vida útil.

El uso de atmósferas modificadas bajo las condiciones evaluadas en el presente estudio ofrece ventajas en la conservación de la pitaya relativas a la reducción de la pérdida de peso. El empaque sin perforar presentó una pérdida de peso de 0% para los frutos verdes transcurridos 20 días; igualmente se presentó una pérdida de 0% para la fruta pintonas durante 15 días de almacenamiento en frío. La pitaya en empaque perforado presentó una pérdida de peso cercana al 5% después de los 20 días para los frutos verdes e inferior al 10% para los frutos pintonas en el



**Figura 13.** Evolución del índice de color en pitaya verde y pintona bajo condiciones de comercialización, después de 8 días de almacenamiento (10°C, 85% HR).



**Figura 14.** Evolución del porcentaje de pérdida de peso en pitayas verdes y pintonas, bajo condiciones de comercialización, después de 8 días de almacenamiento a 10°C y 85 HR).

mismo período de tiempo. Por lo tanto, las atmósferas modificadas pasivas pueden utilizarse, junto con la refrigeración moderada, como alternativa para ampliar el tiempo de vida útil.

La pitaya verde almacenada a 10°C en empaque de PP o PE sin perforar alcanza los 21 días con pérdidas de peso inferiores al 5% y un deterioro inferior al 10%, lo cual se considera positivo comparado con resultados hasta el momento obtenidos en estudios de almacenamiento de pitaya.

#### BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Arboleda, Y. y A. Gómez. 2003. Determinación de las condiciones de operación para la desinfección de la pitahaya. Tesis, Universidad Fundación América. Bogotá. 128 p.
- Arenas, C. y L. Camero, L. 1995. Influencia del dióxido de carbono en la inhibición de los daños por frío de la pitaya amarilla *Acanthocereus pitajaya*. Bogotá Universidad Nacional. Facultad de Ciencias. Departamento de Química.
- Chavez, S. y Y. Stevenson. 1992. Estudio del comportamiento de algunos parámetros

durante el curso de maduración de la pitaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw). Trabajo de grado (Químico Farmacéutico). Facultad de Química y Farmacia, Universidad Nacional de Colombia. 198 p.

CCI - Corporación Colombia Internacional. 1999. Perfil de producto: pitaya. Boletín CCI: Sistema de Inteligencia de Mercados. Perfil de producto N°5, julio – septiembre.

Cuevas, A. y J.G. Ortiz. 1997. Uso de películas plásticas y refrigeración para la conservación del fruto de pitaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Shuman). Trabajo de grado. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. 160 p.

FEDERACAFE - Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. 1992. El cultivo de la pitaya. Bogotá. 18 p.

Garnica, G. y E. Quintero. 1994. Estudio preliminar de la influencia de las bajas temperaturas sobre algunas características de la maduración de pitaya amarilla (*Acanthocereus pitajaya*). Bogotá, Trabajo de grado (Químico Farmacéutico). Facultad de Química y Farmacia, Universidad Nacional de Colombia. Sede Bogotá. 180 p.

Hernández, M. 1991. Análisis de crecimiento y desarrollo reproductivo de la pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw). Postgrado de Fitotecnia. Facultad de Agronomía, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. 168 p.

Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación –ICONTEC–. 1996. NTC 3554, Normas técnicas colombianas: frutas frescas. Pitahaya amarilla. Bogotá. 12 p.

Nerd, A. y Y. Mizrahi. 1999. The effect of ripening stage on fruit quality after storage of yellow pitaya (*Selenicereus megalanthus*). Postharvest Biology and Technology 15: 99-105.

Robayo, P. 2002. Estudio de la influencia de atmósferas modificadas pasivas y del grado de madurez inicial en el tiempo de conservación de pitaya amarilla (*Selenicereus megalanthus shuman*). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ingeniería. Departamento de Ingeniería Química.

Rodríguez, R.; G. Patiño; D. Miranda; G. Fischer y V. Galvis. 2005. Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw). Rev. Fac. Nal. Agr. 58(2): 2839-2858.

Rudas, O. y L. Kairuz. 1995. Contribución al estudio de las condiciones de almacenamiento en frío de la pitaya amarilla. Trabajo de grado. Facultad de Ciencias, Departamento de Química, Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá. 106 p.