

Influencia del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento sobre las características físicoquímicas y sensoriales de granadilla

Influence of packaging, temperature and storage time on physicochemical and sensorial characteristics of passion fruit

ALVARADO ALFARO, Danilo¹; MARQUEZ VILLACORTA, Luis²; PRETELL VASQUEZ, Carla³; MINCHON MEDINA, Carlos⁴.

No fueron encontrados conflictos de interés en este artículo.

RESUMEN

El objeto de la investigación fue evaluar la influencia del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento sobre las características físicoquímicas y aceptabilidad general de granadilla en la postcosecha. Los tratamientos de empaque fueron bolsa de polietileno de baja densidad perforada y sin perforar, temperaturas de 6 y 10 °C, y tiempo de almacenamiento de 0, 10, 20, 30 y 40 días. La evaluación estadística empleándose un diseño factorial 2*2*5, con dos repeticiones se realizó con el programa PASW 18.0, mediante análisis de varianza (ANVA) y prueba de Duncan para comparaciones múltiples de las características físicoquímicas de la granadilla a lo largo de todo el período de almacenamiento, así como, las pruebas de Kruskal-Wallis y Mann-Whitney para la aceptabilidad general a los 40 días. En análisis realizado seleccionó como alternativas el empaque de la granadilla en bolsas de polietileno de baja densidad perforada o sin perforar, refrigerada a 6 °C, recomendando la primera de ellas.

Palabras clave: granadilla, postcosecha, características físicoquímicas, aceptabilidad.

ABSTRACT

The objective of this research was evaluated the influence of packaging, temperature and storage time on the physicochemical characteristics and general acceptability of passion fruit in postharvest. The packaging treatments were the perforated and not perforated low-density polyethylene bag, the temperatures of 6 and 10 °C, and the storage time at 0, 10, 20, 30 and 40 days. The statistical evaluation using a factorial design 2 * 2 * 5, with two replicates was made with SPWA 18.0 program, by analysis of variance (ANOVA) and Duncan test for multiple comparisons of the physicochemical characteristics of the passion fruit throughout the entire storage period, as well as, tests of Kruskal-Wallis and Mann-Whitney for general acceptability at 40 days. The analysis selected as alternatives the packaging of passion fruit in bags of low density polyethylene perforated and not perforated, chilled to 6 °C, recommend the former.

Key words: passion fruit, postharvest, physicochemical characteristics, acceptability.

¹Ingeniero en Industrias Alimentarias. Egresado de la Universidad Privada Antenor Orrego. revistaucv-scientia@ucv.edu.pe

²Maestro en Ciencias con mención en Tecnología de Alimentos. Docente de la Universidad César Vallejo y Universidad Privada Antenor Orrego

³Maestra en Ciencias con mención en Tecnología de Alimentos. Docente de la Universidad Privada Antenor Orrego

⁴Doctor en Salud Pública. Docente Principal de la Universidad Nacional de Trujillo. mminchon@hotmail.com

INTRODUCCIÓN

La Libertad y otras regiones de Perú ofrecen ventajas comparativas para la producción y procesamiento de frutales, entre ellos, la granadilla que tiene alta demanda como producto fresco¹. El fruto de la granadilla tiene una forma ovoide o elíptica con un diámetro aproximado de 4 a 8 centímetros, se caracteriza por tener una cáscara dura, debajo de la cual se encuentra la pulpa cubierta por un saco membranoso y esponjoso. La pulpa es gelatinosa y contiene un promedio de 250 pequeñas semillas planas y elípticas, de color café oscuro o negro, envueltas por un arilo jugoso, transparente, dulce y aromático que constituye la parte comestible del fruto en el cual se encuentran las vitaminas y otros nutrientes².

La granadilla, es un producto peruano exótico y se encuentra dentro de las nuevas preferencias de los consumidores en su búsqueda por frutas agradables e inocuas. Se consume en diversas formas, gracias a sus particulares propiedades de sabor y aroma. Como fruta fresca, jugo, néctar, cócteles, helados, yogurt, mermeladas y otros, pero sin llegar, a una producción industrializada¹.

La granadilla es una fruta singular con muchos beneficios para el ser humano³. Mejora la digestión y fortalece las paredes del estómago y es empleada para complementar la dieta en niños y ancianos; es utilizada para combatir la arteriosclerosis y colesterol, que obstruyen las arterias y vasos sanguíneos. Previene la aparición de enfermedades con alto índice de mortalidad que dejan secuelas perjudiciales como los ataques cardíacos y cerebro vasculares. Es una excelente introducción a los alimentos sólidos para los recién nacidos. Se caracteriza por tener vitamina C, hierro, carotenos, vitamina B, calcio, magnesio, y fósforo; por lo que fortalece el sistema inmunológico contra enfermedades respiratorias.

El gran potencial agroindustrial que presenta esta fruta en la sierra de La Libertad genera la necesidad de incrementar la producción, comercialización e industrialización de este producto exótico que muestra una creciente demanda a nivel mundial. Así tenemos, que el año 2009 el Perú exportó un total de 91 ton., siendo los principales destinos el Reino Unido, España e Italia con el 50, 21 y 14% del total⁴. En la actualidad se ha abierto un excelente

nicho de mercado nacional, gracias a la reciente expansión de las grandes cadenas de supermercados en las provincias, y la ciudad de Trujillo se ha visto privilegiada con los supermercados Wong, Plaza Veay y Tottus⁵.

En la actualidad el total de la producción de granadilla en La Libertad es comercializada completamente por intermediarios, y cada agricultor vende su producción con ellos de manera separada lo que provoca que el poder de negociación sea prácticamente nulo. Por lo tanto en temporada alta, se ofrece sólo cinco soles por el ciento de granadillas (cinco céntimos por cada granadilla), cuando el precio al consumidor final en los mercados de abastos tradicionales y los supermercados de la ciudad de Trujillo se encuentra en promedio entre treinta y cincuenta céntimos por granadilla⁵.

La granadilla es un producto con alto contenido de agua (86%) con un periodo de conservación relativamente corto, siendo su demanda como producto fresco, por lo que es necesario aplicación de tecnologías postcosecha para extender su vida útil, conservando sus características fisicoquímicas y sensoriales.

Actualmente se está difundiendo la tecnología de Empacado en Atmósferas Modificadas, cuyas siglas en inglés es MAP (Modified Atmosphere Packaging), para conservación de productos enteros y mínimamente procesados⁶. Tal tecnología se podría aplicar para la conservación de la granadilla en estado fresco entero.

Anteriormente se han conducido experimentos para evaluar el efecto del empaque, la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre la vida en postcosecha y calidad de diversos productos^{7,8,9,10}, como maracuyá y curuba. Sin embargo, aún cuando los estudios revelan la importancia de éstos factores, no se ha encontrado estudios sobre su efecto en el manejo de la postcosecha de la granadilla.

El presente trabajo ha sido desarrollado con el propósito de evaluar el efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento en las características fisicoquímicas y sensoriales en la postcosecha de la granadilla.

MATERIAL Y MÉTODOS

Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y análisis se realizaron en el laboratorio de Ciencia de los Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego de Trujillo.

Factores en estudio

- Empaque con polietileno de baja densidad: perforado y sin perforar

- Temperatura de almacenamiento: 6 y 10 °C
- Tiempo de almacenamiento: 0, 10, 20, 30 y 40 días.

Materia prima

Los frutos de granadilla (*Passiflora ligularis* L.), cosechados en el Distrito de Huaranchal, provincia de Otuzco, departamento de La Libertad, que fueron transportados en jabs de plástico de 100

unidades de 500 mm largo x 300 mm ancho x 300 mm de alto.

Empacado y almacenamiento

Al llegar a Trujillo, se eliminó frutos con daño físico como golpes o magulladuras y/o con alteración superficial por mohos, clasificándose en base a uniformidad de tamaño (calibre E) y color externo de la cáscara (estado 2), de acuerdo a la Norma Técnica Colombiana 4101¹¹. Las impurezas superficiales se eliminaron con la ayuda de una escobilla de cerdas plásticas de 2 pulgadas de largo. Luego se procedió a empacar los frutos en dos unidades por bolsa plástica de polietileno de baja densidad perforada o sin perforar, para ser almacenadas a temperaturas de 6 °C ó 10 °C (85 – 90 %HR). La evaluación de las características fisicoquímicas se realizó al inicio y a los 10, 20, 30 y 40 días. La aceptabilidad general se evaluó al final del almacenamiento.

Características fisicoquímicas

- **Pérdida de peso**

Se determinó por diferencia de peso en los diferentes tiempos de evaluación. Los datos se expresaron en porcentaje, respecto al peso inicial¹⁰.

- **Acidez titulable**

Se determinó mediante el método volumétrico, utilizando 15 mL de jugo de granadilla, al cual se le agregó 5 gotas de fenolftaleína como indicador y se tituló con NaOH 0.1N. El resultado se expresó en porcentaje de ácido cítrico, según la Norma Técnica Colombiana 4101¹¹.

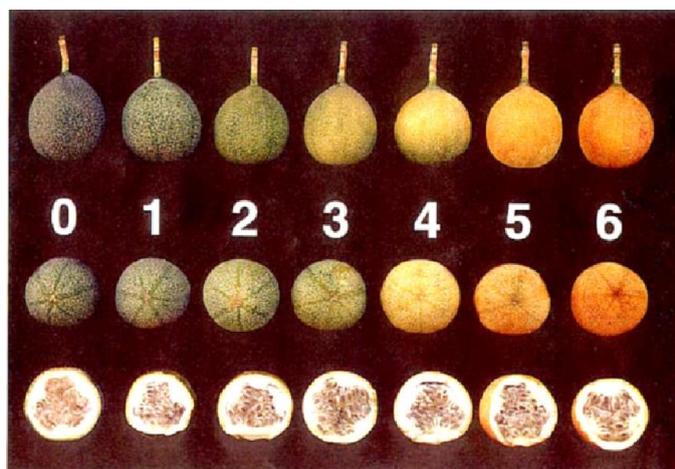
- **Sólidos solubles**

Los sólidos solubles expresados en grados Brix (°Bx), se midieron empleando un refractómetro calibrado a 20 °C. Se utilizó la corrección de la lectura de acuerdo a la temperatura, según la Norma Técnica Colombiana 4101¹¹.

- **Color**

El color externo de la cáscara de granadilla se evaluó mediante el uso de una escala de color, según la Norma Técnica Colombiana 4101¹¹.

Escala de color de la granadilla



Evaluación sensorial

Se determinó la aceptabilidad de la granadilla, la cual fue evaluada por 30 panelistas no entrenados a los 40 días de almacenamiento, usando una escala hedónica de 9 puntos¹². Los puntajes de la escala fueron desde 1 (me disgusta muchísimo), pasando por 5 (ni me gusta ni me disgusta), hasta 9 (me gusta muchísimo).

Análisis estadístico

El experimento fue diseñado y conducido empleando un diseño factorial 2*2*5, con 2

repeticiones, para evaluar las características fisicoquímicas, recurriendo al análisis de varianza para analizar el efecto de los factores, complementándose con la prueba de comparaciones múltiples de Duncan. El efecto sobre la aceptabilidad general fue evaluado mediante la prueba no paramétrica de Kruskal-Wallis, siendo complementada con la prueba de Mann Whitney. El nivel de significancia fue del 5%. Se utilizó el programa PASW, versión 18, para Windows.

RESULTADOS

Las características de la granadilla: pérdida de peso (%), sólidos solubles (°Bx), acidez titulable (% ácido cítrico) y color externo de la cáscara (puntaje

en escala), se resumen en el cuadro 1, como medias y desviaciones estándar. El cuadro también contiene los resultados de la prueba de Duncan.

Cuadro 1. Características fisicoquímicas de la granadilla.

Empaque	Temp (°C)	Tiempo (días)	% Pérdida de peso		Sólidos solubles		Acidez titulable		Color externo					
			Media ¹	Desv. Estándar										
Bolsa plástica baja densidad perforada (BPBD-P)	6	0	0,00	0,00	a	14,50	0,42	abc	0,71	0,04	cde	2,0	0,0	a
	6	10	1,45	0,21	ab	15,80	0,57	cdef	0,64	0,03	abcde	2,0	0,0	a
	6	20	4,20	0,57	de	17,30	0,42	fg	0,58	0,03	abc	3,0	0,0	b
	6	30	7,35	1,48	gh	17,90	0,99	g	0,70	0,08	bcde	4,0	0,0	c
	6	40	8,70	0,71	hi	17,00	0,85	efg	0,66	0,06	abcde	5,0	0,0	de
	10	0	0,00	0,00	a	14,20	0,57	ab	0,69	0,04	bcde	2,0	0,0	a
	10	10	1,65	0,21	b	15,30	0,42	abcd	0,63	0,04	abcde	3,0	0,0	b
	10	20	4,40	0,85	de	17,30	0,71	fg	0,54	0,02	a	4,0	0,0	c
Bolsa plástica baja densidad sin perforar (BPBD-sP)	10	30	6,48	1,52	fg	16,50	0,71	defg	0,69	0,07	bcde	5,0	0,0	de
	10	40	8,82	1,44	i	15,00	0,57	abcd	0,63	0,10	abcde	6,0	0,0	f
	6	0	0,00	0,00	a	14,50	0,42	abc	0,71	0,04	cde	2,0	0,0	a
	6	10	0,61	0,04	ab	16,30	0,71	def	0,68	0,04	bcde	2,0	0,0	a
	6	20	0,72	0,10	ab	17,00	0,57	efg	0,61	0,04	abcd	3,0	0,0	b
	6	30	2,18	0,04	bc	16,00	0,28	cdef	0,76	0,06	e	4,5	0,7	cd
	6	40	3,96	0,38	de	14,50	0,71	abc	0,71	0,06	cde	5,0	0,0	de
	10	0	0,00	0,00	a	14,20	0,57	ab	0,69	0,04	bcde	2,0	0,0	a
BPBD-sP	10	10	0,63	0,04	ab	15,90	0,71	cdef	0,66	0,05	abcde	3,0	0,0	b
	10	20	0,78	0,06	ab	16,40	0,28	defg	0,57	0,04	ab	4,0	0,0	c
	10	30	3,38	0,25	cd	15,60	0,57	bcde	0,72	0,06	de	5,5	0,7	e
	10	40	5,47	0,70	ef	14,00	1,13	a	0,67	0,09	abcde	6,0	0,0	f

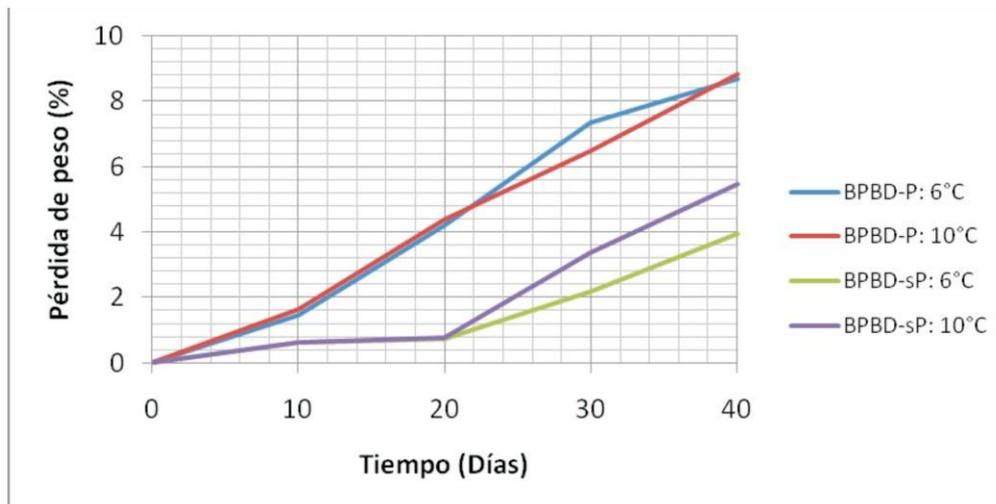
¹ No hay diferencia ($p > 0,05$) entre tratamientos con la misma letra según la prueba de Duncan

En las figuras 1-4 y cuadros 2-5 se muestran los resultados de cada una de las características

fisicoquímicas mencionadas de la granadilla, con sus correspondientes análisis de varianza.

- **Pérdida de peso**

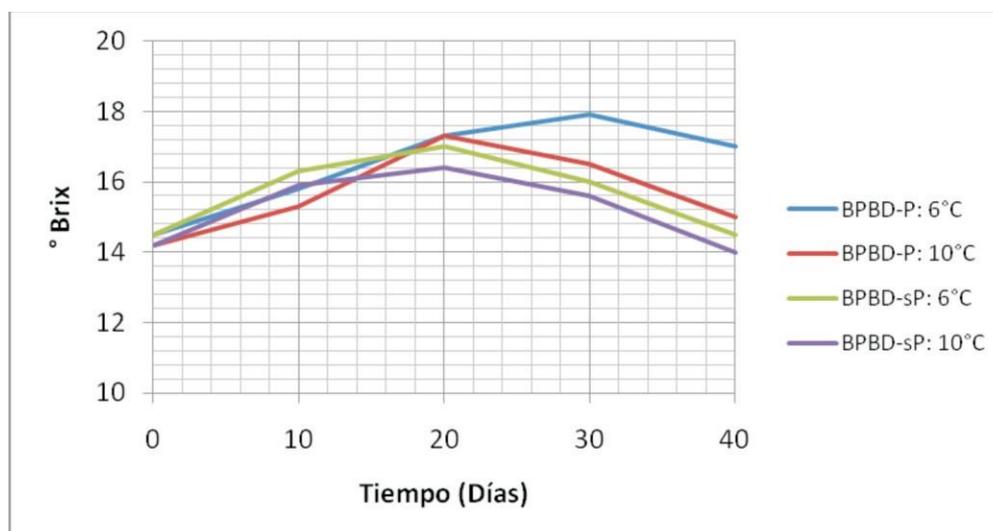
Figura 1. Porcentaje de pérdida de peso de la granadilla a través del tiempo almacenamiento refrigerado.



Cuadro 2. Análisis de varianza de la pérdida de peso en granadilla

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Empaque: A	641355,625	1	641355,625	143,775	0,000
Temperatura: B	5880,625	1	5880,625	1,318	0,264
Tiempo: C	2418829,100	4	604707,275	135,560	0,000
A*B	9891,025	1	9891,025	2,217	0,152
A*C	297611,000	4	74402,750	16,679	0,000
B*C	8349,500	4	2087,375	0,468	0,759
A*B*C	21557,600	4	5389,400	1,208	0,338
Error	89216,500	20	4460,825		
Total	3492690,975	39			

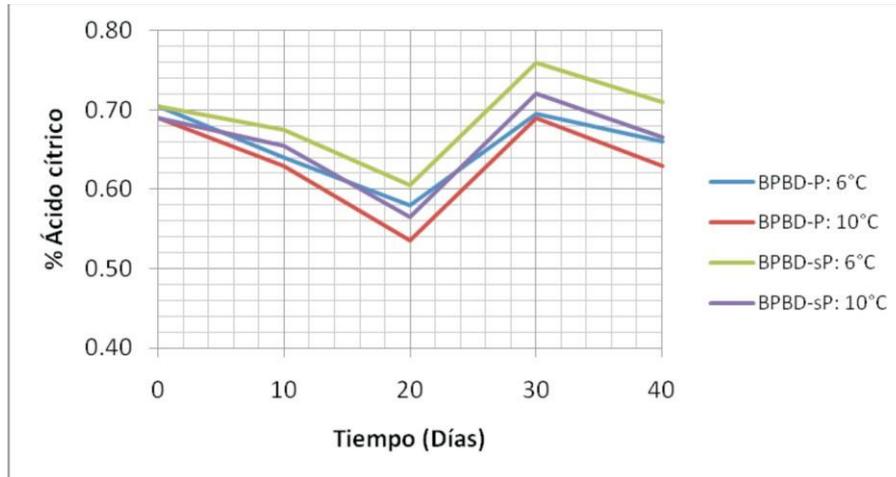
- **Sólidos solubles**

Figura 2. Porcentaje de sólidos solubles de la granadilla a través del tiempo almacenamiento refrigerado.**Cuadro 3. Análisis de varianza de los sólidos solubles en granadilla**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Empaque: A	409,600	1	409,600	9,894	0,005
Temperatura: B	409,600	1	409,600	9,894	0,005
Tiempo: C	3584,600	4	896,150	21,646	0,000
A*B	40,000	1	40,000	0,966	0,337
A*C	727,400	4	181,850	4,393	0,010
B*C	141,400	4	35,350	0,854	0,508
A*B*C	141,000	4	35,250	0,851	0,509
Error	828,000	20	41,400		
Total	6281,600	39			

- **Acidez titulable**

Figura 3. Porcentaje de acidez titulable de la granadilla a través del tiempo almacenamiento refrigerado.

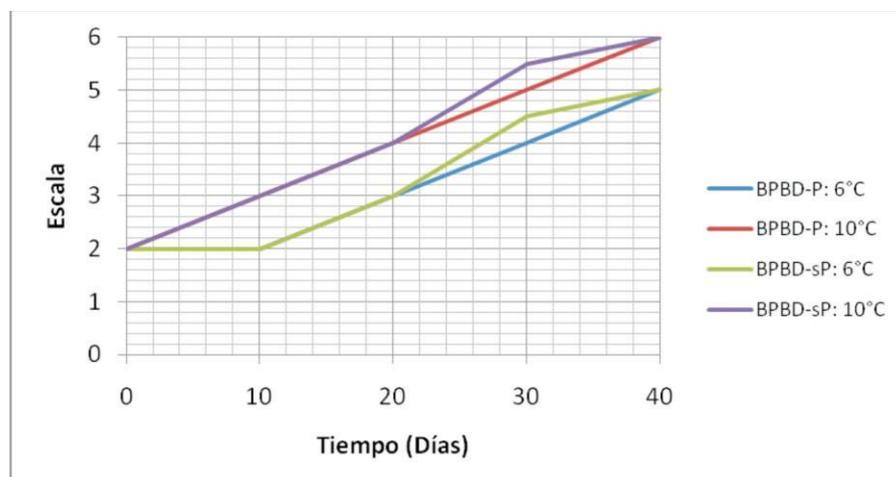


Cuadro 4. Análisis de varianza de la acidez titulable de la granadilla

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Empaque: A	87,025	1	87,025	2,988	0,099
Temperatura: B	70,225	1	70,225	2,411	0,136
Tiempo: C	1006,850	4	251,713	8,642	0,000
A*B	3,025	1	3,025	0,104	0,751
A*C	27,350	4	6,838	0,235	0,915
B*C	13,150	4	3,288	0,113	0,977
A*B*C	4,850	4	1,213	0,042	0,996
Error	582,500	20	29,125		
Total	1794,975	39			

- **Color externo de la cáscara**

Figura 4. Color externo de la cáscara de la granadilla a través del tiempo almacenamiento refrigerado.



Cuadro 5. Análisis de varianza del color externo en la cáscara de granadilla

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Empaque: A	0,100	1	0,100	2,000	0,173
Temperatura: B	6,400	1	6,400	128,000	0,000
Tiempo: C	69,600	4	17,400	348,000	0,000
A*B	0,000	1	0,000	0,000	1,000
A*C	0,400	4	0,100	2,000	0,133
B*C	1,600	4	0,400	8,000	0,001
A*B*C	0,000	4	0,000	0,000	1,000
Error	1,000	20	0,050		
Total	79,100	39			

- **Aceptabilidad general**

La aceptabilidad fue evaluada por métodos no

paramétricos de Kruskal-Wallis y de Mann-Whitney para la comparación por pares a los 40 días de almacenamiento.

Cuadro 6. Prueba de Kruskal - Wallis y de Mann-Whitney para la aceptabilidad general en granadilla a los 40 días de almacenamiento.

Empaque	Temperatura (°C)	Mediana	Moda	Rango promedio	Test de Mann-Whitney
Bolsa plástica baja densidad perforada (BPBD-P)	6	6	6	47,83	b
	10	5	3	34,77	a
Bolsa plástica baja densidad sin perforar (BPBD-sP)	6	7	8	85,77	d
	10	7	7	73,63	c
Test de Kruskal-Wallis	Chi-Cuadrado			42,014	
	p			0,000	

DISCUSIÓN

Pérdida de peso

El cuadro 1 y la figura 2 muestran el porcentaje de pérdida de peso a través del tiempo de almacenamiento para cada uno de los empaques y temperaturas, el cual va en ascenso. La pérdida de peso se relaciona con la pérdida de agua, importante causa del deterioro de frutas y hortalizas, pues resulta no solamente en pérdidas cuantitativas, también en la apariencia (arrugamiento), textura (suave, pérdida de frescura y succulencia)⁶. Los frutos de granadilla almacenados en bolsas plásticas de polietileno de baja densidad sin perforar a temperaturas de 6 y 10 °C mostraron menores pérdidas de peso, llegando a los 40 días de almacenamiento sólo a 3.96 y 5.47%, respectivamente, en comparación con los frutos en bolsas plásticas perforadas que presentaron 8.70 y 8.82%, respectivamente. La menor pérdida de peso en los frutos de los envases sin perforar se puede explicar porque éstos no

permitieron una difusión pronunciada del agua de transpiración, creando un ambiente de elevada humedad, además, la baja temperatura reduce los procesos fisiológicos, entre ellos la respiración y la pérdida de humedad⁷. El beneficio del envasado en bolsas de polietileno de baja densidad sobre la conservación del peso en maracuyá después de la cosecha, se debe al efecto protector sobre la deshidratación de los frutos o el posible arrugamiento por frío, así como, porque el envase contribuye a controlar la velocidad de respiración y la concentración de etileno en la atmósfera que rodea el alimento¹⁰.

En el Cuadro 2 se presenta el análisis de varianza de la pérdida de peso para los frutos de granadilla, encontrándose que las variables independientes empaque ($p=0,000 < 0,05$) y tiempo de almacenamiento ($p=0,000 < 0,05$), así como, su interacción ($p=0,000 < 0,05$), tuvieron efecto significativo sobre la pérdida de peso. La Prueba de

Duncan indicó, que el empaque de la granadilla con bolsa de polietileno de baja densidad no perforada refrigerada a 6 °C conserva mejor a la granadilla hasta los 40 días, provocando menor pérdida de peso (3.96 0.38%), y aún cuando no difiere estadísticamente del mismo tipo de empaque pero conservado a una temperatura de 10 °C (5.47 0.70%), a diferencia de éste la pérdida a los 40 días es equivalente estadísticamente a la obtenida a los 30 días con este empaque y refrigeración (3.38 0.25%) y a la pérdida con empaque de bolsa perforada en refrigeración hasta a los 20 días a 6 °C (4.20 0.57%) o a 10 °C (4.40 0.85%).

Sólidos solubles

En la Figura 2 se observa el contenido de sólidos solubles a través del tiempo de almacenamiento, el cual va en aumento hasta los 30 días con el empaque BPBD perforada y luego disminuye, en cambio el aumento con los otros tipos de empaque es sólo hasta los 20 días. En las frutas, durante la maduración, los sólidos solubles van incrementándose debido a la hidrólisis de los almidones a azúcares simples, pero luego debido a la actividad fisiológica de respiración los azúcares se van consumiendo para mantener la energía vital de funcionamiento del fruto, hasta llegar a su senescencia o deterioro ya que no se encuentra unido a la planta para absorber los nutrientes. Lo importante es que la fruta conserve el mayor contenido de sólidos solubles hasta el final del almacenamiento, es decir que alcance una madurez alejada de la senescencia.

El análisis de varianza, en el cuadro 3, muestra el efecto estadísticamente significativo del tipo de empaque ($p=0,005 < 0,05$), temperatura ($p=0,005 < 0,05$) y tiempo de almacenamiento ($p=0,000 < 0,05$), así como la interacción empaque y tiempo de almacenamiento ($p=0,010 < 0,05$). El empaquetado de la granadilla con bolsa de polietileno de baja densidad perforada almacenada a 6°C hasta los 40 días presentó la mayor cantidad de sólidos solubles (cuadro 1), con $17,00 \pm 0,85$ °Brix, disminuyendo con este tratamiento la maduración de la granadilla, en cierto modo sin marcar diferencia estadísticamente significativa mostrado por la prueba de Duncan con el presentado a los 30 días ($17,90 \pm 0,99$ °Brix), pero superior tanto al presentado por el mismo tipo de empaque conservado a 10° C ($15,00 \pm 0,57$ °Brix), y la empaque con bolsa de polietileno no perforada conservado tanto a 6 °C ($14,50 \pm 0,71$ °Brix) como a 10 °C ($15,60 \pm 0,57$ °Brix), y comparables con los sólidos solubles de la granadilla con este tipo de empaque y temperatura de refrigerado obtenido hasta el final de la hidrólisis.

Por lo tanto, el empaquetado de la granadilla en bolsas de polietileno de baja densidad sin perforar almacenada a 6 °C, conservó mejor el avance de la maduración. El retraso en la evolución de características fisicoquímicas como el contenido de sólidos solubles es una ventaja que ocurre durante la postcosecha de frutos almacenados en envolturas plásticas⁸. Los frutos de maracuyá envasados en bolsas de polietileno de baja

densidad perforadas almacenados a 6 °C, tienen un comportamiento similar, debido a que los porcentajes de sólidos solubles son siempre mayores a menores temperaturas de almacenamiento, debido a que en estas condiciones, los procesos de maduración y metabolización de azúcares son más lentos⁷.

Acidez titulable

La figura 3 muestra la acidez titulable de la granadilla a través de tiempo de almacenamiento, observándose una tendencia a disminuir durante los primeros 20 días de almacenamiento, para luego aumentar hasta los 30 días debido a deshidratación el fruto por la transpiración⁷ y volver a disminuir aunque con menos velocidad hasta los 40 días, marcando un comportamiento oscilante de la concentración de ácidos orgánicos en el fruto, lo cual se explica porque durante el progreso de la maduración los ácidos, al igual que los azúcares, son consumidos como sustratos del proceso de respiración, pero como simultáneamente ocurre la pérdida de peso del fruto debido a la pérdida de agua, llega a un momento en el cual la concentración de ácido remanente en el fruto aumenta porque se encuentra disuelto en menor cantidad de agua.

A lo largo de todo el periodo de almacenamiento, el empaquetado de la granadilla en bolsa de polietileno de baja densidad conservada a 6 °C muestra mayor contenido de ácido cítrico, ocurriendo lo contrario al ser conservada a 10 °C, Esto debido a la disminución de las tasas de actividad fisiológica como la respiración que produce una baja temperatura, lo cual origina una menor velocidad de utilización de los ácidos⁹.

La poca diferencia mostrada en cuanto al ácido cítrico se evidencia a través del análisis de varianza (cuadro 4), en el cual sólo el tiempo alcanza efecto estadísticamente significativo ($p=0,000 < 0,05$), producto de las oscilaciones. A los 40 días de almacenamiento la prueba de Duncan (cuadro 1), no proporciona diferencias estadísticamente significativas de la acidez titulable de 0.66 0.06% ácido cítrico obtenida con el empaque de polietileno de baja densidad no perforada almacenado a 6 °C con las otras formas de empaque y el mismo tiempo de conservación.

Color externo de la cáscara

El desarrollo del color externo de la cáscara en los frutos durante el tiempo de almacenamiento se muestra en la figura 4, la cual como era de esperar tiene una tendencia ascendente debido a la maduración de la granadilla. Asimismo, independientemente del tipo de empaque, la granadilla almacenada a 6 °C muestra menor velocidad en el cambio de color en la cáscara desde el verde hacia el amarillo-anaranjado hasta el final del almacenamiento con un color nivel 5 (fruto totalmente amarillo). Este comportamiento es evidencia del efecto estadísticamente significativo tanto de la temperatura ($p=0,000 < 0,05$) y del tiempo de conservación ($p=0,000 < 0,059$) como del efecto interactivo de ambos factores ($p=0,001 < 0,05$), pero no del efecto del empaque

en ninguna de sus modalidades (cuadro 5).

El color amarillo de la granadilla (5 puntos en la escala de color) es alcanzado recién a los 40 días de almacenamiento cuando es empacada con bolsas de polietileno de baja densidad, perforada o no, pero conservada a 6 °C, no dando indicios de coloraciones anaranjadas y tonalidades rojizas como los frutos almacenados a 10 °C (6 puntos en la escala de color). El color totalmente amarillo logrado a 6 °C es similar al obtenido a los 30 días con los mismos empaques conservados a 10 °C (5 y 5.5 puntos en promedio, respectivamente), mostrado a través de la prueba de Duncan (Cuadro 1).

Al igual que la granadilla, el empaque de maracuyá en envolturas plásticas de polietileno de baja densidad, combinado con la refrigeración es importante para su conservación durante el almacenamiento postcosecha¹⁰, esto se debe a que las bajas concentraciones de O₂ y las altas de CO₂ disminuyen la tasa respiratoria y la producción de etileno, originando un retardo en los cambios asociados a la evaluación del color, la consistencia, el aroma y el sabor de las frutas, lo cual permite una mayor vida útil.

Aceptabilidad general

La aceptabilidad de la granadilla a los 40 días de almacenamiento es evaluada en el cuadro 6. Una comparación de los cuatro combinaciones de los empaques con bolsas de polietileno de baja

densidad, perforada o no, con almacenamientos a 6 y 10 °C, realizada empleando la prueba de Kruskal-Wallis, evidencia diferencia estadísticamente significativa entre ellas ($p=0,000<0,05$), observándose mayor rango promedio de aceptabilidad las granadillas conservadas con bolsa de polietileno de baja densidad sin perforar conservada a 6 °C (rango promedio de 85,77 y moda de 8 puntos), seguida de la conservada a 10 °C (rango promedio de 73,63°C y moda de 7 puntos). Una vista rápida a los resultados del test de Mann-Whitney, revela diferencias estadísticamente significativas entre todas las formas de empaque, indicando además que el empaque de la granadilla con bolsa de polietileno de baja densidad sin perforar conservada a 6 °C es la de mayor aceptabilidad.

El análisis de los resultados pone en evidencia que en el manejo apropiado de la postcosecha de la granadilla hasta los 40 días se tiene como alternativas, hasta cierto punto equivalentes, la conservación en refrigeración a 6 °C con empaques en bolsas de polietileno de baja densidad, con o sin perforar. Si hay que elegir una de estas alternativas, se recomienda hacerlo en bolsas sin perforar, en mérito a su mayor aceptabilidad y con menor pérdida de peso proporcionando un mayor rendimiento económico, con un color igualmente amarillo (sin tendencia al color anaranjado y manchas rojizas) con similar acidez titulable, aunque con menos sólidos solubles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Ministerio de Agricultura del Perú. 2008. [citado 7 ene 2010]. Disponible en: www.portalagrario.gob.pe
2. Mora O, Reyes R, Ruiz R, González A. Caracterización preliminar de frutos de granada china (*Passiflora ligularis* Juss) en Huaytan y Teziutlán, Puebla. *Rev. Ciencia Ergo Sum.* 2008; 15(1):54 - 66.
3. FAO. Fichas técnicas de productos frescos y procesados. Oficina Regional para América Latina y el Caribe. Santiago de Chile; 2006. [citado 20 ene 2010]. Disponible en: <http://www.fao.org/inpho/content/documents/vlibrary/ae620s/Pfrescos/GRANADILLA.HTM>
4. SUNAT. Superintendencia Nacional de Administración Tributaria. Perú; 2009. [citado 17 feb 2010]. Disponible en: <http://www.aduanet.gob.pe/operatividadAduana/index.html>
5. Gobierno regional de la Libertad. 2008. [citado 15 ene 2010]. Disponible en: www.regionlalibertad.gob.pe
6. Kader A y Watkins C. Modified atmosphere packaging - toward 2000 and beyond. *Hort Technology.* 2000; 10:483-486.
7. Sáenz M, Castro L, González J. Efecto del empaque y la temperatura de almacenamiento sobre la vida postcosecha y la calidad de los frutos de maracuyá amarillo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener). *Rev. Agronomía Costarricense.* 1991; 15(1):79-83.
8. Aúlar J, Ruggiero C, Durigan J. Efecto de la envoltura plástica y el tiempo de almacenamiento sobre el comportamiento postcosecha de frutos de parchita maracuyá. *Rev. Bioagro.* 2001; 13(1): 15-21.
9. Téllez P, Fischer G, Quintero C. Comportamiento fisiológico y fisicoquímico de frutas de curuba (*Passiflora mollissima* Bailey) encerados y almacenados a dos temperaturas. *Rev. Colombiana de Ciencias Hortícolas.* 2007; 1(1):67-80.
10. Espinoza A, Arreaza R, Cardona E, Méndez J, Cañizares A, Buonafina O. Efecto del empaque, temperatura y tiempo de almacenamiento sobre características físicas de frutos de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener). *Rev. Tecnológica ESPOL.* 2008; 21(1):55-63.
11. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). Frutas frescas granadilla NTC 4101. Santafé de Bogotá; 1997.
12. Anzaldúa A. Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. España: Acrobía, S.A.; 1994.