

CONSERVACIÓN POSTCOSECHA DE GUAYABAS 'PEDRO SATO' SOMETIDAS A APLICACIÓN DE EMULSIONES DE CERA ¹

Ramón Martínez Ojeda ²

Angelo Pedro Jacomino ²

Ricardo Alfredo Kluge ³

ABSTRACT

The effects of several carnauba waxes in the postharvest preservation of 'Pedro Sato' guavas was evaluated under room conditions (25°C and 70-80% RH). The fruits were washed in a sodium hypochlorite solution (0.15g.L⁻¹) and then, the waxes were applied manually using a pipette, in a proportion of 0.15 at 0.20mL per fruit. Five commercial waxes (Citrosol AK, Citrosol M, Fruit Wax, Meghwax ECF-100 and Cleantex wax) and a control (untreated fruits) were studied. The experimental design was entirely randomized with six treatments, using four replications for treatment and five fruits per experimental unit. Afterwards harvest, the guavas were characterized and evaluated each two days until the sixth day after treated, being analyzed weight loss, color of the skin and pulp, firmness, total soluble solids, total acidity and vitamin C content. All the waxes reduced the rot incidence. The level of rot incidence at the sixth day was 30% for untreated fruits and varying among 5% and 20% for treated fruits. Meghwax ECF-100 provided the least incidence of rot (5%), the appearance of the fruits was enhanced, keeping the skin color and the pulp firmness. However, a small alteration was noted in the fruit's flavor and aroma, and a red color of the pulp has a lesser development.

Key words: *Psidium guajava*, storage, modified atmosphere, wax.

RESUMEN

Se evaluó el efecto de diversas ceras a base de carnauba en la conservación postcosecha de guayabas 'Pedro Sato' bajo condiciones de ambiente natural (25°C y 70-80% HR). Las frutas cosechadas fueron lavadas con hipoclorito de sodio (150mg.L⁻¹) y tratadas con cinco ceras comerciales (Citrosol AK, Citrosol M, Fruit Wax, Meghwax ECF-100 y Cleantex wax), aplicadas manualmente con pipeta, en una proporción de 0.15 a 0.20 mL por fruta. Guayabas sin tratamiento fueron utilizadas como testigos. El delineamiento experimental fue completamente al azar, con seis tratamientos, cuatro repeticiones y cinco frutas por parcela que fueron caracterizadas y evaluadas a los dos, cuatro y seis días posteriores a los tratamientos, con relación a pérdida de masa, color de la cáscara y de la pulpa, firmeza de la pulpa, sólidos solubles totales, acidez titulable total y contenido de vitamina C. Las ceras disminuyeron la incidencia de pudriciones entre 5 y 20%, mientras que los no encerados presentaban 30% de pudriciones. Meghwax ECF-100 redujo las pudriciones a 5%, proporcionó una mejor apariencia, mantuvo la coloración de la cáscara y la firmeza de la pulpa. Sin embargo, fue verificada una pequeña alteración en el sabor y aroma, acompañada de una menor evolución del color rojo de la pulpa.

Palabras clave: *Psidium guajava*, conservación, atmósfera modificada, cera.

¹ Parte de la disertación para la obtención del título de Maestro en Agronomía del primer autor.

² Docente-Investigador a tiempo completo de la Facultad de Ciencias Agrarias, sede Pedro Juan Caballero, Paraguay.

³ Profesor Doctor de la Escuela Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», Universidad de São Paulo.

INTRODUCCIÓN

La guayaba (*Psidium guajava* L.), además de ser consumida como fruta *in natura*, posee gran importancia en las industrias. En éstas son empleadas para elaborar jaleas, pastas, purés, refrescos, helados, jugos, jarabes, vinos y otros productos (MEDINA et al., 1988, BLEINROTH et al., 1992).

En el Brasil, los pomares se concentran en los Estados de San Pablo y Pernambuco, totalizando 80% de la producción, la que en los últimos años viene presentando una significativa expansión en el área plantada (FNP, 2000). Entretanto, el destino de la fruta utilizada en las industrias represente la mayor parte, se ha visto un aumento del consumo *in natura* en el mercado brasileño, con una media de 300 g *per capita* al año de fruta fresca (SILVA et al., 1998).

CARRARO & CUNHA (1994) mencionan que en el Brasil se produce tanto la guayaba con pulpa roja como la blanca. Entre las variedades de pulpa roja más cultivadas se encuentran 'Pedro Sato', 'Sassaoka', 'Ogawa', 'Paluma' y 'Rica'. Éstas presentan precios medios anuales mayores que las variedades de pulpa blanca.

Se ha verificado grandes pérdidas de guayaba después de la cosecha, durante la comercialización, por falta de adopción de técnicas adecuadas de conservación y manejo que permitan mantener por mayor tiempo las cualidades de las frutas (CARVALHO, 1994; CHITARRA, 1994). Para disminuir esas pérdidas se pueden utilizar tratamientos con fungicidas, control de temperatura y humedad, manejo de la concentración de gas atmosférico, uso de embalajes y aplicación de ceras.

El uso de las coberturas cerosas en alimentos no es una práctica reciente. En China entre los siglos XII y XIII ya se utilizaban en naranjas y limones para retardar pérdida de agua, y en la Inglaterra del siglo XVI, se aplicaban tocinos para conservar alimentos (POZZAN, 1992; BALDWIN et al., 1997). Pero a partir de la década de 1980, viene siendo estudiada con mayor detenimiento, mencionándose como principal limitación su costo y los posibles efectos residuales en los productos. Sin embargo, aumentan el período de conservación de las frutas y hortalizas, al disminuir la tasa de transpiración y la actividad metabólica del producto (OLIVEIRA, 1996).

El uso de ceras en guayaba no es una práctica empleada en forma comercial; sin embargo, en los trabajos de investigación se obtuvieron resultados promisorios. Así PIVETTA et al., (1992b) y TAVARES (1993) consiguieron aumentar el período de conservación de guayabas 'Rica' y 'Paluma', con aplicación de cera Sta Fresh. McGUIRE (1997) observó dos días de atraso en la maduración, como consecuencia de tratamiento térmico asociado con cera de carnauba, entretanto, las frutas aumentaron la sus-

ceptibilidad a los daños por frío, enfermedades y pérdidas de masa.

La cera de carnauba es extraída de hojas de la palmera *Copernicia cerifera*, se compone en media de una cadena de 56 carbonos (80 - 85%), elevado peso molecular y esteroides; además, alto contenido de alcoholes libres, la que le confiere características ideales como barrera de gases y vapor de agua (CARVALHO FILHO, 2000).

Considerando el creciente mercado de guayabas *in natura* y la alta perecibilidad de la fruta después de cosechada, fue conducido el presente experimento con el objetivo de evaluar los efectos de diversos tipos de ceras a base de carnauba, en la conservación postcosecha de guayabas 'Pedro Sato' bajo condiciones de ambiente natural.

MATERIALES Y MÉTODOS

Frutos de guayaba variedad Pedro Sato fueron obtenidos de un pomar comercial en el Municipio de Vista Alegre do Alto - SP, Brasil. Fueron cosechados en estado verde-maduro, seleccionados en base a tamaño y color, e inmediatamente transportados al Laboratorio de Postcosecha de Productos Hortícolas del Departamento de Producción Vegetal de la ESALQ/USP¹, en Piracicaba - SP.

Las frutas sin defectos, sanas y con peso de $168\text{g} \pm 15\text{g}$, fueron sumergidas en una solución de hipoclorito de sodio (150mg.L^{-1}) y padronizadas por parcelas. Una vez secas, se aplicaron las ceras en forma manual e individual (fruta por fruta), con el auxilio de una pipeta la dosis equivalente a un litro de cera por tonelada de fruta (0.15 a 0.20 mL de cera por fruta). Las ceras comerciales utilizadas fueron Citrosol AK, Citrosol M, Fruit Wax, Meghwax ECF-100 y Cleantex wax. Frutas sin aplicación de cera fueron empleadas como testigo. Posteriormente fueron almacenadas sobre bancadas, en condiciones ambientales ($25^\circ \pm 2^\circ\text{C}$ y 70-80% HR).

El delineamiento experimental fue un diseño completamente al azar con seis tratamientos, cuatro repeticiones de cinco frutas por unidad experimental. Las frutas fueron caracterizadas inmediatamente a la cosecha y evaluadas a los dos, cuatro y seis días, para las diferentes variables analizadas.

En la Tabla 1 se presentan algunas características de las ceras comerciales utilizadas. Según los fabricantes, las materias primas utilizadas en la elaboración de las ceras están certificadas por el F.D.A (Food and Drug Administration - U.S.A.), pudiendo ser aplicadas en frutas cuyas cáscaras pueden ser ingeridas sin riesgos de intoxicación.

¹ Escuela Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz» / Universidad de San Pablo, Brasil.

Tabla 1. Algunas características de las emulsiones de cera de carnauba utilizadas en el tratamiento de guayabas 'Pedro Sato'.

Nombre Comercial	Contenido de cera de carnauba (%)	Fabricante
Citrosol AK	18	Electroquímica del Serpis S.A.
Fruit wax	18 a 21	Spartan do Brasil Produtos Químicos Ltda.
Citrosol M	10	Electroquímica del Serpis S.A.
Meghwax ECF-100	30	Megh Indústria e Comercio Ltda.
Cleantex wax	18,5 a 20,5	PRTrade Representação, Comércio e Exportação Ltda.

* Representante para el Brasil.

Las evaluaciones realizadas obedecieron a las siguientes metodologías: **a) Pérdida de masa**, determinada por la diferencia entre la masa inicial y la masa final, con una balanza digital (sensibilidad 0.01g) y expresada en porcentaje de la masa inicial; **b) Sólidos solubles totales (SST)**, a través de lectura directa en un refractómetro marca Abbe, modelo 2WAJ (Atto Instruments Co.) en una muestra centrifugada de la pulpa, expresando los resultados en °Brix; **c) Ácido ascórbico**, mediante titulación con 2,6 diclorofenilindofenol (DCFI), de acuerdo a la metodología descrita por CARVALHO et al., (1990) y los resultados expresados en miligramos de ácido ascórbico por 100g de pulpa; **d) Coloración de la cáscara y de la pulpa**, con el auxilio de un colorímetro Minolta Croma Meter CR-300 (calibrado en blanco estándar e iluminante D65), expresado en el sistema L*C*h° (Luminosidad, Chroma y Ángulo de color – h°). Realizando dos lecturas por fruta, en lados opuestos de la región ecuatorial para el color de la cáscara y en la región central de la fruta cortada en dos partes (placenta) para el color de la pulpa; **e) Firmeza de la pulpa**, con el auxilio de un penetrómetro manual McCormick, modelo FT-011, puntero de 8mm de diámetro, tomando dos lecturas por fruta, en lados opuestos de la región ecuatorial y los resultados expresados en Newton (N); **f) Acidez total titulable (ATT)**, por titulometría de acuerdo a la metodología descrita por CARVALHO et al., (1990) y los resultados expresados en porcentaje de ácido cítrico en la pulpa.

Los datos obtenidos fueron sometidos a análisis estadísticos conforme al diseño utilizado, aplicándose la prueba F y, cuando significativas, las medias fueron comparadas por Tukey al nivel de 5% de probabilidad. Los análisis fueron realizados a través del programa estadístico SANEST (Sistema de Análisis Estadístico).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las guayabas 'Pedro Sato' presentaron una elevada pérdida de firmeza durante la maduración (Tabla 2). Las frutas fueron cosechadas con una firmeza media de 47.74N y después de seis días de conservación disminuyeron a 15.91N.

Las coberturas cerosas no influenciaron significativamente en la firmeza de la pulpa de las frutas, en el segundo ni en el cuarto día posterior al tratamiento. En el sexto día, las frutas tratadas con la cera Meghwax ECF-100 perdieron alrededor de 53% de su firmeza, con relación a la observada inicialmente, sin embargo, en los demás tratamientos las pérdidas variaron entre 70 y 75%, con excepción de las frutas tratadas con Fruit wax (64%).

Tabla 2. Firmeza de la pulpa de guayabas 'Pedro Sato', tratadas con emulsiones de cera de carnauba y almacenadas a 25°C¹.

Tratamientos	Periodo de almacenamiento (días) ²		
	2	4	6
	----- Newton (N) -----		
Citrosol AK	31.87	22.75	12.48 b
Fruit wax	35.20	16.88	17.28 ab
Citrosol M	32.55	17.41	13.82 b
Meghwax ECF-100	38.32	22.82	22.13 a
Testigo	37.01	16.89	11.21 b
Cleantex wax	38.38	15.96	14.26 b
Medias	35.58	18.78	15.19
Prueba F (tratamiento)	n.s.	n.s.	**
Coefficiente de Variación (%)	11.27	17.73	19.10

¹ Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre sí, según test de Tukey a 5% de probabilidad; ** y n.s. = significativo a P< 0.01 y no significativo, respectivamente.

² Firmeza de las frutas recién cosechadas: 47.74N.

Los valores extremos obtenidos en el presente trabajo en el sexto día de almacenamiento con relación a la firmeza de la pulpa (11.2N y 22.1N), se asemejan a los valores obtenidos por YUSOF & MOHAMED (1987); MCGUIRE (1997) y LIMA et al. (1998). Sin embargo, MERCADO-SILVA et al., (1998) observaron valores bien inferiores (6.2N, 5.8N y 4.7N) en guayabas 'Media China' cosechadas en los estadios verde-maduro, verde-amarillo y amarillo, respectivamente, después de siete días de almacenamiento a 25°C.

La pérdida de firmeza en la fruta es consecuencia de la degradación de la pared celular, causada por un aumento en la actividad de las enzimas celulasa, poligalacturonasa (PG) y pectinametiltransferasa (PME), que complementan al proceso de la maduración. Además, otros procesos, como la hidrólisis del almidón y la pérdida de agua están involucrados en el marchitamiento, según lo relatado por CHITARRA & CHITARRA (1990) y LANA & FINGER (2000).

La coloración es uno de los atributos de calidad más importante para el consumidor. Frutas de color fuerte y brillantes son preferidas, a pesar de que en la mayoría de los casos, no contribuya para un aumento efectivo del valor nutricional o calidad del producto (CHITARRA & CHITARRA, 1990). En la práctica, es el principal indicador del punto de cosecha de la guayaba, las que deben ser cosechadas cuando el color de la cáscara cambie de verde oscuro a verde claro, según recomendado por AHLAWAT et al. (1980).

Tabla 3. Color de la cáscara de guayabas 'Pedro Sato', tratadas con emulsiones de cera de carnauba y almacenadas a 25°C¹.

Tratamientos	Periodo de almacenamiento (días) ²		
	2	4	6
	----- Angulo de color (h°) -----		
Citrosol AK	113.31	112.46 ab	108.59 ab
Fruit wax	113.83	113.81 a	107.75 ab
Citrosol M	111.38	110.41 ab	105.24 b
Meghwax ECF-100	112.59	113.19 a	110.24 a
Testigo	110.99	109.18 b	105.54 b
Cleantex wax	113.32	113.22 a	105.59 ab
Medias	112.57	112.04	107.32
Prueba F (tratamiento)	n.s.	**	*
Coefficiente de Variación (%)	1.20	1.41	1.93

¹ Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre sí, según test de Tukey a 5% de probabilidad; **, * y n.s.= significativo a P<E 0.01; P<E 0.05 y no significativo, respectivamente.

² Color de la cáscara en frutas recién cosechadas: h° = 117.38.

El ángulo de color (h°) es una medida bastante apropiada para expresar la variación en la coloración de los productos vegetales (McGUIRE, 1992). El h° asume valor cero cuando el color es rojo, 90° cuando amarillo, 180° cuando verde y 270° cuando el color es azul. En la Tabla 3, se observa el valor de h° que inicialmente fue de 117.38° disminuyó a 107.32°, o sea, después de seis días, el color de la cáscara cambió de verde claro a verde amarillo. Esos datos son superiores a los obtenidos por MERCADO-SILVA et al. (1998) en guayabas cosechadas en primavera-verano en México.

Tabla 4. Color de pulpa de guayabas 'Pedro Sato', tratadas con emulsiones de cera de carnauba y almacenadas a 25°C¹.

Tratamientos	Periodo de almacenamiento (días) ²		
	2	4	6
	----- Chroma -----		
Citrosol AK	35.31	43.25 a	43.96 a
Fruit wax	34.81	42.77 a	43.62 a
Citrosol M	35.65	43.45 a	44.48 a
Meghwax ECF-100	34.73	40.15 b	40.74 b
Testigo	35.62	41.84 ab	45.68 a
Cleantex wax	35.15	41.64 ab	43.90 a
Medias	35.21	42.18	43.73
Prueba F (tratamiento)	n.s.	*	**
Coefficiente de Variación (%)	2.06	2.33	2.43

¹ Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre sí, según test de Tukey a 5% de probabilidad; **, * y n.s. = significativo a P<E 0.01, a P<E 0.05 y no significativo, respectivamente.

² Color de las frutas recién cosechadas: Chroma = 32,62.

Se nota también que las frutas tratadas con Meghwax ECF-100 fueron las que mantuvieron la coloración verde más intensa, lo que significa, que la utilización de cera retardó en dos días, aproximadamente, la evolución del color. Estos resultados concuerdan con los obtenidos por NASCIMENTO et al. (1991a, b), PIVETTA et al. (1992b) y McGUIRE (1997).

Tabla 5. Pérdida de masa de guayabas 'Pedro Sato', tratadas con emulsiones de cera de carnauba y almacenadas a 25°C¹.

Tratamientos	Periodo de almacenamiento (días)		
	2	4	6
	----- % -----		
Citrosol AK	2.02 abc	4.13 b	7.02 b
Fruit wax	2.23 ab	4.16 b	5.99 bc
Citrosol M	1.84 bc	3.34 c	5.65 c
Meghwax ECF-100	2.48 a	4.91 a	6.96 b
Testigo	2.43 a	5.14 a	8.41 a
Cleantex wax	1.76 c	3.73 bc	5.58 c
Medias	2.13	4.24	6.60
Prueba F (tratamiento)	**	**	**
Coefficiente de Variación (%)	9.74	7.84	7.92

¹ Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre sí, según test de Tukey a 5% de probabilidad; **= significativo a P<E 0.01.

Durante el período de almacenamiento de las guayabas no se observó ninguna anomalía en la evolución del color. Estos cambios en la coloración, durante la maduración, se deben tanto a procesos de degradación como a procesos de síntesis, que ocurren simultáneamente (CHITARRA & CHITARRA, 1990; AWAD, 1993).

Con relación a la coloración de la pulpa, se verificó que ésta cambió de rosada a roja, según se observan en los valores de cromaticidad presentados en la Tabla 4. La cromaticidad indica la saturación o intensidad del color. En este trabajo se constató un aumento en la intensidad del color rojo, que al inicio del experimento era rosado (32.62) llegando a un rojo intenso (43.73) en el sexto día de almacenamiento. Asimismo, las guayabas enceradas con cera Meghwax ECF-100 presentaron la menor evolución en el color de la pulpa, difiriendo estadísticamente de los demás tratamientos, en el cuarto y sexto día. Probablemente ésta cera causó modificaciones muy drásticas en la concentración de CO₂ y O₂ en el interior de las frutas, alcanzando valores indeseables (McGUIRE, 1997 y BALDWIN et al., 1999).

De una manera general las ceras disminuyeron la pérdida de masa durante el almacenamiento (Tabla 5), en el segundo día, en media, se detectaron pérdidas de 2.13%, y 6.6% después de seis días de conservación. En el sexto día, las frutas sin tratamiento mostraron la mayor pérdida (8.41%), difiriendo significativamente de los demás. Las enceradas con Cleantex wax y Citrosol M revelaron las menores pérdidas, pero sin diferir significativamente de las frutas tratadas con Fruit wax. Estos niveles de pérdidas son inferiores al límite de 15% considerado para guayabas en condiciones de consumo, según lo relatado por MANICA et al. (2000). McGUIRE (1997) obtuvo pérdidas entre 9.2 y 13.3% cuando trató guayabas «Ruby» con ceras y las almacenó a 12°C por siete días.

Tabla 6. Acidez total titulable (ATT) de guayabas 'Pedro Sato', tratadas con emulsiones de cera de carnauba y almacenadas a 25°C¹.

Tratamientos	Periodo de almacenamiento (días) ²		
	2	4	6
	-----% ácido cítrico-----		
Citrosol AK	0.607	0.625 a	0.543
Fruit wax	0.589	0.577 ab	0.539
Citrosol M	0.569	0.553 b	0.521
Meghwax ECF-100	0.598	0.561 ab	0.555
Testigo	0.622	0.629 a	0.550
Cleantex wax	0.595	0.569 ab	0.547
Medias	0.597	0.586	0.542
Prueba F (tratamiento)	n.s.	*	n.s.
Coefficiente de Variación (%)	6.32	5.43	5.95

¹ Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre sí, según test de Tukey a 5% de probabilidad; * y n.s. = significativo a P < 0.05 y no significativo, respectivamente.

² ATT de las frutas recién cosechadas: 0.624%.

Los valores de acidez total titulable (ATT) se redujeron durante el almacenamiento, de 0.624% de ácido cítrico en el momento de la cosecha a 0.542% al cabo de seis días (Tabla 6). No se detectaron diferencias significativas entre los tratamientos en el segundo y sexto día de almacenamiento. Estos resultados están de acuerdo a lo obtenido por MERCADO-SILVA et al. (1998), quienes observaron también disminución en el contenido de la acidez total durante el almacenamiento de guayabas a 25°C. REYES & PAULL (1995) habían relatado que las guayabas no sufren grandes variaciones en la acidez durante el almacenamiento, principalmente a temperaturas en torno a los 15°C.

Tabla 7. Contenido de ácido ascórbico de guayabas 'Pedro Sato', tratadas con emulsiones de cera de carnauba y almacenadas a 25°C¹.

Tratamientos	Periodo de almacenamiento (días) ²		
	2	4	6
	-----mg de ácido ascórbico por 100g de pulpa-----		
Citrosol AK	60.13	57.97 b	51.36 ab
Fruit wax	56.46	51.38 b	50.70 ab
Citrosol M	58.54	54.62 b	52.77 ab
Meghwax ECF-100	62.68	50.48 b	47.98 b
Testigo	61.62	66.80 a	57.46 a
Cleantex wax	60.48	54.45 b	52.38 ab
Medias	59.98	55.95	52.11
Prueba F (tratamiento)	n.s.	**	*
Coefficiente de Variación (%)	6.12	6.61	7.57

¹ Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre sí, según test de Tukey a 5% de probabilidad; **, * y n.s. = significativo a P < 0.01, P < 0.05 y no significativo, respectivamente.

² Contenido de ácido ascórbico de las frutas recién cosechadas: 64.32 mg.100g⁻¹.

El contenido de ácido ascórbico (vitamina C) se redujo con el aumento del periodo de almacenamiento, conforme puede observarse en la Tabla 7. En el segundo día no hubo diferencias significativas entre los tratamientos. En el cuarto día, las frutas tratadas con ceras difirieron del testigo, quien presentó los mayores valores medios. En el sexto día de conservación, las guayabas que fueron tratadas con Meghwax ECF-100 presentaron el menor valor (47.98mg), sin embargo, las que no recibieron ceras mostraron el mayor valor (57.46mg). El contenido inicial de vitamina C hallado en el experimento (64.32mg) fue inferior a los 135.58mg y 88.60mg, obtenidos por LIMA et al., (1998) y YAMASHITA & BENASSI (2000), respectivamente; para la variedad Pedro Sato. Esta diferencia puede ser atribuida a la época de cosecha, al estado de madurez y/o a las condiciones climáticas reinantes durante el desarrollo de las frutas, que según PEREIRA (1995) y MATTHEIS & FELMANN (1999) interfieren en el contenido de ácido ascórbico.

Tabla 8. Contenido de sólidos solubles totales (SST) de guayabas 'Pedro Sato', tratadas con emulsiones de cera de carnauba y almacenadas a 25°C¹.

Tratamientos	Periodo de almacenamiento (días) ²		
	2	4	6
	-----°Brix-----		
Citrosol AK	8.15 c	9.00 b	9.00 b
Fruit wax	8.81 ab	9.13 ab	9.19 ab
Citrosol M	8.69 bc	9.25 ab	9.00 b
Meghwax ECF-100	9.19 ab	9.25 ab	9.69 ab
Testigo	9.38 a	9.94 ab	9.94 ab
Cleantex wax	8.69 bc	10.13 a	10.31 a
Medias	8.82	9.45	9.82
Prueba F (tratamiento)	**	*	**
Coefficiente de Variación (%)	3.34	5.10	5.36

¹ Medias seguidas de la misma letra en la columna no difieren entre sí, según test de Tukey a 5% de probabilidad; ** y * = significativo a P < 0.01 y P < 0.05, respectivamente. SST de las frutas recién cosechadas: 8.56°Brix

El contenido de sólidos solubles totales (SST) aumentó después de la cosecha, pasando de 8.56°Brix al momento de la cosecha a 9.52°Brix al final del experimento (Tabla 8). Los resultados de los tratamientos difirieron estadísticamente entre sí en los diferentes días de evaluación. El aumento observado concuerda con GONGATTI NETTO et al., (1996), pero disiente de los resultados obtenidos por PIVETTA et al., (1992, a,b); OLIVEIRA (1996), LIMA et al., (1998), JACOMINO (1999) y YAMASHITA & BENASSI (2000) quienes verificaron una disminución en el contenido de SST. Quizás la degradación de polisacáridos haya contribuido para el aumento de SST durante el almacenamiento, superando el consumo de azúcares en la respiración. Por otro lado, la reducción de la firmeza por la degradación de polisacáridos liberó glucosa (parte de SST) y la pérdida de agua concentró el contenido de azúcares.

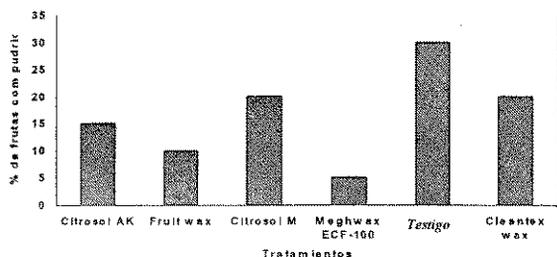


Figura 1. Incidencia de pudriciones en guayabas 'Pedro Sato' en el sexto después del tratamiento con ceras y almacenadas a 25°C.

Elevados contenidos de SST en las guayabas son importantes para el consumo *in natura* por el mejor sabor que proporciona (PAIVA et al., 1997). Además de utilizarse como índice de madurez, los sólidos solubles totales y los ácidos determinan su palatabilidad (NASCIMENTO et al., 1991a).

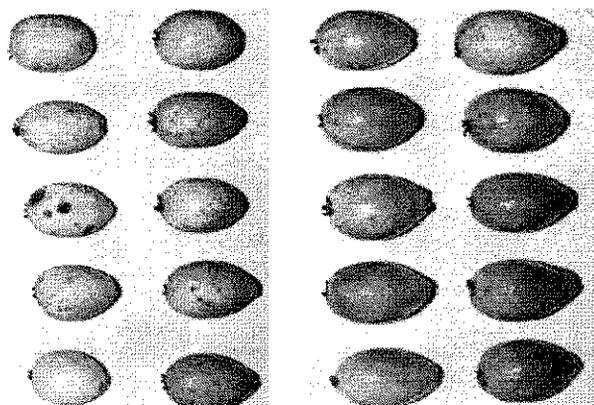


Figura 2. Guayabas 'Pedro Sato' sin tratamiento y enceradas con Meghwax ECF-100, en el cuarto día de conservación a 25°C.

Observando la Figura 1 se nota que el porcentaje de frutas con pudriciones en el sexto día de conservación presentó valores entre 5 y 30%. Las frutas sin tratamiento (Testigo) presentaron el mayor porcentaje (30%), mientras que las tratadas con Meghwax ECF-100 la menor incidencia (5%). En los demás, las pudriciones variaron entre 10 y 20%. Este hecho, probablemente, se debe a la atmósfera modificada, que al retardar la maduración y senescencia de las frutas, redujo la susceptibilidad de los tejidos a la infección por patógeno (PETRACEK et al., 1998; DURIGAN, 1999; BENATO, 1999 y LANA & FINGER, 2000).

La apariencia es el factor de calidad más importante y determina el valor comercial del producto, pudiendo ser evaluada por distintos atributos como ser tamaño, forma y color. El tamaño y la forma son características intrínsecas al cultivar, entretanto, la coloración nos ofrece una idea de las condiciones de conservación del producto (CHITARRA & CHITARRA, 1990).

En la Figura 2 se observa que las frutas enceradas con Meghwax ECF-100 mantuvieron la coloración verde por mayor tiempo, en relación con las no tratadas. Esta cera proporcionó brillo, menor incidencia de pudriciones y un aspecto más túrgido. Sin embargo, las frutas presentaron pequeñas alteraciones en el sabor, en el aroma y en el color de la pulpa. Esas alteraciones son atribuidas a la alta concentración de cera de carnauba (30%) contenida en el producto, el que fue aplicado sin dilución. Esto pudo haber ocasionado un aumento en la concentración de CO_2 y disminución en el nivel de O_2 en el interior de la fruta a valores indeseables (SALUNKE & DESAI, 1984; McGUIRE, 1997 y BALDWIN et al., 1999).

Con relación al brillo conferido por el uso de las ceras se destacó el producto Meghwax ECF-100 seguido de Citrosol AK y Cleantex wax. La cera Fruit wax influyó negativamente en la apariencia, confundiendo el brillo natural de las frutas. Según WATADA & QI (1999), el almacenamiento de las guayabas no presentó dificultad en la apariencia del producto, pero hubo problemas en el intercambio gaseoso con el ambiente, lo cual provocó modificaciones en el sabor de las frutas tratadas con Meghwax ECF-100. A pesar de que BALDWIN et al., (1999) hayan relatado que la cera de carnauba es permeable, tanto al dióxido de carbono (CO_2) como al oxígeno (O_2), comparada con las ceras de celulosa.

CONCLUSIONES

El uso de las ceras a base de carnauba es una alternativa para ampliar el periodo de conservación de las guayabas «Pedro Sato» en condiciones de ambiente natural, porque retarda la maduración, reduce la incidencia de pudriciones y la pérdida de masa; además, confiere brillo a las frutas mejorando la apariencia.

El aumento de la maduración de las frutas durante el periodo de almacenamiento, reduce la firmeza, la acidez total titulable y el contenido de ácido ascórbico, asimismo, aumenta el tenor de sólidos solubles totales y la pérdida de masa.

La cera Meghwax ECF-100 presenta buen potencial de aplicación en guayabas, pero necesita ser evaluada en concentraciones más diluidas.

LITERATURA CITADA

- AHLAWAT, V.P.; YAMDAGNI, R.; JINDAL, P.C. 1980. Studies on the effect of post-harvest treatments on storage behaviour of guava (*Psidium guajava* L.) Av. Sardar (L-49). **Haryana Agricultural University Journal of Research**, v.10, n.2, p. 242-247.
- AWAD, M. 1993. **Fisiología pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 114p.

- BALDWIN, E.A.; BURNS, J.K.; KAZOKAS, W.; BRECHT, J.K.; HAGENMAIER, R.D.; BENDER, R.J.; PESIS, 1999. E. Effect of two edible coating with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 17, p. 215-226.
- BALDWIN, E.A.; NISPEROS-CARRIEDO, M.O.; HAGENMAIER, R.D.; BAKER, R.A. 1997. Use of lipids in coatings for food products. **Food Technology**, v.51, n.6, p.56-63.
- BENATO, E. A. 1999. Controle de doenças pós-colheita em frutas tropicais. **Summa Phytopathologica**, v. 25, n. 1, p. 90-93.
- BLEINROTH, E.W.; SIGRIST, J.M.M.; ARDITO, E.F.G.; CASTRO, J.V. de; SPAGNOL, W.A.; NEVES FILHO, L.C. 1992. **Tecnologia de pós-colheita de frutas tropicais**. Campinas: ITAL, 203p.
- CARRARO, A.F.; CUNHA, M.M. 1994. **Manual de exportação de frutas**. Brasília: FRUPEX; IICA, 254p.
- CARVALHO FILHO, C.D. 2000. **Avaliação da vida de armazenagem e qualidade de cereja (*Prunus avium* L.), cv. Ambrunés, com a utilização de coberturas comestíveis**. Campinas, Brasil. 134p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas.
- CARVALHO, C.R.L.; MANTOVANI, D.M.B.; CARVALHO, P.R.N.; MORAES, R.M.M. 1990. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 121p. (Manual Técnico).
- CARVALHO, V.D. 1994. Qualidade e conservação pós-colheita de goiabas. **Informe Agropecuário**, v. 17, n. 179, p. 48-54.
- CHITARRA, M.I.F. 1994. Colheita e qualidade pós-colheita de Frutos. **Informe Agropecuário**, v. 17, n. 179, p. 8-18.
- CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. 1990. **Pós-colheita de frutas e hortaliças : fisiologia e manuseio**. Lavras: ESAL; FAEPE, 320p.
- DURIGAN, J.F. 1999. Uso da modificação da atmosfera no controle de doenças. **Summa Phytopathologica**, v. 25, n. 1, p. 83-88.
- FNP CONSULTORIA & COMÉRCIO. 2000. **Agrianual 2000**: anuário estatístico da agricultura brasileira. São Paulo, SP - Brasil. p. 360-365.
- GONGATTI NETTO, A.; GARCIA, A.E.; ARDITO, E.E.C.; BLEINROTH, E.W.; MATALLO, M.; CHITARRA, M.I.F.; BORDIN, M.R. 1996. **Goiaba para exportação** : procedimentos de colheita e pós-colheita. Brasília: Embrapa, 35p.
- JACOMINO, A.P. 1999. **Conservação de goiabas 'Kumagai' em diferentes temperaturas e materiais de embalagem**. Piracicaba, SP - Brasil. 90p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», Universidade de São Paulo.
- LANA, M.M.; FINGER, F.L. 2000. **Atmosfera modificada e controlada : Aplicação na conservação de produtos hortícolas**. Brasília: EMBRAPA, CNPH, 34p.
- LIMA, M.A.; DURIGAN, J.F.; TOSTES, D.R.D. 1998. Avaliação do comportamento respiratório de goiabas 'Pedro Sato' e a influência de diferentes embalagens na sua conservação sob refrigeração. In: **Anais: BRASILEIRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**, 16. Rio de Janeiro, RJ - Brasil.
- MANICA, I.; ICUMA, I.M.; JUNQUEIRA, N.T.V.; SALVADOR, J.O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. 2000. **Goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 374p. (Fruticultura Tropical 6).
- MATTHEIS, J.P.; FELLMAN, J.K. 1999. Preharvest factors influencing flavor of fresh fruit and vegetables. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 227-232.
- MCGUIRE, R.G. 1992. Reporting of objective color measurements. **HortScience**, v. 27, n. 12, p. 1254-1255.
- MCGUIRE, R.G. 1997. Market quality of guavas after hot-water quarantine treatment and application of carnauba wax coating. **HortScience**, v. 32, n. 2, p. 271-274.
- MEDINA, J.C.; CASTRO, J.V. de; SIGRIST, J.M.M., DE MARTIN, Z.J.; KATO, K.; MAIA, M.L.; GARCIA, A.E.B.; FERNANDES, R.S.S. 1988. **Goiaba**: cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2 ed. Campinas: ITAL, 224p. (Série Frutas Tropicais, 6).
- MERCADO-SILVA, E.; BENITO-BAUTISTA, P.; GARCIA-VELASCO, M.A. 1998. Fruit development, harvest index and ripening changes of guavas produced in central Mexico. **Postharvest Biology and Technology**, v. 13, p. 143-150.
- NASCIMENTO, L.M. do; SANTOS, R.R. dos; RIBEIRO, I.J.A.; MARTINS, F.P.; YOTSUYANAGI, K.; COUTINHO, J.R. 1991a. Caracterização físico-química dos frutos de 23 cultivares de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) durante o processo de

- maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 13, n. 3, p. 25-34.
- NASCIMENTO, L.M. do; SANTOS, R.R. dos; RIBEIRO, I.J.A.; MARTINS, F.P.; YOTSUYANAGI, K.; COUTINHO, J.R. 1991b. Caracterização físico-química dos frutos de 22 cultivares de goiabeiras (*Psidium guajava* L.) durante o processo de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 13, n. 3, p. 35-42.
- OLIVEIRA, M.A. de. 1996. **Utilização de película de fécula de mandioca como alternativa à cera comercial na conservação pós-colheita de frutos de goiaba (*Psidium guajava* L.)**. Piracicaba, SP - Brasil. 73p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura «Luiz de Queiroz», Universidade de São Paulo.
- PAIVA, M.C.; MANICA, I.; FIORAVANÇO, J.C.; KIST, H. 1997. Caracterização de quatro cultivares e duas seleções de goiabeira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 19, n. 1, p. 57-63.
- PEREIRA, F.M. 1995. **Cultura da goiabeira**. Jaboticabal : FUNEP, 47p.
- PETRACEK, P.D.; DOU, H.; PAO, S. 1998. The influence of applied waxes on postharvest physiological behavior and pitting of grapefruit. **Postharvest Biology and Technology**, v. 14, p. 99-106.
- PIVETTA, K.F.L.; DURIGAN, J.F.; PEREIRA, F.M. 1992a. Avaliação da conservação, em condições ambientais, de frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.) colhidos em diferentes estádios de maturação. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 14, n. 3, p.237-239.
- PIVETTA, K.F.L.; DURIGAN, J.F.; PEREIRA, F.M. 1992b. Efeito de dois tipos de cera na conservação pós-colheita de frutos de goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 14, n. 3, p. 241-243.
- POZZAN, M.A. 1992. **Selección de recubrimientos céreos y plásticos en la postrecolección de frutos cítricos**. Valencia, España. 104p. Trabajo de Investigación (Master of Science) – Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, Universidad Politécnica de Valencia.
- REYES, M.U.; PAULL, R.E. 1995. Effect of storage temperature and ethylene treatment on guava (*Psidium guajava* L.) fruit ripening. **Postharvest Biology and Technology**, v.6, p. 357-365.
- SALUNKE, D.K.; DESAI, B.B. 1984. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton: CRC Press Inc, v. II, p. 39-46.
- SILVA, T.H.S., MARTINES FILHO, J.G., PIZZOL, S.J. E GONÇALVES, G.G. 1998. Aspectos gerais do mercado de goiaba. **Preços Agrícolas**, v. 13, n. 145, p. 32.
- TAVARES, J.C. 1993. **Efeitos da refrigeração, cera, fungicida e cálcio na conservação pós-colheita da goiaba 'Paluma' (*Psidium guajava* L.)**. Jaboticabal, SP - Brasil. 93p. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, «Júlio de Mesquita Filho».
- WATADA, A. E.; QI, L. 1999. Quality of fresh-cut produce. **Postharvest Biology and Technology**, v. 15, p. 201-205.
- YAMASHITA, F.; BENASSI, M.T. 2000. Influência da embalagem de atmosfera modificada e do tratamento com cálcio na cinética de degradação de ácido ascórbico e perda de massa em goiabas (*Psidium guajava* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, n. 1, p. 27-31