

Efecto del Empaque, Temperatura y Tiempo de Almacenamiento sobre Características Físicas de Frutos de Parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener)

A. Espinoza¹, R. Arreaza², E. Cardona², J. Mendez³, A. Cañizares⁴, O. Buonafina⁴

¹Universidad de Oriente, Postrado en Agricultura Tropical, *Campus* Juanico, Urb. Juanico, Maturín, 6201, edo. Monagas, Venezuela ²Universidad de Oriente, Escuela de Zootecnia, Programa de Tecnología de Alimentos, *Campus* Los Guaritos Avenida Universidad, Maturín ³Universidad de Oriente, Escuela de Ingeniería Agronómica, Departamento de Agronomía, *Campus* Los Guaritos y ⁴Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola, San Agustín de la Pica, edo. Monagas, Venezuela.
ajespinozae@cantv.net, jmendezn@cantv.net, acanizares2@hotmail.com

Resumen

Se estudiaron frutos de parchita cosechados de plantas de tres años de edad, provenientes de una finca ubicada en el área de Aragua de Maturín, estado Monagas, Venezuela. Los frutos fueron retirados de la planta en forma manual y colectados con aproximadamente un 25% de coloración amarilla en la concha. Se colocaron en tres tipos de empaque: bolsas de polietileno con 12 perforaciones, bandejas de poliestireno expandido (anime) con una película flexible de cloruro de polivinilo (Envoplast), empaques de malla y un grupo sin empaque (control) a dos temperaturas: refrigerada (10°C) y al ambiente (24°C) con el objetivo de estudiar el efecto del almacenamiento y evaluar las muestras cada siete días, por un período de 28 días. Las muestras colocadas a temperatura ambiente sufrieron mayor deterioro como consecuencia de la contaminación por hongos a partir de los 14 días de almacenamiento, excepto para los frutos sin empaque que comenzó a partir de los 21 días. El empaque desempeñó un papel importante en la prevención de las pérdidas de peso, el control tuvo una mayor pérdida de peso. En general, para todas las variables, los frutos almacenados bajo refrigeración tuvieron mayores valores que aquellos almacenados al ambiente. Además, las variables tendieron a disminuir a medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento. Los resultados sugieren que el mejor tipo de empaque fue el de bolsas de polietileno con perforaciones. Se observó una correlación positiva significativa entre peso del fruto y diámetro ecuatorial y polar, así como entre firmeza y espesor de cáscara.

Palabras Claves: *Parchita, peso y diámetro de frutos, firmeza y espesor de cáscara.*

Abstract

Passion fruits grown in Aragua de Maturín, Monagas state, Venezuela were manually harvested when their skin color was at least 25% yellow. After washed, fruits were stored in three types of packages (polyethylene bags with 12 perforations of 5 mm diameter, trays covered with plastic films, and mesh bags), and controls without package. Fruits were stored at two different temperatures (10 and 24 °C) and analyzed every 7 days during a month. Samples placed at room temperature suffered more deterioration than those under refrigerated conditions, this fact was due to contamination by molds after 14 days of storage, except for fruits without package which began after 21 days. Packaging was effective in the prevention of weight losses as showed by the fruits under different package types. In general, for all traits, fruits stored under refrigeration had higher values than those stored under room temperature. Also, the variables tended to decrease as the storage period increased. Results suggested that the best packaging type was polyethylene bags with perforations. Positive significant correlations were observed among weight and polar and equatorial diameter, also, between skin firmness and thickness.

Keywords: *Passion fruit, fruit weight and diameter, firmness and thickness skin.*

1. Introducción

En la actualidad el estado Monagas y otras regiones de Venezuela ofrecen ventajas comparativas para la producción y procesamiento de frutales, que al igual que la parchita tienen gran demanda como producto fresco o procesado [21]. El fruto es una baya, de forma globosa u ovoide, con un diámetro de 4 a 8 cm y de 6 a 8 cm de largo, la base y el ápice son

redondeados, la corteza es de color amarillo, de consistencia dura, lisa y cerosa, de unos 3 mm de espesor; el pericarpio es grueso, contiene de 200-300 semillas, cada una rodeada de un arilo (membrana mucilaginoso) que contiene un jugo aromático en el cual se encuentran las vitaminas y otros nutrientes [13]. Para el índice de calidad, el fruto debe medir de 3,5 a 7,0 cm de ancho y de 4 a 12 cm de largo.

Recibido: Junio, 2008
Aceptado: Agosto, 2008

En la actualidad la parchita amarilla, en Venezuela se explota fundamentalmente en los estados Zulia, en la zona baja limítrofe con el estado Táchira (La Fría, El Vigía, Agua Viva); en el estado Guárico (Altagracia, Camatagua, El Sombrero); Anzoátegui, Monagas en los municipios Acosta, Piar, Caripe, Cedeño, y Maturín, este del estado Sucre y Delta Amacuro [3]. Dada la gran aceptación del fruto de parchita en el mercado nacional e internacional, constituye un frutal de mucha importancia.

Por la gran expansión del cultivo de parchita en Venezuela y la amplia utilidad del mismo y debido a los problemas postcosecha: acelerada maduración, contaminación de hongos, pérdida de humedad, cambios de color, pérdida de la apariencia y otros problemas en las características físico-químicas del fruto, el Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIA) tiene dentro de sus líneas de investigación en frutales, el Mejoramiento genético, agronómico, así como su eficiencia y sanidad o control de enfermedades de frutales (cítricos, guayaba, mango y parchita), como también la producción y calidad, manejo después de la cosecha.

La parchita se utiliza comúnmente para la preparación de jugos, néctares, concentrados, mermeladas, licores, y helados. Sin embargo, el manejo postcosecha de este fruto no se hace de manera tecnificada en Venezuela, por lo que se deben desarrollar métodos de conservación que se puedan aplicar para prolongar la vida útil del fruto de manera que se conserven sus características físicas (peso, firmeza, diámetro polar y ecuatorial) y químicas por períodos prolongados. En el presente trabajo se combinaron diferentes materiales de empaque con distintas temperaturas de almacenamiento (10 y 24 °C) con el objeto de evaluar el efecto de los empaques, la temperatura y el tiempo de almacenamiento sobre los cambios físicos (peso, diámetro ecuatorial y polar de los frutos y firmeza y espesor de la cáscara) en frutos de parchita. Resultados como los obtenidos en esta investigación resultan útiles por dar a conocer los efectos de tiempo, temperatura de almacenamiento y empaque sobre la calidad de los frutos, así como permite establecer mecanismos de control y cuidado para efectos de transporte.

2. Materiales y Métodos

Se utilizaron frutos de parchita cosechados de plantas de tres años de edad, provenientes de una plantación en una finca ubicada en Aragua de Maturín municipio Piar, estado Monagas, Venezuela. Los frutos fueron colectados en estado de madurez fisiológica, con aproximadamente un 25 % de la cáscara con coloración amarilla. La cosecha se realizó, durante las primeras horas de la mañana y fueron retirados de la planta, de forma manual, cortadas con tijera y de acuerdo a los siguientes criterios: adheridas

a la planta, tamaño homogéneo, ausencia de daños por plagas, enfermedades y/o mecánicos.

Se colectaron 600 frutos, colocados en cestas adecuadas, trasladados al laboratorio en un vehículo con aire acondicionado. Una vez en el laboratorio, se lavaron y se expusieron al aire para secarlos y posteriormente separados en lotes de cinco unidades. Se utilizaron tres tipos de empaque: bolsas de polietileno de 15x30cm y 0,025mm de espesor, con 12 perforaciones de 5 mm de diámetro, distribuidos de manera lineal y equidistantes, atadas con ligas plásticas para reducir la concentración de etileno; bandejas de poliestireno expandido (anime), empaques constituidos con bandeja de poliestireno expandido con una película flexible de cloruro de polivinilo (Envoplast), selladas herméticamente y mallas plásticas, empaques de malla plástica de aproximadamente 40 cm de longitud anudadas en los extremos y un grupo sin empaque (control). Los frutos se colocaron en 60 empaques y se distribuyeron de la siguiente manera: 60 empaques (4x3=12 por cada tiempo) a 10 ± 2 °C y $85 \pm 5\%$ HR (refrigeración) y 60 empaques a 24 ± 2 °C y $60 \pm 5\%$ de HR (ambiente, temperatura del laboratorio), cada empaque contenía 5 frutos de parchita. Se evaluaron las variables peso, diámetro polar y ecuatorial de los frutos, firmeza y espesor de la cáscara al inicio (tiempo 0) y después cada siete días de almacenamiento, para un total de cinco tiempos (0, 7, 14, 21, 28 días).

De un total de 600 frutos de parchita distribuidos según los tratamientos, se evaluaron 240 ya que el 60 % (360 frutos) de las muestras utilizadas en el ensayo resultaron con deterioro después de siete días de almacenamiento. Las muestras fueron evaluadas en el Laboratorio de Fitopatología del INIA y el diagnóstico se realizó usando la metodología de aislamiento de microorganismos en medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA). Para el análisis se utilizaron pequeños cortes de frutos, los cuales presentaban manchas de diferentes formas y colores, éstos fueron incubados por un período de 48 h. Los microorganismos detectados en el medio de cultivo fueron identificados a nivel de género utilizando como elemento indicador las conidias, mediante claves ilustradas. Los hongos más frecuentes fueron: *Alternaria* sp., *Asochyta* sp., *Glomerella* sp., y *Colletotrichum gloeosporoides*. Se observaron lesiones debidas a manchas de color marrón causadas por *Alternaria* sp., y *C. gloeosporoides* y estas fueron las patologías mayormente encontradas en ambos lotes. Las lesiones comprometieron la calidad exterior e interior de los frutos y contribuyeron al deterioro de los frutos. (Berto Arias, INIA. 2006, comunicación personal).

El peso fue determinado utilizando una balanza electrónica Ohaus y el diámetro polar y ecuatorial, se midió mediante un vernier digital con una precisión de $\pm 0,01$ mm. Se realizó una sola

medición por fruto para el diámetro polar y tres mediciones por fruto para el diámetro ecuatorial y se calculó el promedio. Todos estos caracteres fueron determinados en cinco frutos de parchita. Para la medición de firmeza del fruto, se colocó un fruto por vez, en la plataforma plana del equipo Texturómetro Lloyd 500 (Lloyd Instruments Fareham, Hampshire, Reino Unido), en el centro de la celda de carga utilizando una punta de 2 mm a una velocidad 50 mm/min con una carga de 5 N (1,12 lbf) [17]. Luego la punta se desplazó hasta la penetración de cada fruta (se utilizaron 3 frutos en cada evaluación y se calculó el promedio de los valores), siendo determinada la firmeza por el valor de la fuerza máxima pico requerida por la punta para penetrarla.

Los frutos fueron posteriormente cortados en el plano ecuatorial con un cuchillo de acero inoxidable para obtener dos mitades y medir el espesor. Se realizaron diez mediciones con el vernier digital en diferentes secciones de las mitades (cinco en ambas caras) tratando de cubrir y representar toda la circunferencia, se promediaron los valores.

Los lotes fueron separados y ubicados de acuerdo a un diseño de parcelas divididas con tres repeticiones, siendo las parcelas principales, la condición de temperatura y las subparcelas la interacción tiempo de almacenamiento * tipo de empaque. Cuando el error cuadrático medio de las subparcelas fue mayor a aquel de las parcelas principales se combinaron los dos errores. Los resultados fueron analizados mediante un análisis de varianza y la separación de medias se realizó mediante la prueba de la Mínima Diferencia Significativa. Adicionalmente, para la firmeza de los frutos y espesor de la cáscara, se realizó un análisis de varianza comparando frutos de parchita al inicio del experimento con la interacción tiempo de almacenamiento (7, 14, 21 y 28 días) * tipo de empaque, la comparación para este último análisis se realizó mediante la prueba de Dunnett. Se calculó el coeficiente de correlación lineal de Pearson entre pares de caracteres. Todas las inferencias estadísticas se

realizaron al 5% de significación.

3. Resultados

En el análisis de la variable peso de 5 frutos (cuadro 1), se observaron diferencias significativas en función de la interacción de los tres factores. Para los 0 y 7 días de almacenamiento no hubo diferencias entre frutos almacenados bajo refrigeración (10 °C) y al ambiente (24 °C), pero a partir de los 14 días hasta el final del almacenamiento a los 28 días, los tratamientos bajo refrigeración tuvieron un mayor peso de fruto que los no refrigerados, debido a la pérdida de los frutos atacados por hongos. Se observó una disminución en el peso de los frutos almacenados a 24 °C en todos los tipos de empaques a medida que transcurrió el periodo de evaluación, esto también ocurrió a 10 °C pero sólo en los empaques de malla y frutos sin empaque, esto puede ser debido a que los frutos se deshidratan y pierden peso durante su almacenamiento. Por otra parte, también estos resultados indican el efecto beneficioso del empaque para la conservación del peso después de la cosecha. Implica además el efecto protector sobre la deshidratación de los frutos o el posible arrugamiento por efecto del frío, mayormente en los frutos empacados en bolsas de polietileno con perforaciones seguido de los frutos en bandejas protegidos con una película flexible de cloruro de polivinilo. Para los frutos empacados con malla y los controles el efecto fue similar. En relación a los frutos almacenados a 24 °C, se observó el beneficio del empaque mayormente en los frutos empacados en bolsas de polietileno con perforaciones, esto se debe a que estas bolsas con perforaciones contribuyen a controlar tanto la respiración como las concentraciones de etileno en el interior del empaque, seguido de los frutos en bandejas protegidos con una película flexible de cloruro de polivinilo. El menor peso lo presentaron los frutos sin empaque y los empacados en malla para los cuales el efecto del empaque y la temperatura fue similar.

Cuadro 1. Promedios para el peso (g) de 5 frutos de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) almacenados en diferentes tipos de empaque a dos temperaturas en el tiempo.

Temperatura (°C)	Tipo de ‡ Empaque	Peso (g) de 5 frutos †				
		Periodo de Evaluación (días)				
		0	7	14	21	28
10	BanAni	656,2 Abcd	641,2 Acd	701,1 Aabc	760,3 Aab	658,3 Aa-d
10	BolPoli	686,7 Aabc	632,5 Acd	771,5 Aa	720,6 Aabc	641,5 Acd
10	EmpMalla	698,0 Aabc	613,0 Acd	563,8 Ade	428,0 Af	380,4 Af
10	SinEmp	560,7 Ade	473,6 Aef	480,0 Aef	370,6 Af	422,0 Af
24	BanAni	761,3 Aa	722,7 Aab	DI ‡	DI	DI
24	BolPoli	649,1 Aa	611,7 Ab	DI	DI	DI
24	EmpMalla	677,1 Aab	459,8 Ac	DI	DI	DI
24	SinEmp	626,6 Ab	403,4 Ac	366,0 Ac	DI	DI

† Prueba de la mínima diferencia significativa (MDS) ($p \leq 0,05$). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes. Letras mayúsculas para comparar entre temperaturas dentro de un mismo tratamiento de empaque x tiempo (MDS = 238,9 g). Letras minúsculas para comparar entre la interacción empaques x tiempo de evaluación a una misma temperatura. (MDS = 113,7 g). ‡ DI = Dato inexistente debido a la pérdida de los frutos de parchita por ataque de patógenos.

Cuando se compararon las variables diámetro ecuatorial y polar (cuadros 2 y 3) se observó una interacción significativa para los factores. En general, no hubo diferencias entre los tipos de empaque a los 0 y 7 días de almacenamiento, pero a partir de los 14 días, el diámetro ecuatorial de los frutos fue mayor a 10 °C, debido a que los frutos se dañaron a 24 °C. Esto permite denotar el efecto conservador de la baja temperatura, permitiendo extender su vida útil. El diámetro ecuatorial tendió a disminuir con el tiempo de almacenamiento, especialmente en el empaque de malla y en los frutos sin empaque. Esto puede estar relacionado con la pérdida de peso, ya que al disminuir el peso los frutos tienden a perder turgencia, arrugarse y por ende disminuir su diámetro ecuatorial.

En el cuadro 4, se observa el efecto de los tres factores sobre la firmeza de los frutos. Los frutos almacenados bajo refrigeración tuvieron una mayor firmeza que aquellos almacenados al ambiente en

evaluación, disminuía la firmeza del fruto.

Al analizar el espesor de la cáscara se observó interacción entre los tres factores. En general, los frutos almacenados a 10 °C tuvieron un mayor espesor del fruto. Los frutos también tendieron a disminuir el espesor con incrementos en el periodo de evaluación. Las bolsas de polietileno con perforaciones parecieron ser el mejor tratamiento (cuadro 5). Al comparar mediante la prueba de Dunnet (datos no mostrados), la firmeza de los frutos y el espesor de la cáscara de los 32 tratamientos (tipo de empaque x periodo de evaluación) con el control (frutos evaluados en el periodo 0 días) se encontró que estas dos variables fueron más altas en el control con un valor de 19,4 N para la firmeza de los frutos y 10,29 mm para el espesor de la cáscara.

Al establecer la correlación entre el peso y el diámetro de los frutos (cuadro 6) se observa que el diámetro ecuatorial al igual que el diámetro polar

Cuadro 2. Promedios para el diámetro ecuatorial (mm) de frutos de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) almacenados en diferentes tipos de empaque a dos temperaturas en el tiempo.

Temperatura (°C)	Tipo de ‡ Empaque	Diámetro ecuatorial (mm) del fruto †				
		Periodo de Evaluación (días)				
		0	7	14	21	28
10	BanAni	70,07 Aabc	67,00 Ab-f	70,60 Aab	68,98 Aa-d	64,08 Ad-h
10	BolPoli	67,59 Ab-e	63,72 Ae-h	73,90 Aa	69,53 Aabc	67,28 Ab-e
10	EmpMalla	69,75 Aabc	65,60 Ab-g	67,15 Ab-e	59,86 Ahi	52,58 Aj
10	SinEmp	65,10 Ac-g	61,88 Af-i	61,36 Aghi	59,55 Ahi	56,68 Aij
24	BanAni	74,57 Aa	72,52 Aab	DI ‡	DI	DI
24	BolPoli	66,90 Acde	64,96 Acde	DI	DI	DI
24	EmpMalla	68,70 Abc	62,39 Aef	DI	DI	DI
24	SinEmp	68,05 Abcd	63,41 Adef	59,47 Af	DI	DI

† Prueba de la mínima diferencia significativa (MDS) ($p \leq 0,05$). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes. Letras mayúsculas para comparar entre temperaturas dentro de un mismo tratamiento de empaque x tiempo (MDS = 10,96 mm). Letras minúsculas para comparar entre la interacción empaques x tiempo de evaluación a una misma temperatura. (MDS = 5,22 mm). ‡ DI = Dato inexistente debido a la pérdida de los frutos de parchita por ataque de patógenos.

todos los periodos de evaluación. También se observó que a medida que se incrementaba el periodo de

presentaron una correlación significativa positiva con el peso, a medida que aumenta el peso también lo

Cuadro 3. Promedios del diámetro polar (mm) de frutos de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) almacenados en diferentes tipos de empaque a dos temperaturas en el tiempo.

Temperatura (°C)	Tipo de ‡ Empaque	Diámetro polar (mm) del fruto †				
		Periodo de Evaluación (días)				
		0	7	14	21	28
10	BanAni	79,06 Aa-f	78,20 Ab-g	83,77 Aa	81,37 Aabc	79,13 Aa-f
10	BolPoli	79,37 Aa-e	79,44 Aa-d	83,59 Aa	82,18 Aab	79,16 Aa-f
10	EmpMalla	79,29 Aa-f	79,33 Aa-e	79,77 Aabc	74,51 Ae-h	70,90 Ah
10	SinEmp	74,67 Ad-h	74,44 Afgh	76,93 Agh	74,02 Agh	77,89 Ab-g
24	BanAni	85,64 Aa	83,79 Aab	DI ‡	DI	DI
24	BolPoli	78,10 Acd	78,66 Acd	DI	DI	DI
24	EmpMalla	80,63 Abc	77,43 Acd	DI	DI	DI
24	SinEmp	77,40 Acd	75,00 Ad	80,68 Abc	DI	DI

† Prueba de la mínima diferencia significativa (MDS) ($p \leq 0,05$). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes. Letras mayúsculas para comparar entre temperaturas dentro de un mismo tratamiento de empaque x tiempo (MDS = 10,24 mm). Letras minúsculas para comparar entre la interacción empaques x tiempo de evaluación a una misma temperatura. (MDS = 4,88 mm). ‡ DI = Dato inexistente debido a la pérdida de los frutos de parchita por ataque de patógenos.

hacen los diámetros polares y ecuatoriales. Se observa también una correlación significativa positiva entre los dos diámetros de los frutos evaluados. Por otra parte, cuando aumentó el espesor de la cáscara de los frutos también se incrementó la firmeza de los mismos.

4. Discusión

El peso total de los 5 frutos varió entre 366,0 y 771,5 g (73,2 y 154,3 g/fruto, respectivamente), el diámetro ecuatorial estuvo entre 52,58 y 74,57 mm y el polar entre 70,90 y 85,64 mm, mientras que el espesor de la cáscara varió entre 1,96 y 7,11 mm. Aular *et al.* [5] colectaron frutos de parchita amarilla

en tres localidades de la zona Sur del lago de Maracaibo en dos estados de maduración (verde-amarillo y amarillo) y encontraron valores entre localidades de 93,6 y 116,8 g para el peso de los frutos, de 5,9 y 6,4 cm para el diámetro ecuatorial, de 6,3 y 6,8 cm para el diámetro polar y 0,5 y 0,7 cm para el espesor de la cáscara. Rangos que son ligeramente inferiores a los obtenidos en este ensayo para el peso de los frutos, diámetro ecuatorial y diámetro polar, pero mayores para el espesor de la cáscara. En otro experimento, Aular y Rodríguez [4] indicaron un peso de frutos de sólo 73,72 g. Estos resultados diferentes pueden deberse a factores genéticos (tipo de variedad) y/o factores ambientales (precipitación, temperatura, prácticas agronómicas, etc.). Gómez *et al.* [15]

Cuadro 4. Promedio de la firmeza (N) de frutos de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) almacenados en diferentes tipos de empaque a dos temperaturas en el tiempo.

Temperatura (°C)	Tipo de ‡ Empaque	Textura (N) de la cáscara del fruto †						
		Periodo de Evaluación (días)						
		7		14		21		28
10	BanAni	12,30 AB	11,34 A-D	6,49 EFG	0,00	I		
10	BolPoli	12,76 A	12,04 ABC	7,66 EF	2,77	HI		
10	EmpMalla	13,51 A	12,36 AB	6,18 FG	1,96	HI		
10	SinEmp	13,53 A	9,10 C-F	7,33 EFG	9,45	B-E		
24	BanAni	8,60 DEF	4,33 GH	DI ‡	DI			
24	BolPoli	8,97 C-F	DI	DI	DI			
24	EmpMalla	6,42 EFG	DI	DI	DI			
24	SinEmp	6,04 FG	DI	DI	DI			

† Prueba de la mínima diferencia significativa (MDS) ($p \leq 0,05$). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes (MDS = 3,11 N). ‡ DI = Dato inexistente debido a la pérdida de los frutos de parchita por ataque de patógenos.

Cuadro 5. Promedio del espesor (mm) de la cáscara de frutos de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) almacenados en diferentes tipos de empaque a dos temperaturas en el tiempo.

Temperatura (°C)	Tipo de ‡ Empaque	Espesor (mm) del fruto †							
		Periodo de Evaluación (días)							
		7		14		21		28	
10	BanAni	4,76 FG	5,18 DEF	2,86 JKL	2,04	M			
10	BolPoli	5,99 C	6,89 AB	7,11 A	4,69	FG			
10	EmpMalla	6,24 BC	5,84 CD	4,97 EFG	4,30	GH			
10	SinEmp	5,67 CDE	3,67 HI	2,99 IJK	2,24	LM			
24	BanAni	2,53 KLM	2,64 KLM	DI ‡	DI				
24	BolPoli	6,20 BC	DI	DI	DI				
24	EmpMalla	5,71 CDE	DI	DI	DI				
24	SinEmp	3,52 IJ	DI	DI	DI				

† Prueba de la mínima diferencia significativa (MDS) ($p \leq 0,05$). Letras diferentes indican promedios estadísticamente diferentes (MDS = 0,74 mm). ‡ DI = Dato inexistente debido a la pérdida de los frutos de parchita por ataque de patógenos.

Cuadro 6. Coeficientes de correlación lineal de Pearson entre pares de caracteres de frutos de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener) almacenados en diferentes tipos de empaque a dos temperaturas en el tiempo.

	Peso de los frutos	Diámetro ecuatorial	Firmeza de la cáscara	Espesor de la cáscara
Diámetro ecuatorial	0,800 *			
Diámetro polar	0,817 *	0,751 *		

* Significativo ($p \leq 0,05$).

utilizaron frutos procedentes de la hacienda El Cedro, ubicada en el municipio Miranda, estado Carabobo, Venezuela y encontraron valores de 76, 64 y 5,6 mm para el largo y ancho de frutos y espesor de la corteza, respectivamente y 98,2 g para el peso de los frutos.

Se observó una disminución del peso de los frutos con el transcurrir del tiempo, especialmente en los empaques de malla y frutos sin empaque. Aular *et al.* [7] indicaron que el aumento del tiempo de almacenamiento indujo a un incremento en la pérdida de masa fresca acumulada; sin embargo, se verificó un efecto retardante de las envolturas plásticas sobre esta pérdida. Gómez *et al.* [15] reportaron una menor disminución de peso de frutos de parchita a lo largo de su experimento a 12 °C, con un acumulado de 16,6 g en comparación con la temperatura de 25 °C que fue de 81,4 g. Los autores expresaron que estas amplias diferencias indican que una temperatura de 12 °C en combinación con el empaque plástico de reducida permeabilidad, ejercieron un efecto más pronunciado sobre la pérdida de vapor de agua a través de la corteza del fruto, pudiendo también contribuir a reducir la velocidad del proceso de maduración y mantener una mejor apariencia externa, (este parámetro no fue medido, mas sí apreciado). También expresaron que esta disminución en la pérdida de peso resulta importante desde el punto de vista económico, ya que se reduce el peso vendible y se logra mantener por mayor tiempo una adecuada apariencia externa.

En general, la temperatura baja mantuvo la mejor calidad de las características físicas. La temperatura es un factor de la calidad de los frutos debido a que influye directamente disminuyendo la respiración y si se permite que incremente la temperatura del producto, igualmente incrementará la velocidad de la respiración, generando una mayor cantidad de calor. Así, manteniendo baja la temperatura, se puede reducir la respiración del producto y ayudar a prolongar la vida de poscosecha.

El uso de la refrigeración ha originado diversidad de recomendaciones, los frutos pueden ser almacenados por una semana a temperaturas entre 2,2 y 7,2 °C [23]; otros autores recomiendan usar una temperatura entre 5,6 a 7,2 °C y una humedad relativa de 85 a 90% para lograr una conservación de 4 a 5 semanas de la parchita morada [22]. Frutos almacenados a 5 y 15 °C presentan una rápida deterioración de la apariencia externa y/o mayor pérdida de peso, mientras que a 10 °C por quince días tienen menor superficie arrugada y menor pérdida de peso [2]. Por el contrario, Ochoa *et al.*, [20] indicaron que los frutos cosechados de color verde pero fisiológicamente maduros y sometidos a 20 °C, maduran de manera más uniforme, con mejor sabor y apariencia externa; a 10 °C, maduran lentamente, de manera desuniforme y en algunos se presentan daños por enfriamiento, este mismo daño ocurre en los frutos almacenados a 5 °C, los cuales no maduran; así

mismo, se recomienda que los frutos destinados a la industria se pueden mantener a temperatura ambiente si se desea acelerar la maduración, siendo la temperatura óptima de almacenamiento entre 11 y 15 °C.

En frutos de mango, Vásquez *et al.* [28] concluyeron que a la temperatura ambiente de 25 ± 3 °C, la maduración de los frutos ocurrió de manera rápida, en comparación a los frutos almacenados a baja temperatura (12 ± 2 °C), por lo que se establece que la temperatura de refrigeración retarda el proceso de maduración, disminuye la pérdida de peso y mejora la apariencia externa. Yamashita *et al.* [30] establecieron que la combinación de embalajes individuales, usando películas de polivinilo de cloruro (PVC) con temperaturas de almacenamiento de 12 °C, mostraron ser efectivos para la conservación postcosecha de frutos de mango, prolongando la vida en estante (21 días de vida útil contra seis días en frutas sin embalaje), sin causar lesiones fisiológicas que afectaran las frutas en términos de sabor y aspecto, además de reducir en 3,5 veces la tasa de pérdida de masa. Estos autores concluyeron que este aumento de la vida útil era debido a la reducción de la actividad metabólica y de las pudriciones. Mientras que Ávila *et al.* [8] encontraron que los frutos de guayaba tuvieron la mayor pérdida de peso a temperatura ambiente (27 °C) en ambos estados de madurez (madurez fisiológica y pintones) y señalaron la importancia de que las altas temperaturas aceleran el proceso de respiración y transpiración lo cual ocasiona una mayor pérdida de agua en comparación con las almacenadas a temperaturas de refrigeración.

Aular *et al.* [6] comprobaron que el tratamiento de frutos de parchita maracuyá con agua a $47,5 \pm 0,5$ °C por 5 minutos no modificó la maduración de los frutos. Resultados similares a los obtenidos en este ensayo fueron indicados por Gómez [14], quien encontró que las temperaturas de almacenamiento de 25 °C de los frutos de parchita ocasionaron una pérdida de peso, de hasta 5 veces más, en comparación con temperaturas de almacenamiento de 12 °C.

En relación al empaque, el mejor comportamiento se observó en las bolsas de polietileno con perforaciones. Generalmente durante la poscosecha de la parchita maracuyá, se emplea un manejo poco tecnificado, lo que propicia altas pérdidas de este fruto [7]. No obstante, se han encontrado algunos resultados experimentales satisfactorios con el uso de plásticos y diferentes condiciones de almacenamiento, destacando los de Ganapathy y Sing [12], Salazar y Torres [27], Collazos *et al.* [9], Gama *et al.* [11], Sáenz *et al.* [26], Mohammed [19] y Ruggiero *et al.* [24]. Los principales beneficios que han sido verificados por estos autores son el mantenimiento de la apariencia y el retardo en la evolución de la maduración y otros

cambios asociados a la postcosecha [7]. Gómez [14] encontró que la aplicación de cera Primafresh C permite una mayor preservación del fruto de parchita, además de minimizar las pérdidas de peso, al limitar la transpiración del fruto. Esta mayor preservación se evidencia mejor a la temperatura de 25 ° C en la cual el tratamiento con cera incremento en 33 % (3,5 días) la vida útil del fruto en almacén en comparación con el 10 % (2 días) obtenido a 12 °C. Frutos cubiertos con cera Primafresh C, preempacados con una película flexible de cloruro de polivinilo y almacenados a 12 °C presentaron una mayor vida en almacén (21,5 días), menor pérdida de peso acumulado (15,3 g) y mejor apariencia externa.

La permeabilidad, el grosor y la presencia de perforaciones en la envoltura, entre otros factores, determinan la concentración de gases en el interior de los embalajes. Resultados similares a los obtenidos en este ensayo fueron reportados por otros investigadores. Collazos *et al.* [9] observaron que el retardo en la maduración de la parchita maracuyá fue mayor cuanto mayor era el espesor de la envoltura. Gama *et al.* [11] y Mohammed [19] han recomendado embalajes de polietileno de baja densidad para el almacenamiento de este fruto, sin perforaciones y con espesor entre 15 y 40 micras. Por otra parte, Ruggiero *et al.* [24] también obtuvieron buena conservación de este fruto cuando usaron polietileno de baja densidad con perforaciones de 0,5 cm de diámetro.

En este experimento, el empaque de bandeja de poliestireno expandido con una película flexible de cloruro de polivinilo, sellada herméticamente tuvo un comportamiento intermedio bajo refrigeración entre los frutos sin empaque y aquellos empacados en bolsas de polietileno con perforaciones. Gómez [14] indicó que la película flexible de cloruro de polivinilo es de reducida permeabilidad que sirve para empacar cualquier tipo de alimento, es transparente como el polietileno y resistente al calor de agua. Por otra parte, las bolsas de malla tienen un amplio uso, además de su bajo costo, la malla tiene la ventaja de permitir el paso de las corrientes de aire, siendo particularmente beneficiosa en algunos productos y perjudicial en otros, además, pueden lograrse exhibiciones atractivas que estimulan la compra. Sin embargo, este material tiene como desventaja que no ofrecen protección a la luz o los contaminantes y el producto puede llegar al consumidor en mal estado. En este ensayo, las bolsas de malla tuvieron un comportamiento similar al de las bandejas de poliestireno expandido, pero superior al tratamiento sin empaques e inferior a aquel de las bolsas de polietileno, especialmente bajo refrigeración.

La combinación de envolturas plásticas con la refrigeración es de uso frecuente durante el transporte y el almacenamiento de los frutos [18]; entre estas envolturas se han destacado el polietileno de baja densidad y el policloruro de vinilo [25]; las bajas concentraciones de O₂ y las altas de dióxido de

carbono 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 permita una mayor vida útil [16].

La firmeza se mantuvo en frutos almacenados bajo refrigeración y no fue afectada por los tipos de empaques, resultados similares en relación al tipo de empaque fueron indicados por Gómez [14] quien no encontró diferencias en la firmeza de frutos de parchita almacenados a 25 y 12 ° C con encerado y película flexible de cloruro de polivinilo en comparación con aquellos sin empaque, pero también indicó resultados diferentes al encontrar que los frutos almacenados a 25 °C tuvieron una mayor firmeza que aquellos almacenados a 12 °C. Este autor indicó que la menor resistencia (10,9 N) de la corteza de los frutos a 12 ° C pudiese estar asociada a un mayor turgor en su cutícula, la cual se presentó más quebradiza. Aquellos frutos almacenados a 25 °C, mostraron un mayor porcentaje de superficie arrugada y elasticidad en su corteza, como consecuencia de una mayor pérdida de humedad a través de la transpiración. Los frutos almacenados a 12 °C con cubierta cerosa, si bien presentaban turgor en su cutícula, la misma no era quebradiza, de allí una mayor resistencia, similar a la de los frutos almacenados a 25 °C, pero sin la presencia de superficie arrugada, es decir, presentaban mejor apariencia externa. Yang *et al.* [29] estudiaron la influencia de la temperatura de almacenamiento sobre las propiedades texturales del fruto del árbol de la cera o arrayán (*Myrica cerifera* L), los frutos se cosecharon en el estado maduro y se almacenaron a 20, 10 y 1 ° C durante 60 horas, 4 días y 14 días, respectivamente y encontraron una disminución en la firmeza del fruto durante el almacenamiento. Las temperaturas altas de almacenamiento produjeron una disminución acelerada de la firmeza del fruto y concluyeron que el almacenamiento a baja temperatura es beneficioso para retrasar los cambios texturales y mantener la calidad del sabor del fruto de la cera después de la cosecha. Según Abbott y Harker [1] y Gama *et al.*, [10] la naturaleza compleja de la firmeza está asociada con la diversidad de tejidos envueltos.

5. Conclusiones

El empaque y la temperatura de almacenamiento ejercieron un efecto en la pérdida de peso de los frutos, mayormente en los frutos sin empaque y los empacados en malla, y éstas pérdidas se observaron de manera más marcada en los frutos almacenados a 24 °C. Tanto el diámetro ecuatorial como el diámetro polar disminuyeron en los frutos sin empaque y los empacados en mallas, mientras que en los empacados en bandejas de poliestireno expandido con una película flexible de cloruro de polivinilo y en bolsas de polietileno se conservaron mejor. La

reducción del diámetro fue más pronunciada en los frutos almacenados a 24 °C.

Las bolsas de polietileno con perforaciones en combinación con la temperatura de 10 °C fue el tratamiento que conservó mejor la calidad de los frutos. La parchita por ser un fruto con alta producción de etileno, debe almacenarse en empaques que permitan la respiración del producto. La temperatura influyó en la pérdida de firmeza del fruto. Durante el tiempo de almacenamiento se observó reducción en la firmeza del fruto, con mayor pérdida en aquellos frutos almacenados a temperatura ambiente. Tanto la temperatura como los tipos de empaques afectaron la reducción de espesor del fruto. El tiempo de almacenamiento afectó el espesor del fruto observándose una disminución en ambas temperaturas.

El peso, el diámetro ecuatorial y polar de los frutos de parchita presentan una relación directamente proporcional entre sí, mientras que la firmeza así como el espesor del fruto están directamente correlacionados.

Las bolsas de polietileno resultó el empaque más efectivo en el almacenamiento de parchitas.

12. Referencias

- [1] Abbott, J. A. and Harker, R. 2003. Texture. 1-19. <http://usna.usda.gov/hb66/021texture.pdf>. Accessed 07 May 2007.
- [2] Arjona, H. E.; Matta, F. B. y Garner Jr., J. O. "Temperature and storage time affect quality of yellow passion fruit". *HortScience* 27: 809-810. 1992.
- [3] Aular, J. "Análisis de la producción de parchita y otras pasifloras en Venezuela". p. 2-9. *In* II Curso de Actualización de Conocimientos en Fruticultura. Barquisimeto. 15 al 23 de Septiembre de 2005. UCLA-Posgrado de Horticultura. Lara. Venezuela. 2005.
- [4] Aular, J. y Rodríguez, Y. "Algunas características físicas y químicas del fruto de cuatro especies de *Passiflora*". *Bioagro* 15: 41-46. 2003.
- [5] Aular, J.; Bautista, D. y Maciel, N. "Características de la fruta de parchita en tres localidades del Sur del lago de Maracaibo". *Agronomía Trop.* 46: 119-127. 1996.
- [6] Aular, J.; Durigan, J. y Ruggiero, C. "Efeito do tratamento hidrotermico e da aplicação de fungicida sobre o comportamento pós-colheita de frutos de maracujá-amarelo". p. 132. *In* Congresso Paulista de Fitopatologia, 21, UNESP. Jaboticabal. Brasil. 1999.
- [7] Aular, J.; Ruggiero, C. y Durigan, J. "Efecto de la envoltura plástica y el tiempo de almacenamiento sobre el comportamiento poscosecha de frutos de parchita maracuyá". *Bioagro* 13: 15-21. 2001.
- [8] Ávila, J.; Barrios, F.; Bravo, M.; Briceño, M. A. Briceño, W. "Efecto de la temperatura y el estado de madurez en la calidad poscosecha de la guayaba *Psidium guajava*, L". p. 115-124. *In* Jornada sobre Manejo Postcosecha de Frutas. 6 y 7 abril del 2006. UCLA-Posgrado de Horticultura. Lara. Venezuela. 2006.
- [9] Collazos, O.; Bautista, A.; Millán, B. y Mapura, B. "Efecto de bolsas de polietileno en la conservación de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*), curuba (*Passiflora mollissima* HBK Bailey) y tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.)" *Acta Agronómica* 34: 53-59. 1984.
- [10] Dobrzański, B.; Rabcewicz, J. and Rybczyński, R. "Handling of apple". Bohdan Dobrzański Institute of Agrophysics of Polish Academy of Sciences. Lublin, Poland. 234 p. 2006.
- [11] Gama, F.; Manica, I.; Kist, H. y Accorsi, M. "Aditivos e embalagens de polietileno na conservação do maracujá-amarelo armazenado em condições de refrigeração". *Pesq. Agropec. Bras.* 26: 305-310. 1991
- [12] Ganapathy, K. and Singh, H. "Storage behavior of purple passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) under different storage conditions". *Indian Journal of Horticultural* 33 (3-4): 220-223. 1976
- [13] Garcia Torres, M. A "Guía técnica. Cultivo de maracujá amarillo". Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). San Salvador, El Salvador, 31 p. 2002.
- [14] Gómez, K. "Efecto de la temperatura de almacenamiento y uso de cera sobre la actividad respiratoria y algunos atributos de calidad de frutos de parchitas *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener C.V. "Maracuyá". *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 17: 1-9. 2000.
- [15] Gómez, K.; Ávila, E. y Escalona, A. "Curva de crecimiento, composición interna y efecto de dos temperaturas de almacenamiento sobre la pérdida de peso de frutos de parchita 'Maracuyá' (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener)". *Rev. Fac. Agron. (Maracay)* 25: 125-137. 1999.
- [16] Kader, A. 1995. Regulations of fruit physiology by controlled y modified atmospheres. *Acta Horticultural* 398: 59-67.
- [17] Lloyd Manual. "Texturometer Manual Lloyd 500". Lloyd Instruments Fareham, Hampshire, Reino Unido. 1999.
- [18] Moleyar, V. and Narasimham, P. "Modified atmosphere packaging of vegetables: an appraisal". *Journal of Food Science and Technology* 31: 267-278. 1994.
- [19] Mohammed, M. 1993. "Storage of passion fruits in polymeric films". *Proceedings of Interamerican Society of Tropical Horticulture* 37: 85-88.
- [20] Ochoa C., F. M.; Pulgar, R.; Gutiérrez, M. y Delgado, R. "Efecto de la temperatura sobre la maduración y almacenamiento de frutos de parchita Maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener.)". *En: XI Jornadas*

- Agronómicas de la Sociedad Venezolana de Ingenieros Agrónomos. Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. p. 24. 1984.
- [21] Otahola, V. "Regeneración de plantas de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) a partir del cultivo in vitro de discos de hojas". *Bioagro* 12: 71-74. 2000.
- [22] Pruthi, J. "Physiology, chemistry and technology of passion fruit". *Adv. Food Res.* 12: 203-282. 1963.
- [23] Ruggiero, C. "Cultura do Maracujazeiro". Brasil, UNESP. 250 p. 1987
- [24] Ruggiero, C.; São Jose, A.; Volpe, C.; de Oliveira, J.; Durigan, J.; Baungartner, J.; da Silva, J.; Nakamura, K.; Ferreira, M.; Kavati, R. e Pereira, V. "Maracujá para exportação: aspectos técnicos da produção". Brasília. Frupex-Embrapa. 63 p. 1996.
- [25] Sacharon, S. and Griffin, R. "Food packaging". Wesport. AVI Publication. U.S.A. 412 p. 1970.
- [26] Sáenz, M.; Castro, L. y González, J. "Efecto del empaque y la temperatura de almacenamiento sobre la vida poscosecha y la calidad de los frutos de maracuyá amarilla (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa*)". *Agronomía Costarricense* 15: 79-83. 1991.
- [27] Salazar, R. y Torres, M. "Almacenamiento de frutos de maracuyá (*Passiflora edulis* var. *flavicarpa* Degener) en bolsas de polietileno". *Revista ICA* 12: 1-11. 1977.
- [28] Vásquez H.; Florio, S. y Pérez de Camacaro, M. "Efecto de la temperatura de almacenamiento y empaque sobre la maduración y calidad del mango criollo 'Bocado' (*Mangifera indica* L.). I. Variables físicas". p. 89-103. *In Jornada sobre Manejo Postcosecha de Frutas*. Barquisimeto. 06 y 07 de abril de 2006. Lara, Venezuela. 2006.
- [29] Yang, Z.; Zheng, Y.; Cao, S.; Tang, S.; Ma, S. and Li, N. "Effects of storage temperature on textural properties of Chinese bayberry fruit". *J. Texture Stud.* 38: 166-177. 2007.
- [30] Yamashita, F.; Caldo, A.; Georgetti, J.; Moriya, S. e Benassi, M. "Embalagem individual de mangas cv. 'Tommy Atkins' em filme plástico. Efeito sobre a vida de prateleira". *Rev. Bras. Frutic.* 23: 288-292. 2001.