

BAJAS TEMPERATURAS, PELÍCULA PLÁSTICA, GRADO DE MADUREZ Y VIDA DE ANAQUEL DE FRUTOS DE GUAYABA

O. Gutiérrez-Alonso¹¶; D. Nieto-Ángel¹; M. T. Martínez-Damián²; J. L. Domínguez-Álvarez²; F. Delgadillo-Sánchez³; J. G. Gutiérrez-Alonso¹.

¹Programa de Fitopatología. Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados, Carretera México-Texcoco Km. 36.5, Montecillo, Estado de México. C. P. 56230. México. Correo-e: gomar@colpos.colpos.mx (¶Autor responsable)

²Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco. Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. México.

³INIFAP. Celaya, Estado de Guanajuato. México.

RESUMEN

Frutos de guayaba colectados en un huerto comercial en Zitácuaro, Michoacán, México fueron seleccionados en madurez fisiológica y comercial, para colocarles a una película plástica (PP) de polietileno con microporos de 10 µm de diámetro y temperaturas de 5 y 10 °C durante 6, 12 y 18 días de almacenamiento (dda), comparados con un testigo (≈ 20 °C y 70 % H.R.). Se determinó la concentración CO₂, O₂ y etileno en la atmósfera interna generada por la PP; la pérdida de peso y firmeza, contenido de sólidos solubles totales, acidez titulable y color del fruto a los 6, 12, 18 dda en refrigeración y 6 días después de cada evaluación en condiciones ambientales. La PP modificó la atmósfera interna en función de la temperatura y grado de madurez del fruto. El almacenamiento de frutos a 5 y 10 °C en PP mantuvo en buen estado sus características fisiológicas, bioquímicas y de calidad hasta 18 dda. La calidad fue mejor cuando los frutos en madurez fisiológica se colocaron 6 días bajo condiciones ambientales después de almacenarse a 5 °C durante 6 días. Los frutos almacenados en condiciones ambientales manifestaron pérdida de color y de peso, así como ataque de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. a los 18 dda.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: *Psidium guajava* L., postcosecha, refrigeración, atmósfera modificada, almacenamiento, empaque.

LOW TEMPERATURES, PLASTIC FILM, MATURITY STAGE AND SHELF LIFE OF GUAVA FRUITS

SUMMARY

Mature-green and commercial harvest stage guava fruits were picked in a commercial orchard in Zitacuaro, Michoacán, México. They were wrapped in polyethylene plastic film bags (PF), that had pores of 10 mm diameter pores, and stored at 5 and 10 °C during 6, 12 and 18 days. The results were compared with a control stored at temperate room (20 °C and 70% relative humidity). CO₂, O₂, and ethylene were determined in the internal atmosphere generated by the PF; the characteristics evaluated were weight loss, firmness, total soluble solids, titratable acidity and fruit color at the above mentioned storage days and 6 days after the removal of fruits from the cold storage. The PF modified the internal atmosphere in function of both temperature and stage of ripeness stage of the fruit. Fruit stored at 5 and 10 °C in PF had good physiological and biochemical characteristics, and good quality up to 18 days of storage. The best results were found with guavas harvested at the mature-green stage followed by 6 days after removal from storage at 5 °C for 6 days, chilling injury was not observed. The fruit stored at room temperature showed color and weight loss, and attack of *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. after 18 days of storage.

ADDITIONAL KEY WORDS: Postharvest, refrigeration, modified atmosphere, storage, packing.

INTRODUCCIÓN

Existen aproximadamente 20,000 ha cultivadas con guayaba (*Psidium guajava* L.) en México, de las cuales se obtiene una producción de 192,000 toneladas anuales (SIAP, 2001). Su almacenamiento y comercialización a

mercados lejanos es limitado, debido en gran parte al grado de madurez en el cual se cosecha y a la ausencia de tratamientos de postcosecha. Algunos de los métodos empleados para extender la vida postcosecha de frutos y hortalizas se basan en el retraso o disminución de procesos metabólicos. La refrigeración es la principal técnica usada,

sin embargo, en algunos casos, las bajas temperaturas por sí solas son insuficientes para retardar la maduración del fruto y prevenir cambios detrimentales en la calidad; las atmósferas controladas permiten extender la vida de algunos productos más que la refrigeración, sin embargo, esta técnica es costosa y requiere de grandes cantidades de capital para su instalación y mantenimiento (Pantastico, 1975). Por lo anterior, el uso de barreras artificiales que regulan la difusión de gases, pueden proporcionar un medio exitoso para mantener la calidad y eliminar desórdenes fisiológicos y patológicos a menor costo (Smith *et al.*, 1987). La presente investigación se diseñó para evaluar el efecto de una película plástica de polietileno con microporos de 10 μm de diámetro y bajas temperaturas sobre las características fisiológicas, bioquímicas y de calidad en frutos de guayaba en madurez fisiológica y comercial.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron frutos de guayaba en un huerto comercial de la región de Zitácuaro, Michoacán, México. Los frutos se trasladaron al Laboratorio de Fisiología de Frutales del Departamento de Fitotecnia de la Universidad Autónoma Chapingo y se seleccionaron con base en su grado de madurez: madurez fisiológica (MF), cuando el fruto alcanzó su máximo desarrollo y presentó una coloración verde intensa o clara, y madurez comercial (MC), es decir, cuando el color de la epidermis era amarillo. Los frutos dañados se eliminaron.

Los tratamientos incluyeron temperaturas de 5 y 10 °C, almacenamiento con y sin el empleo de la película plástica (PP) de polietileno con microporos de 10 μm de diámetro, y dos grados de madurez (MF y MC). Se estableció un testigo bajo condiciones ambientales a ≈ 20 °C y 70 % humedad relativa (H.R.) que también incluyó el uso de PP. El efecto de la temperatura se logró mediante el uso de cuartos fríos a 5 y 10 °C y entre 85 y 90 % de H.R. El análisis estadístico consistió de un análisis de varianza bajo un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de $3 \times 2 \times 2$ para cada fecha de evaluación y comparación de medias de Tukey ($P \leq 0.05$) con el programa estadístico SAS.

Cada tratamiento que incluyó el uso de la PP constó de nueve bolsas con nueve frutos cada una en su interior y se dejó una cantidad igual de frutos para aquellos tratamientos que no incluyeron el uso de la PP. Los frutos se sometieron a 18 días de almacenamiento (dda) y se evaluaron a 6, 12 y 18 dda. Se usaron tres bolsas por día de evaluación y se consideró una bolsa con nueve frutos como una repetición; de cada bolsa se seleccionaron seis frutos al azar para su evaluación y el resto se dejó en condiciones ambientales y sin PP durante seis días para simular el periodo de comercialización y evaluar la maduración. Se determinó el porcentaje de pérdida de peso mediante la diferencia entre el peso inicial y el peso final del fruto. La firmeza se determinó en una cara del fruto con

un penetrómetro manual (marca R.LUSA) con un puntal de 8 mm de diámetro, los resultados se expresaron en términos de porcentaje de pérdida de firmeza, es decir, la diferencia entre la lectura de firmeza inicial y la final multiplicada por 100. El contenido de sólidos solubles totales se determinó con un refractómetro digital Atago-Pelete PR-101, para esto se colocó en el sensor infrarrojo del refractómetro una gota de jugo de la parte media del mesocarpio del fruto, los resultados se expresaron en grados brix. La acidez titulable se determinó de acuerdo con la metodología propuesta por la AOAC (1990), los resultados se expresaron en términos de porcentaje de ácido cítrico. El color de la epidermis se estimó mediante un colorímetro digital (Colortec PCM), el cual proporciona valores de los parámetros "L", "a" y "b", y se estimó croma y hue (McGuire, 1992); los resultados se expresaron en términos de porcentaje de luminosidad (L, 0 % = negro y 100 % = blanco), índice de saturación (croma) y ángulo de tono hue en grados (0 ° = rojo, 90 ° = amarillo, 180 ° = verde, 270 ° = azul y 360 ° = púrpura). También se determinó la incidencia de enfermedades postcosecha y la identificación del agente causal se realizó a través de los postulados de Koch (Sigeo, 1993).

Para determinar la composición de la atmósfera interna de la película plástica, se extrajeron 7 ml de gas del interior de la película plástica y se almacenaron en tubos vacutainer con capacidad de 7 ml para la determinación posterior de la concentración de CO_2 , O_2 y etileno. Se tomó 1 ml de gas de cada tubo vacutainer y se inyectó al cromatógrafo de gases Hewlett Packard 5890 serie II, la temperatura del horno fue de 80 °C y del detector de 150 °C. Para la determinación de los tres gases se empleó una columna capilar Chromopack tipo abierta con capa porosa de sílica fundida (PLOT) y fase estacionaria paraplott Q de 27.5 m de largo, 0.32 mm de diámetro interno, 0.45 mm de diámetro externo y 10 mm de grosor de partícula con un detector de ionización de flama (FID), utilizando como gas acarreador helio. Las inyecciones se realizaron con jeringas con capacidad para 1 ml. La concentración de los gases se determinó con relación a estándares de etileno (10 $\text{mg}\cdot\text{litro}^{-1}$), CO_2 (500 $\text{mg}\cdot\text{litro}^{-1}$) y O_2 (5.2 %). Los resultados se expresaron en porcentaje de CO_2 y O_2 y $\text{ml}\cdot\text{litro}^{-1}$ de etileno en cada fecha de análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Composición de la atmósfera modificada

Se observó que la temperatura y grado de madurez del fruto tuvieron un efecto estadístico significativo en la concentración de CO_2 y etileno, en el interior de la película plástica. Los frutos en madurez comercial presentaron concentraciones elevadas de CO_2 desde el inicio del almacenamiento, en tanto que el contenido de etileno fue mayor a 6 días de almacenamiento. Las temperaturas de 5 y 10 °C redujeron significativamente las concentraciones

de CO₂ (Cuadro 1) y etileno (Cuadro 2) a 6, 12 y 18 dda, en comparación con las condiciones ambientales. El nivel de oxígeno se mantuvo constante (3.5 a 5.5 %), durante el periodo de almacenamiento independientemente del grado de madurez (Cuadro 1) en todas las condiciones de almacenamiento. En manzana se ha encontrado que bajas concentraciones de oxígeno (< 3 %) pueden reducir la producción de etileno en 50 % (Lelièvre *et al.*, 1997); lo cual no pudo ocurrir en nuestro trabajo debido a que no se encontraron diferencias significativas entre los niveles de oxígeno obtenidos. Aunque el uso de temperaturas bajas pudo retrasar el inicio de la producción autocatalítica del etileno, debido a que se ha observado que disminuye la

acumulación del ARNm, y la actividad de la ACC sintasa y ACC oxidasa (Gorny y Kader, 1996). Esto a pesar de que se ha reportado que las especies y algunos cultivares de guayaba manifiestan incrementos en respiración y producción de etileno después de un día de almacenamiento a 25 °C y 64 % de H.R. (Akamine y Goo, 1979). En términos generales, la interacción temperatura x madurez del fruto (Tem x Mad) no tuvo efecto significativo en la concentración de CO₂ y O₂, esta misma interacción mostró un efecto significativo a 12 y 18 dda sobre la concentración de etileno, debido principalmente a la temperatura (Cuadro 2).

CUADRO 1. Concentración de CO₂ y O₂ en la atmósfera interna de la película plástica en frutos de guayaba a 1, 6, 12 y 18 días de almacenamiento. Valores promedio de nueve repeticiones.

Factor	Concentración de CO ₂ (%)				Concentración de O ₂ (%)			
	1	6	12	18	1	6	12	18
Temperatura (Tem)	5.37**	14.39**	40.53**	12.25**	0.59 ^{NS}	1.63 ^{NS}	0.03 ^{NS}	0.24 ^{NS}
5 °C	1.57 b ^z	1.56 c	1.47 b	1.52 b	4.28 a	4.56 a	4.78 a	4.52 a
10 °C	3.52 a	3.02 b	1.58 b	1.05 b	4.12 a	4.46 a	4.67 a	4.95 a
Ambiente	3.62 a	4.67 a	6.08 a	2.92 a	3.83 a	3.71 a	4.84 a	4.38 a
DMS	1.73	1.42	1.46	1.20	1.01	1.27	1.27	2.65
Madurez (Mad)	6.12**	12.14**	4.09*	11.82*	8.59**	1.92 ^{NS}	2.29 ^{NS}	0.16 ^{NS}
Fisiológica	2.19 b	2.26 b	2.28 b	1.27 b	3.59 b	3.95 a	5.23 a	4.76 a
Comercial	3.61 a	3.91 a	3.49 a	2.25 a	4.56 a	4.53 a	4.32 a	4.38 a
DMS	1.17	0.96	0.98	0.78	0.68	0.86	1.28	1.73
CV	59.41 %	45.90 %	38.32 %	30.35 %	24.59 %	29.81 %	30.61 %	26.50 %
Tem x Mad	1.74 ^{NS}	2.07 ^{NS}	0.63 ^{NS}	1.84 ^{NS}	9.25**	0.36 ^{NS}	0.01 ^{NS}	0.59 ^{NS}

^zValores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

^{NS}, *, **, no significativo y significativo a una $P \leq 0.05$ y 0.01, respectivamente.

DMS: diferencia mínima significativa, CV: coeficiente de variación

CUADRO 2. Concentración de etileno en la atmósfera interna de la película plástica en frutos de guayaba a los 1, 6, 12 y 18 días de almacenamiento, valores promedio de nueve repeticiones.

Factor	Concentración de C ₂ H ₄ (μl·litro ⁻¹)			
	1	6	12	18
Temperatura	14.15 **	13.29 **	39.93 **	21.52 **
5 °C	1.83 b ^z	2.01 b	1.39 b	1.51 b
10 °C	2.79 b	4.48 b	3.78 b	1.24 b
Ambiente	5.39 a	8.46 a	10.43 a	3.46 a
DMS	1.68	3.16	2.72	1.13
Madurez	25.19 **	21.00 **	0.35 ^{NS}	1.56 ^{NS}
Fisiológica	1.98 b	2.55 b	5.49 a	2.65 a
Comercial	4.65 a	7.31 a	4.98 a	1.88 a
DMS	1.14	2.13	1.84	0.73
CV	50.25 %	61.83 %	37.68 %	25.16 %
Tem x Mad	1.55 ^{NS}	1.69 ^{NS}	9.78 **	8.14 *

^zValores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

^{NS}, *, **, no significativo y significativo a una $P \leq 0.05$ y 0.01, respectivamente.

DMS: diferencia mínima significativa, CV: coeficiente de variación

Pérdida de peso

Se registró un efecto significativo de la temperatura en la reducción de la pérdida fisiológica de peso. La temperatura de 5 °C presentó un porcentaje de pérdida de peso (%PP) menor (< 2.5 %) durante el periodo de almacenamiento, seguido de las condiciones de 10 °C (< 4 %) y ambientales (< 11%) (Cuadro 3), debido a la reducción de los procesos metabólicos por efecto de la manipulación de la temperatura (Paull, 1999). El uso de la película plástica permitió reducir en mayor medida la pérdida de peso (< 1%) que la manipulación de la temperatura (< 4%) (Cuadro 3), debido a que la PP creó una atmósfera interna saturada, que no permitió la pérdida de humedad del fruto por transpiración (Pantastico, 1975). Se observó que la pérdida de peso fue similar en ambos grados de madurez, excepto a 18 dda en donde los frutos en MC presentaron el %PP mayor (Cuadro 3). De todas las interacciones posibles entre temperatura, película plástica y madurez del fruto, únicamente la interacción temperatura x película plástica fue altamente significativa en todas las fechas de evaluación, debido a que estos factores mostraron efectos altamente significativos en la reducción del %PP cuando se analizaron por separado (Cuadro3).

Cuando los frutos se colocaron en condiciones ambientales, las temperaturas bajas ejercieron un efecto

residual en la disminución del %PP, principalmente en frutos que se almacenaron a 5 °C por 6 días y no existieron diferencias significativas entre frutos almacenados durante 12 y 18 días a 5 y 10 °C pero sí con respecto al testigo en ambiente. Los frutos almacenados durante 6 y 12 días en PP mostraron 4 % menos de pérdida de peso que los frutos mantenidos sin PP, 6 días después del almacenamiento. Los frutos en madurez fisiológica presentaron ≈2 % menos de pérdida de peso que los frutos en madurez comercial sometidos a 6, 12 y 18 días de almacenamiento (Cuadro 3). Lo anterior indicó, que es factible almacenar frutos de guayaba en madurez fisiológica con película plástica a 5 °C durante 6 días y manejarlos bajo condiciones ambientales 6 días después.

Firmeza

La firmeza disminuyó durante el almacenamiento; sin embargo, los frutos sometidos a 5 °C presentaron el menor porcentaje de pérdida de firmeza (%PF) durante todo el periodo de almacenamiento en comparación con la temperatura de 10 °C y las condiciones ambientales (Cuadro 4); lo anterior contrastó con lo reportado por Vázquez-Ochoa y Colinas-León (1990), debido a que no encontraron diferencias significativas en la pérdida de firmeza entre frutos de guayaba que se almacenaron a 3 y 11 °C. La PP redujo significativamente el %PF a 6 y 12 dda

CUADRO 3. Efecto de temperatura (Tem), película plástica (PP) y grado de madurez sobre la pérdida de peso en frutos de guayaba almacenados durante 6, 12 y 18 días bajo las condiciones indicadas, más seis días en condiciones ambientales (dca).

Factor	Pérdida de peso acumulado (%)						
	Inicial	6	6 + 6 dca	12	12 + 6 dca	18	18 + 6 dca
Temperatura		29.80**	143.47**	324.39**	150.97**	469.26**	140.90**
5 °C	0.00	0.84 b ^y	5.75 c	1.46 c	8.70 b	2.31 c	8.55 b
10 °C	0.00	1.21 b	8.54 b	2.31 b	8.96 b	3.63 b	7.93 b
Ambiente	0.00	3.11 a	14.40 a	6.64 a	14.24 a	11.05 a	14.56 a
DMS	0.00	0.76	1.46	0.52	0.90	0.74	1.11
Película Plástica		118.21**	64.68**	1018.72**	306.13**	1463.83**	5.94 ^{NS}
Con PP	0.00	0.32 b	7.97 b	0.63 b	8.06 b	0.86 b	10.68 a
Sin PP	0.00	3.13 a	11.82 a	6.31 a	13.20 a	10.47 a	11.06 a
DMS		0.52	0.99	0.36	0.61	0.50	0.77
Madurez		0.29 ^{NS}	20.59**	1.38 ^{NS}	11.72**	5.06*	47.21**
Fisiológica	0.00	1.65 a	8.81 b	3.57 a	10.13 b	5.38 b	9.58 b
Comercial	0.00	1.76 a	10.98 a	3.36 a	11.13 a	5.95 a	12.08 a
DMS		0.52	0.99	0.36	0.61	0.50	0.76
CV		63.3 %	14.5 %	21.7 %	8.3 %	18.8	9.2 %
Tem x PP		27.01**	195.40**	304.23**	67.70**	393.88**	59.64**
Tem x Mad		0.17 ^{NS}	75.44**	1.20 ^{NS}	0.46 ^{NS}	0.24 ^{NS}	49.80**
PP x Mad		0.05 ^{NS}	73.15**	0.95 ^{NS}	4.90*	0.24 ^{NS}	116.54**
Tem x PP x Mad		0.12 ^{NS}	46.60**	1.49 ^{NS}	0.38 ^{NS}	0.45 ^{NS}	55.90**

^y Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

^{NS}, *, **; no significativo y significativo a una $P \leq 0.05$ y 0.01, respectivamente.

DMS: diferencia mínima significativa, CV: coeficiente de variación

(≈27 y ≈49 %, respectivamente), comparado con los frutos almacenados sin PP (≈41 y ≈62 %, respectivamente) (Cuadro 4); este efecto probablemente se debió a la baja concentración de etileno en el interior de la PP propiciada por bajas temperaturas (< 4.5 y $< 4.0 \mu\text{l}\cdot\text{litro}^{-1}$) (Cuadro 2), ya que generalmente algunos frutos y vegetales reducen su firmeza cuando se exponen a ciertas concentraciones de etileno (Saltveit, 1999). Por ejemplo, frutos de melón expuestos a $5 \mu\text{l}\cdot\text{litro}^{-1}$ de C_2H_4 durante tres días a 18°C presentaron una pérdida excesiva de firmeza y maceración de tejidos (Risse y Hatton, 1982). Como era de esperarse, los frutos en MC presentaron %PF mayores que los frutos en MF durante el todo el periodo de almacenamiento, debido a la diferencia en el grado de madurez (Cuadro 4). La interacción Tem x PP fue altamente significativa a 6, 12 y 18 dda (Cuadro 4) debido principalmente al efecto de la temperatura, ya que redujo en mayor medida el %PF (≈10 % menos) que el empleo de la PP.

Bajo condiciones ambientales, los frutos expuestos a 5 y 10°C durante 6 y 12 días presentaron 20 % menos de pérdida de firmeza que los mantenidos en ambiente; lo cual, confirma un efecto favorable por parte de las bajas temperaturas a disminuir pérdidas de firmeza. No existieron diferencias estadísticas significativas entre frutos almacenados con película plástica y los mantenidos en condiciones ambientales, independientemente del tiempo

de almacenamiento; los frutos en madurez fisiológica, presentaron un %PF menor (≈7 %) que los frutos en madurez comercial cuando se colocaron en el ambiente (Cuadro 4).

Sólidos solubles totales (SST)

La temperatura ambiente redujo significativamente el contenido de SST a 12 dda en comparación con las condiciones a 10°C (Cuadro 5), resultados similares obtuvo Salinas-Hernández (1998) al almacenar frutos de guayaba a 7 y 10°C durante 3 semanas en comparación con temperatura ambiente. El empleo de la PP tuvo un efecto significativo en la reducción del contenido de SST, los frutos almacenados con PP presentaron el contenido más bajo de °Brix durante todo el periodo de almacenamiento, que aquellos frutos que carecieron de PP (Cuadro 5). A pesar de que existieron diferencias estadísticas a 6 y 18 dda en el contenido de SST entre la MF y MC, no se observó una tendencia definida (Cuadro 5), ya que algunos cultivares de guayaba, como la 'Kampuchea', tienden a incrementar su contenido de azúcares al inicio de la maduración y disminuye al final (Ali y Lazan, 1997). La interacción Tem x PP x Mad fue la única que mostró un efecto altamente significativo a 6, 12 y 18 dda, debido a que la PP redujo el contenido de SST durante el almacenamiento de manera más consistente que la temperatura y el grado de madurez (Cuadro 5).

CUADRO 4. Efecto de temperatura (Tem), película plástica (PP) y grado de madurez sobre la pérdida de firmeza en frutos de guayaba almacenados durante 6, 12 y 18 días bajo las condiciones indicadas, más seis días en condiciones ambientales (dca).

Factor		Pérdida de Firmeza acumulado (%)					
Nivel	Inicial ²	6	6 + 6 dca	12	12 + 6 dca	18	18 + 6 dca
Temperatura		39.90**	22.03**	73.15**	24.86**	55.83**	26.61**
5 °C	0.00	20.33 c ^y	51.84 b	43.89 c	65.93 b	53.82 c	75.24 b
10 °C	0.00	35.07 b	57.84 b	53.74 b	69.23 b	68.75 b	86.00 a
Ambiente	0.00	47.39 a	71.25 a	70.08 a	80.41 a	77.77 a	85.62 a
DMS	0.00	7.29	7.48	5.26	5.38	5.50	4.67
Película Plástica		4.75*	0.14 ^{NS}	73.05**	0.00 ^{NS}	0.26 ^{NS}	3.66 ^{NS}
Con PP	0.00	31.56 b	60.76 a	48.27 b	71.80 a	66.30 a	81.27 a
Sin PP	0.00	36.96 a	59.86 a	63.53 a	71.92 a	67.26 a	82.15 a
DMS		4.95	5.05	3.57	3.63	3.74	3.04
Madurez		32.02**	6.11*	52.80**	17.65**	27.77**	16.19**
Fisiológica	0.00	27.25 b	57.29 b	49.41 b	68.17 b	61.86 b	78.75 b
Comercial	0.00	41.27 a	63.33 a	62.39 a	75.55 a	71.70 a	84.50 a
DMS		4.95	5.05	3.57	3.63	3.74	2.98
CV		3076 %	12.2 %	13.5 %	7.3 %	11.9 %	4.8 %
Tem x PP		2.91 ^{NS}	0.67 ^{NS}	3.70*	4.71*	1.79 ^{NS}	2.59 ^{NS}
Tem x Mad		12.71**	0.76 ^{NS}	10.99**	4.67*	4.25*	15.31**
PP x Mad		1.23 ^{NS}	1.49 ^{NS}	13.08**	2.71 ^{NS}	1.29 ^{NS}	2.18 ^{NS}
Tem x PP x Mad		0.71 ^{NS}	1.16 ^{NS}	0.03 ^{NS}	1.49 ^{NS}	2.69 ^{NS}	0.55 ^{NS}

² Firmeza inicial: 12 y 10 kg.cm² para MF y MC, respectivamente.

^y Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

^{NS}, *, **; no significativo y significativo a una $P \leq 0.05$ y 0.01 , respectivamente.

DMS: diferencia mínima significativa, CV: coeficiente de variación

CUADRO 5. Efecto de temperatura (Tem), película plástica (PP) y grado de madurez sobre el contenido de sólidos solubles totales en frutos de guayaba almacenados durante 6, 12 y 18 días bajo las condiciones indicadas, más seis días en condiciones ambientales (dca).

Factor	Contenido de Sólidos Solubles Totales acumulado (%)						
	Inicial ²	6	6 + 6 dca	12	12 + 6 dca	18	18 + 6 dca
Temperatura		2.29 ^{NS}	4.83*	4.44*	14.65**	0.84 ^{NS}	16.64**
5 °C		7.51 a ^y	8.91 a	7.76 ab	8.73 a	8.17 a	8.38 a
10 °C		7.14 a	8.60 ab	8.01 a	8.53 a	8.08 a	8.32 a
Ambiente		7.16 a	8.34 a	7.46 b	7.97 b	7.86 a	7.49 b
DMS		0.46	0.45	0.43	0.36	0.59	0.39
Película Plástica		14.36**	0.4 ^{NS}	93.54**	44.23**	44.64**	0.16 ^{NS}
Con PP		6.97 b	8.57 a	7.02 b	8.02 b	7.36 b	8.04 a
Sin PP		7.51 a	8.66 a	8.46 a	8.80 a	8.71 a	8.38 a
DMS		0.31	0.30	0.29	0.24	0.40	0.25
Madurez		9.49**	0.72 ^{NS}	2.44 ^{NS}	10.67**	6.67*	15.84**
Fisiológica		7.03 b	8.68 a	7.86 a	8.60 a	8.30 a	8.42 a
Comercial		7.52 a	8.55 a	7.63 a	8.22 b	7.78 b	7.94 b
DMS		0.31	0.30	0.29	0.24	0.40	0.25
C.V.		9.2 %	5.1 %	8.1 %	4.2 %	10.6 %	4.0 %
Tem x PP		18.14**	2.26 ^{NS}	0.52 ^{NS}	19.05**	3.85*	0.06 ^{NS}
Tem x Mad		4.61*	1.20 ^{NS}	2.33 ^{NS}	22.37**	0.25 ^{NS}	19.12**
PP x Mad		0.17 ^{NS}	1.34 ^{NS}	6.59*	7.14*	13.06**	0.13 ^{NS}
Tem x PP x Mad		9.15**	4.53*	22.70**	14.58**	6.52**	1.98 ^{NS}

² Contenido de sólidos solubles totales inicial = 5.91 y 7.22 para MF y MC, respectivamente.

^y Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

^{NS}, *, **; no significativo y significativo a una $P \leq 0.05$ y 0.01, respectivamente.

DMS: diferencia mínima significativa, CV: coeficiente de variación

La maduración en ambiente indicó que los frutos sometidos a 5 y 10 °C durante 12 y 18 días mostraron un contenido de SST mayor que los mantenidos en condiciones ambientales, ésta situación ya ha sido reportada por Vázquez-Ochoa y Colinas-León (1990), ya que frutos de guayaba almacenados a 7 °C y 80 % H.R. durante 3 semanas mostraron un contenido de SST mayor que los mantenidos en ambiente cinco días después del almacenamiento. El almacenamiento con película plástica durante 12 + 6 días redujo el contenido de SST; los frutos en madurez fisiológica presentaron contenidos de SST mayores que los frutos en madurez comercial cuando se analizaron 6 días después de someterlo a 12 y 18 días de almacenamiento (Cuadro 5).

Acidez titulable (AT)

Las temperaturas de 5 y 10 °C tuvieron un efecto significativo en la reducción de la AT comparado con las condiciones ambientales a 12 y 18 dda (Cuadro 6); lo anterior manifiesta la posibilidad de almacenar frutos de guayaba a 5 °C, debido a que Reyes y Paull (1995) no encontraron diferencias en el contenido de SST y AT cuando almacenaron frutos de guayaba a 10 y 15 °C. El empleo de la PP redujo significativamente el porcentaje de

ácido cítrico (%AC) a 12 y 18 dda. A 12 y 18 dda, los frutos en MF presentaron un %AT mayor que los frutos en MC (Cuadro 6), una tendencia similar indicaron Vázquez-Ochoa y Colinas-León (1990), en donde los frutos maduros presentaron %AC menores que los frutos inmaduros. La combinación de los tres factores (temperatura, PP y grado de madurez) no mostró un patrón definido a lo largo del periodo de almacenamiento (Cuadro 6).

Los frutos sometidos a 5 y 10 °C durante 18 + 6 días a temperatura ambiente manifestaron un %AT mayor que los que permanecieron siempre en ambiente, este efecto no se presentó en frutos almacenados por 6 y 12 días más 6 días a temperatura ambiente. La película plástica redujo significativamente el %AT en frutos que estuvieron sometidos a 18 días de almacenamiento, lo cual confirma que la PP ejerció un efecto favorable en la disminución de la AT del fruto. Los frutos en madurez comercial que permanecieron en almacenamiento durante 6, 12 y 18 días y se colocaron en condiciones ambientales durante 6 días presentaron un %AT menor que los frutos en madurez fisiológica (Cuadro 6), lo anterior es posible, debido a que la AT aumenta o disminuye durante la maduración en función del cultivar (Ali y Lazan, 1997).

CUADRO 6. Efecto de temperatura (Tem), película plástica (PP) y grado de madurez sobre la acidez titulable en frutos de guayaba almacenados durante 6, 12 y 18 días bajo las condiciones indicadas, más seis días en condiciones ambientales (dca).

Factor	Acidez Titulable						
	(ácido cítrico en %)						
Nivel	Inicial ^z	6	6 + 6 dca	12	12 + 6 dca	18	18 + 6 dca
Temperatura		0.99 ^{NS}	0.43 ^{NS}	7.35 ^{**}	0.02 ^{NS}	6.08 ^{**}	7.12 ^{**}
5 °C		0.69 a ^y	0.94 a	0.87 b	1.12 a	1.06 a	1.21 a
10 °C		0.72 a	0.99 a	0.91 ab	1.11 a	1.06 a	1.23 a
Ambiente		0.71 a	0.95 a	0.96 a	1.11 a	0.98 b	1.08 b
DMS		0.05	0.10	0.06	0.12	0.06	0.09
Película Plástica		1.01 ^{NS}	2.22 ^{NS}	13.21 ^{**}	2.33 ^{NS}	29.79 ^{**}	20.91 ^{**}
Con PP		0.70 a	0.98 a	0.87 b	1.08 a	0.98 b	1.12 b
Sin PP		0.72 a	0.93 a	0.95 a	1.14 a	1.09 a	1.29 a
DMS		0.03	0.07	0.04	0.08	0.04	0.06
Madurez		0.09 ^{NS}	13.30 ^{**}	94.70 ^{**}	28.77 ^{**}	30.66 ^{**}	30.16 ^{**}
Fisiológica		0.71 a	1.02 a	1.01 a	1.22 a	1.09 a	1.27 a
Comercial		0.70 a	0.90 b	0.81 b	1.01 b	0.98 b	1.11 b
DMS		0.03	0.07	0.04	0.08	0.04	0.06
C.V.		10.4 %	10.6 %	9.5 %	10.6 %	8.5 %	6.6 %
Tem x PP		0.58 ^{NS}	0.13 ^{NS}	9.42 ^{**}	1.73 ^{NS}	2.16 ^{NS}	0.32 ^{NS}
Tem x Mad		3.72 [*]	0.04 ^{NS}	3.08 ^{NS}	0.07 ^{NS}	1.58 ^{NS}	3.34 ^{NS}
PP x Mad		11.78 ^{**}	0.37 ^{NS}	1.40 ^{NS}	0.02 ^{NS}	7.56 ^{**}	3.61 ^{NS}
Tem x PP x Mad		4.26 [*]	1.42 ^{NS}	0.11 ^{NS}	0.85 ^{NS}	7.35 ^{**}	2.87 ^{NS}

^z Acidez titulable inicial = 0.77; para MF y MC, respectivamente.

^y Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

^{NS}, ^{*}, ^{**}; no significativo y significativo a una $P \leq 0.05$ y 0.01 , respectivamente.

DMS: diferencia mínima significativa, CV: coeficiente de variación

El desarrollo de sabores desagradables no se percibió en los frutos de guayaba por efecto de la atmósfera modificada, ya que niveles extremadamente bajos de O₂ (1 %) y altos de CO₂ (60 %) inducen desordenes fisiológicos y formación de alcoholes (Smith *et al.*, 1987). En este caso, el nivel de O₂ (3.5 a 5.5 %) y CO₂ (1 a 6 %) en el interior de la PP fueron moderados (Cuadro 1 y 2).

Color del fruto

A pesar de que el color del fruto está definido por un atributo de luminosidad y dos atributos de cromaticidad (croma y hue), el ángulo de tono fue el que mejor indicó la coloración del fruto de guayaba, debido a que permitió determinar el cambio de color del fruto de verde a amarillo. De manera general, la temperatura, la película plástica y el grado de madurez no mostraron efectos significativos sobre el índice de saturación.

La disminución de la temperatura redujo significativamente la pérdida de color verde; los frutos almacenados a 5 y 10 °C presentaron el ángulo mayor de tono (> 92°) con un porcentaje de luminosidad bajo (≈67%) durante todo el periodo de almacenamiento, especialmente a 18 dda a 5 °C, en comparación con los frutos almacenados

en condiciones ambientales, ya que mostraron un tono amarillo, a partir de 6 dda (hue < 90°), el cual fue el color más claro (L > 70%), el índice de saturación se mantuvo alrededor de 44 (Cuadro 7, 8 y 9). Se ha reportado que el desverdisado de algunos frutos está relacionado con la pérdida de clorofila (Knee, 1972) y que el ángulo de tono hue esta altamente correlacionado con el contenido total de clorofila (Tian *et al.*, 1994). La PP tuvo un efecto significativo en la reducción de la pérdida de color verde en los frutos de guayaba, ya que los frutos almacenados con PP presentaron ángulos de tono hue mayores (> 92°) que los frutos almacenados sin PP (< 91°) a 12 y 18 dda (Cuadro 9), lo que coincidió con lo reportado por Onoda *et al.* (1998), en donde el empleo de PP con microporos redujo la degradación de clorofila en brócoli almacenado a 10 y 20 °C. La pérdida de clorofila se ha asociado con incrementos en la producción de etileno y CO₂ (Tian *et al.*, 1994), por lo cual los niveles bajos de etileno y CO₂, presentados durante el almacenamiento (Cuadro 1 y 2), pueden estar relacionados con la retención del color verde de los frutos de guayaba, principalmente en frutos en MF; sin embargo, éste efecto está en función de la especie y cultivar (Chu, 1986). Los frutos en MF retuvieron en mayor medida su color verde (hue entre 95° y 93°) que los frutos en MC, ya que en estos últimos el ángulo de tono hue fue más bajo (< 90°) durante todo el periodo de almacenamiento

(Cuadro 9). La interacción Tem x Mad presentó un efecto consistente y altamente significativo a 6, 12 y 18 días de almacenamiento sobre el ángulo de tono hue y la luminosidad del fruto, debido a que ambos factores indujeron efectos significativos o altamente significativos por separado en la retención del color verde; lo anterior indicó que el efecto de la temperatura sobre el color del fruto, especialmente hue y luminosidad, está en función del grado de madurez del fruto (Cuadro 7 y 9).

Cuando los frutos se colocaron durante 6 días a temperatura ambiente después de almacenarse a 5 y 10 °C durante 6 y 12 días, éstos mantuvieron una coloración amarilla intensa (hue entre 86° y 90°, croma ≈ 45), en comparación con aquellos que permanecieron a temperatura ambiente, sin embargo, la luminosidad fue similar (≈70 %); la película plástica disminuyó la pérdida de color de los frutos cuando se colocaron en ambiente después de 6 días de almacenamiento y, en general, no se apreció un efecto significativo sobre la luminosidad e índice de tono para los tres periodos de almacenamiento; los frutos en madurez fisiológica sometidos a 6 días de almacenamiento, mostraron un mejor color que los frutos en madurez comercial (Cuadro 7, 8 y 9).

Enfermedades postcosecha

De los frutos de guayaba en madurez comercial almacenados en condiciones ambientales, 5 % manifestaron síntomas de antracnosis a 18 dda, con o sin película plástica, y 6 días después, el porcentaje de frutos afectados aumentó a 12 %, con base en características morfológicas, de cultivo y patogenicidad de los hongos aislados del síntoma de antracnosis, se determinó que el agente causal fue *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. (Gutiérrez-Alonso, 2002); además, los frutos no presentaron una calidad óptima para el consumo debido a que exhibieron pérdida de color y humedad, en comparación con los en madurez fisiológica que se almacenaron a bajas temperaturas.

CONCLUSIONES

La película plástica modificó la atmósfera interna en función de la temperatura y grado de madurez del fruto. La combinación película plástica con bajas temperatura redujo la pérdida de peso, el contenido de sólidos solubles totales, el porcentaje ácido cítrico, favoreció la firmeza e indujo una buena coloración del fruto de guayaba hasta 18 dda y aún

CUADRO 7. Efecto de temperatura (Tem), película plástica (PP) y grado de madurez sobre la luminosidad de frutos de guayaba almacenados durante 6, 12 y 18 días bajo las condiciones indicadas, más seis días en condiciones ambientales (dca).

Factor	Luminosidad del fruto (%)						
	Inicial ²	6	6 + 6 dca	12	12 + 6 dca	18	18+6 dca
Temperatura		14.23**	3.47*	21.28**	1.75 ^{NS}	4.94*	5.34*
5 °C		67.35 b ^y	70.06 b	66.62 b	72.51 a	67.62 b	70.26 a
10 °C		64.59 b	72.69 a	68.99 b	69.70 a	71.61 a	71.74 a
Ambiente		71.32 a	71.45 ab	73.51 a	70.04 a	71.11 a	65.73 b
DMS		3.04	2.49	2.57	4.25	3.32	4.41
Película Plástica		1.28 ^{NS}	1.44 ^{NS}	1.47 ^{NS}	0.00 ^{NS}	0.05 ^{NS}	4.11*
Con PP		68.34 a	70.91 a	69.18 a	70.75 a	70.24 a	68.22 b
Sin PP		67.17 a	71.89 a	70.24 a	70.92 a	69.98 a	72.53 a
DMS		2.06	1.68	1.75	2.85	2.26	2.87
Madurez		112.40**	25.78**	84.37**	1.41 ^{NS}	6.91*	9.37**
Fisiológica		62.27 b	69.32 b	65.69 b	69.83 a	68.63 b	72.01 a
Comercial		73.24 a	73.47 a	73.73 a	72.03 a	71.60 a	67.87 b
DMS		2.06	1.68	1.75	2.85	2.26	2.82
CV		6.5 %	3.4 %	5.3 %	5.5 %	6.8 %	5.3 %
Tem x PP		1.89 ^{NS}	3.34 ^{NS}	4.90*	5.49*	0.07 ^{NS}	2.58 ^{NS}
Tem x Mad		6.65**	0.71 ^{NS}	8.56**	0.60 ^{NS}	8.20**	5.89**
PP x Mad		1.08 ^{NS}	0.15 ^{NS}	0.95 ^{NS}	3.15 ^{NS}	0.43 ^{NS}	0.62 ^{NS}
Tem x PP x Mad		0.46 ^{NS}	5.07*	1.83 ^{NS}	1.28 ^{NS}	0.05 ^{NS}	0.65 ^{NS}

² Luminosidad inicial: 58.56 y 68.94, para MF y MC, respectivamente.

^y Valores con la misma letra dentro factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

^{NS}, *, **, no significativo y significativo a una $P \leq 0.05$ y 0.01, respectivamente.

DMS: diferencia mínima significativa, CV: coeficiente de variación

CUADRO 8. Efecto de temperatura (Tem), película plástica (PP) y grado de madurez sobre el índice de saturación del color de frutos de guayaba almacenados durante 6, 12 y 18 días bajo las condiciones indicadas, más seis días en condiciones ambientales (dca).

Días de Almacenamiento	Índice de Saturación o Cromo						
	Inicial ²	6	6 + 6 dca	12	12 + 6 dca	18	18 + 6 dca
Temperatura		6.32**	1.31 ^{NS}	2.77 ^{NS}	5.30*	0.11 ^{NS}	8.94**
5 °C		43.43 b ^y	46.68 a	43.16 a	45.85 a	44.37 a	44.00 a
10 °C		4.51 ab	45.42 a	45.23 a	45.39 a	44.22 a	42.08 a
Ambiente		46.89 a	43.46 a	45.24 a	40.95 b	43.77 a	34.81 b
DMS		2.39	5.01	2.71	3.99	3.12	5.25
Película Plástica		4.59*	1.04 ^{NS}	0.01 ^{NS}	0.44 ^{NS}	1.73 ^{NS}	0.05 ^{NS}
Con PP		45.81 a	44.35 a	44.51 a	43.15 a	43.42 a	40.17 a
Sin PP		44.07 b	46.02 a	44.59 a	45.15 a	44.82 a	43.23 a
DMS		1.62	3.38	1.84	2.67	2.12	3.42
Madurez		2.46 ^{NS}	0.74 ^{NS}	0.87 ^{NS}	1.06 ^{NS}	13.73**	15.35**
Fisiológica		45.58 a	45.89 a	44.98 a	44.44 a	46.09 a	44.55 a
Comercial		44.30 a	44.48 a	44.12 a	44.23 a	42.15 b	38.24 b
DMS		1.62	3.38	1.84	2.67	2.12	3.35
C.V.		7.7 %	10.9 %	8.8 %	8.3 %	10.2 %	10.6 %
Tem x PP		0.11 ^{NS}	0.92 ^{NS}	0.83 ^{NS}	3.38 ^{NS}	2.85 ^{NS}	2.37 ^{NS}
Tem x Mad		0.54 ^{NS}	0.88 ^{NS}	1.02 ^{NS}	0.13 ^{NS}	2.99 ^{NS}	2.26 ^{NS}
PP x Mad		5.79*	0.38 ^{NS}	1.10 ^{NS}	0.47 ^{NS}	0.00 ^{NS}	0.28 ^{NS}
Tem x PP x Mad		0.56 ^{NS}	2.08 ^{NS}	0.15 ^{NS}	0.01 ^{NS}	0.29 ^{NS}	2.04 ^{NS}

² Índice de saturación inicial = 43.40 y 45.19, para MF y MC, respectivamente.

^y Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

^{NS}, *, **, no significativo y significativo a una $P \leq 0.05$ y 0.01, respectivamente.

DMS: diferencia mínima significativa, CV: coeficiente de variación

CUADRO 9. Efecto de temperatura (Tem), película plástica (PP) y grado de madurez sobre el ángulo de tono hue de frutos de guayaba almacenados durante 6, 12 y 18 días bajo las condiciones indicadas, más seis días en condiciones ambientales (dca).

Factor	Ángulo de Tono Hue (grados)						
	Inicial ²	6	6 + 6 dca	12	12 + 6 dca	18	18 + 6 dca
Temperatura		11.78**	7.94**	36.11**	13.26**	34.57**	3.96*
5 °C		94.65 a ^y	90.74 a	96.56 a	88.43 a	94.94 a	86.87 ab
10 °C		93.55 a	88.94 a	94.30 a	86.83 a	92.35 b	88.89 a
Ambiente		88.72 b	85.61 b	87.37 b	79.55 b	86.85 c	81.26 b
DMS		3.12	3.26	2.70	4.41	2.38	6.49
Película Plástica		3.20 ^{NS}	4.32*	6.05*	0.00 ^{NS}	4.60*	1.16 ^{NS}
Con PP		93.26 a	87.32 b	93.88 a	84.96 a	92.25 a	84.87 a
Sin PP		91.36 a	89.54 a	91.61 b	85.98 a	90.51 b	89.08 a
DMS		2.12	2.20	1.83	2.96	1.62	4.23
Madurez		42.36**	7.20*	33.27**	0.02 ^{NS}	21.57**	3.37 ^{NS}
Fisiológica		95.76 a	89.86 a	95.40 a	84.81 a	93.26 a	88.38 a
Comercial		88.86 b	87.00 b	90.05 b	86.16 a	89.50 b	84.73 a
DMS		2.12	2.20	1.83	2.96	1.62	4.14
CV		4.9 %	3.6 %	4.2 %	4.8 %	3.8 %	7.0 %
Tem x PP		2.19 ^{NS}	0.02 ^{NS}	0.57 ^{NS}	0.62 ^{NS}	1.39 ^{NS}	5.34*
Tem x Mad		9.32**	0.97 ^{NS}	7.15**	2.54 ^{NS}	13.55**	3.60*
PP x Mad		7.37**	4.99*	0.00 ^{NS}	0.03 ^{NS}	0.69 ^{NS}	0.49 ^{NS}
Tem x PP x Mad		6.70**	0.12 ^{NS}	0.68 ^{NS}	0.26 ^{NS}	1.23 ^{NS}	0.98 ^{NS}

² Ángulo de tono hue inicial = 167.63° y 95.73°, para MF y MC, respectivamente.

^y Valores con la misma letra dentro de factor en cada columna son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

^{NS}, *, **, No significativo y significativo a una $P \leq 0.05$ y 0.01, respectivamente.

DMS: diferencia mínima significativa, CV: coeficiente de variación

6 días después de colocarlos bajo condiciones ambientales. Los frutos de guayaba en madurez fisiológica que se almacenaron con película plástica a 5 °C durante 6 días, presentaron calidad óptima para su consumo en fresco. Aunque el almacenamiento de frutos tropicales a bajas temperaturas es un factor que induce daños por frío, los frutos de guayaba sometidos a 5 y 10 °C no manifestaron la presencia de éstos, aún después de permanecer 6 días bajo condiciones ambientales. Los frutos de guayaba almacenados en condiciones ambientales manifestaron pérdida de color, humedad y ataque de *Colletotrichum gloeosporioides* Penz. a 18 dda.

LITERATURA CITADA

- ALI, Z. M.; LAZAN, H. 1997. Guava, pp. 145-165. In: Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits. Mitra, S.K. (ed.). CAB International. Oxon, U.K.
- AOAC 1990. Association of Official Analytic Chemist. William Horwitz (ed.). 12th edition. Washington, D.C., USA. 1094 p.
- AKAMINE, E. K.; GOO, T. 1979. Respiration and ethylene production in fruits of species and cultivars of *Psidium* and species of *Eugenia*. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 104: 632-635.
- CHU, C. L. 1986. Post storage application of TAL Pro-Long on apples from controlled atmosphere storage. HortScience 21: 267-268.
- GORNY, J. R.; KADER, A. 1996. Controlled-atmosphere suppression of ACC synthase and ACC oxidase in 'Golden Delicious' apple during long-term cold storage. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 121: 751-755.
- GUTIÉRREZ-ALONSO, O. 2002. Diagnóstico y control de antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) en guayaba (*Psidium guajava* L.) e incremento de la vida de anaquel mediante bajas temperaturas y atmósferas modificadas. Tesis de Maestría en Ciencias en Fitopatología. Instituto de Fitosanidad, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 65 p.
- KNEE, M. 1972. Anthocyanin, carotenoid and chlorophyll changes in the peel of Cox's Orange Pippin apples during ripening on and of the tree. J. Exp. Bot. 23: 184-196.
- LELIÉVRE, J. M.; LATCHÉ, A.; JONES, B.; BOUZAYEN, M.; PECH, J. C. 1997. Ethylene and fruit ripening. Physiol. Plant. 101: 727-739.
- MCGUIRE, R. G. 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience 27: 1254-1255.
- ONODA, A.; NOGATA, Y.; KUSUMOTO, K.; TANAKA, A.; SAYITO, T.; OHTA, H. 1998. Effects of film with microscopic holes for quality stability of broccoli. Acta Hort. 464:533.
- PANTASTICO, E. B. 1975. Postharvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical and Vegetables. AVI, Westport, Connecticut, USA. 560 p.
- PAULL, R.E. 1999. Effect of temperature and relative humidity on fresh commodity quality. Postharv. Biol. and Tech. 12: 263-277.
- REYES, M. U.; PAULL, R. E. 1995. Effect of storage temperature and ethylene treatment on guava (*Psidium guajava* L.) fruit ripening. Postharv. Biol. and Tech. 6: 357-365.
- RISSE, L. A.; HATTON, T. T. 1982. Sensitivity of watermelon to ethylene during storage. HortScience 17: 946-948.
- SALINAS-HERNÁNDEZ, R. M. 1998. Efecto del grado de madurez encerrado y frigoconservación sobre la maduración y calidad de guayaba media china. Tesis de Maestría en Ciencias. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad, Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 85 p.
- SALTVEIT, M. E. 1999. Effect of ethylene on quality of fresh fruits and vegetables. Postharv. Biol. and Tech. 15: 279-292.
- SIAP. 2001. Avances de siembras y cosechas de cultivos perennes. Disponible en <http://www.siea.sagarpa.gob.mx/indexavnc2.html> (Consultado el 4 de noviembre, 2001).
- SIGEE, C. D. 1993. Bacterial Plant Pathology: Cell and Molecular Aspects. Department of Cell and Structural Biology. University of Manchester. University Press. Cambridge., U. K. 325 p.
- SMITH, S.; GEESON, J.; STOW, J. 1987. Production of modified atmospheres in deciduous fruits by use of films and coatings. HortScience 22: 772-776.
- TIAN, M. S.; DOWNS, C. G.; LILL, R. E.; KING, G. A. 1994. A role for ethylene in the yellowing of broccoli after harvest. J. Am. Soc. Hort. Sci. 119: 276-281.
- VÁZQUEZ-OCHOA, R. I.; COLINAS-LEÓN, M. T. 1990. Changes in guavas of three maturity stages in responses to temperature and relative humidity. HortScience 25: 86-87.