

Efecto de la temperatura y estado de madurez sobre la calidad poscosecha de la fruta de guayaba (*Psidium guajava* L.) procedente de MERCABAR, estado Lara, Venezuela

Effect of temperature and maturation stage on the postharvest fruit quality of guava (*Psidium guajava* L.) from MERCABAR, Lara State, Venezuela

José SUÁREZ, María PÉREZ DE CAMACARO ✉ y Aracelis GIMÉNEZ

Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", Posgrado de Agronomía, Laboratorio de Poscosecha.

E-mail: mariap@ucla.edu.ve ✉ Autor para correspondencia

Recibido: 29/06/2008 Fin de primer arbitraje: 25/02/2009 Primera revisión recibida: 08/03/2009
Fin de segundo arbitraje: 25/03/2009 Segunda revisión recibida: 26/03/2009 Aceptado: 20/04/2009

RESUMEN

La guayaba es de amplio consumo como fruta fresca por su agradable sabor y sus propiedades nutritivas. Sin embargo, presenta un periodo corto de vida poscosecha, por lo que en este ensayo se evaluó el efecto de la temperatura y el estado de madurez sobre la calidad poscosecha en la guayaba tipo "Criolla Roja". Los tratamientos fueron organizados en un diseño completamente al azar con arreglo factorial (3 temperaturas x 2 estados de madurez) con cuatro repeticiones. Los factores fueron: las temperaturas (T1= 12 ± 2 °C y T2 = 17 ± 2 °C y T3 = 27 ± 2 °C) y los estados de madurez (M1: madurez fisiológica, 100% color verde y M2: pintonas, 80% color verde y 20% coloreada). Las propiedades físico - químicas de calidad fueron evaluadas cada tres días durante seis semanas. La pérdida de peso fue mayor a 17 y 27 ± 2 °C. La temperatura de 12 ± 2 °C preservó la apariencia, el color y con menor pérdida de peso de las frutas. Los mayores valores de pH y los menores de acidez fueron encontrados a 17 y 27 ± 2 °C. Durante el proceso de maduración los sólidos solubles totales (°Brix) y la relación SST/Acidez se incrementaron, con los mayores valores a 12 ± 2 °C y la vitamina C disminuyó, con los menores valores a 17 y 27 ± 2 °C. La maduración ocurrió con mayor rapidez en las frutas pintonas a temperatura ambiente; por lo que se recomienda el almacenamiento a 12 ± 2 °C, ya que alargó en una semana la vida poscosecha de la fruta en ambos estados de madurez.

Palabras clave: almacenamiento, refrigeración, maduración, fruta, propiedades sensoriales

ABSTRACT

Guava is widely consumed as fresh fruit due to its good flavor and nutritional properties. However, it presents a very short postharvest life. For this reason the objective of this research was to evaluate the effect of temperature and maturation stage on the postharvest quality of guava "Criolla Roja". Treatments were organized as a completely randomized factorial design (3 temperature x 2 stage of the fruit) with four repetitions. The variables were: temperatures (T1= 12 ± 2 °C y T2= 17 ± 2 °C under refrigeration, and room temperature T3= 27 ± 2 °C) and the maturation stage of the fruit (M1: Physiological maturity, 100% green color and M2: uncompleted ripeness, 80% green and 20% coloured). The loss of mass was higher at 17 y 27 ± 2 °C. The temperature of 12 ± 2 °C preserved the appearance and color, and yielded the lowest mass. The highest value of pH and the lowest acidity were found at 17 y 27 ± 2 °C. During the maturation process the total soluble solid (°Brix) and the relation TSS/Acidity increased, with the highest value at 12 ± 2 °C, and the vitamin C content decreased, with lowest value at 17 y 27 ± 2 °C. Maturation occurred faster in fruits 80% green and 20% coloured at room temperature; for this reason the recommendation is to store them at 12 ± 2 °C, since it extended the postharvest life of the fruit in both maturity stages.

Key words: storage, refrigeration, ripening, fruit, sensorial properties.

INTRODUCCIÓN

La guayaba (*Psidium guajava* L.) es una fruta con altos valores de vitamina A, ácido ascórbico (23 - 486 mg por 100 mL de jugo), niacina, azúcares, taninos, flavonoides, fibras, entre otros compuestos indispensables en la dieta alimenticia (Suntornsuk, 2002; Jiménez-Escrig, 2001, Mahattanatawee *et al.*

2007). La fruta de guayaba y sus productos derivados son de amplia aceptación por los consumidores, debido a las excelentes propiedades de la pulpa, disponibilidad durante todo el año y bajo costo (Ali y Lanzan, 2001).

Por ser una fruta de gran importancia en el mercado y por sus propiedades nutritivas se deben

estudiar los aspectos que permitan alargar la vida útil y mantener la calidad de la guayaba como producto fresco. Esta fruta es muy susceptible al deterioro, limitando la posibilidad de distribuir la misma a grandes distancias ya que a los tres días alcanzan su madurez total (Laguado *et al.* 1999). En este sentido, el manejo adecuado de la temperatura es un aspecto que debe ser considerado durante la cadena de comercialización de esta fruta. El almacenamiento a bajas temperaturas tiene ventajas como la reducción de la velocidad de respiración, la producción de etileno, el proceso de maduración, la senescencia, la velocidad de pérdida de agua por transpiración y se reduce el crecimiento microbiano y el deterioro ocasionado por ellos; así mismo, la alta humedad relativa durante el almacenamiento minimiza la pérdida de agua de las frutas (Knee, 2001). Otro aspecto a ser tomado en cuenta durante la poscosecha, es la relación entre el estado de madurez y la calidad. Por ejemplo, en manzanas Gala se han realizados estudios en la identificación del índice de madurez que pueden utilizarse para determinar la fecha exacta de cosecha y así obtener frutos de alta calidad y larga vida poscosecha (Kader, 2002).

La fruta de guayaba por ser climatérica puede ser cosechada fisiológicamente madura y tiene la capacidad de continuar su proceso de maduración hasta alcanzar su madurez sensorial después de dicha cosecha, donde los cambios que ocurren desde la madurez fisiológica de los frutos hasta alcanzar su máxima calidad, involucran una serie de procesos fisiológicos y bioquímicos de gran importancia y que son determinantes de la vida y calidad poscosecha de los frutos (Ali y Lazan, 2001). En Venezuela, es poca la información generada en relación a los aspectos de poscosecha antes mencionados; por lo que, en esta investigación se planteó como objetivo el estudio del efecto de la temperatura y el estado de madurez sobre la calidad de la fruta de guayaba.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización del ensayo se utilizaron frutas de guayaba (*Psidium guajava* L.) tipo “Criolla Roja”, adquiridos en el Mercado Mayorista de Barquisimeto, MERCABAR, a un proveedor conocido garantizando la procedencia y el tipo de material a ser utilizado. Las mismas, fueron seleccionadas uniformes en tamaño, color, sin presencia de daños mecánicos y/o enfermedades aparentes. Posteriormente, fueron llevadas al laboratorio de Fisiología Poscosecha del Postgrado de

Agronomía de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, donde se condujo el ensayo. En el laboratorio las frutas fueron lavadas y desinfectadas en una solución de Benlate® (Benomilo) por 10 minutos y luego se dejaron secar a temperatura ambiente. El almacenamiento se llevó a cabo durante 20 días, donde los tratamientos fueron organizados con un diseño completamente al azar con arreglo factorial (3x2). El primer factor constituido por las temperaturas (T1 = 12 ± 2 °C y T2 = 17 ± 2 °C, bajo refrigeración y T3 = 27 ± 2 °C, sin refrigeración) y el segundo factor por los estados de madurez de los frutos (M1: madurez fisiológica - 100% color verde y M2: pintonas - 80% color verde y 20 % coloreada). Obteniendo así, 3 temperaturas por 2 estados de madurez con 4 repeticiones, para un total de 24 unidades experimentales. Se realizaron 6 evaluaciones para un total de 144 frutos analizados. Las propiedades físico - químicas de calidad fueron evaluadas cada tres días durante seis semanas.

Para determinar el efecto de los tratamientos sobre la calidad y vida útil de las frutas de guayabas se midieron variables físicas (pérdida de peso fresco, color, apariencia e incidencia de daños) y se realizaron determinaciones químicas (pH, acidez total titulable, contenido de sólidos solubles totales (SST) en °Brix, relación SST/Acidez y contenido de vitamina C (mg/100g). Las variables físicas de calidad fueron medidas en un lote de frutos el cual se mantuvo hasta el final del ensayo.

Pérdida de peso fresco (g)

Los frutos se pesaron con una balanza analítica marca OHAUS modelo VI-600, capacidad 1500 g y apreciación 0.1 g a intervalos de 3 días durante el ensayo.

Cambio de color

Fue realizado durante todas las evaluaciones en el grupo de frutas patrón, con el uso de una escala de color (Pérez *et al.* 1996):

Escala	Color	Descripción
1	Verde	Completamente verde, sin aroma
2	80% verde	Inicio de cambio de color
3	50% verde	La mitad cambio de color
4	20% verde	Más de la mitad (¾) parte cambio de color
5	< 20% verde	Cambio total de color

Apariencia

Se midió durante todas las evaluaciones en el grupo de frutas patrón, en función del brillo, turgencia, marchites y aspecto general, con el uso de una escala (Zambrano y Materano, 1999), que se muestra a continuación:

Escala	Descripción
1	No aceptable
2	Medianamente aceptable
3	Aceptable comercialmente
4	Bueno
5	Excelente

Incidencia de daños

Se realizaron durante todas las evaluaciones en el grupo de frutas patrón, con el uso de una escala (Zambrano y Materano, 1999), que se muestra a continuación:

Escala	% del producto afectado por la lesión	Descripción
1	< 10	Lesión mínima (mm)
2	20 – 40	Lesión > 5mm
3	40 – 60	Más de la mitad lesionado
4	60 -100	Producto descartado

pH:

Se midió con un pHmetro Orion modelo 420-A en una muestra de 10 gramos de la pulpa licuada, homogenizada y filtrada.

Acidez total titulable (g/100ml)

Se realizó con el uso de un potenciómetro, para la cual se utilizó una muestra filtrada de 10 gramos y se tituló con NaOH 0,1 N, hasta punto final de pH 8,1 donde los resultados fueron expresados en gramos de ácido cítrico en 100 mL de jugo de fruta de guayaba (COVENIN, 1984a).

Contenido de sólidos solubles totales (°Brix)

Se determinó con un refractómetro de mesa Palette ATAGO digital PR-101, se colocó una gota del jugo licuado y filtrado sobre el sensor del refractómetro digital y se procedió a tomar la lectura.

Vitamina C (mg/100mL)

Se determinó a través del método del 2,6-Diclorofenol -Indofenol y los resultados fueron expresados en miligramos de ácido ascórbico en 100 mL de jugo de fruta de guayaba (COVENIN, 1984b).

Los resultados se analizaron con la utilización del paquete estadístico Statistix versión 8.0. Se les realizó un análisis de varianza y posteriormente se les aplicó prueba de media de Tukey; tabulados en cuadros y figuras con el programa Excel bajo Windows.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN**Variables físicas****Pérdida de peso fresco en la fruta de la guayaba**

El Cuadro 1 muestra los resultados obtenidos para la variable pérdida de peso en la fruta. El análisis de varianza presentó diferencias significativas ($P < 0,05$) según la prueba de Tukey en todas las evaluaciones. Asimismo, se muestran los valores promedios de pérdidas de peso obtenidos en el ensayo, los cuales variaron de 13,83 a 48,6 g para los frutos del estado de madurez fisiológicos y 14 a 48,88 g para los frutos del estado de madurez pintón, observando mayor pérdida de peso en el estado de madurez pintón.

Asimismo, la pérdida de peso presentó una tendencia creciente a medida que avanzó el proceso de maduración; donde se observa el comportamiento de la variable con respecto a cada una de las evaluaciones, predominando la pérdida de peso fresca de la guayaba a temperatura de 27 ± 2 °C, mientras que dicha variable según los estados de madurez presentaron una tendencia creciente y continua en las cuatro primeras evaluaciones y hubo un aumento en la quinta evaluación donde se observó la mayor pérdida de peso en el estado de madurez fisiológica en relación a la madurez pintón. En este sentido, Knee (2001) señala que la temperatura de almacenamiento tiene un efecto directo sobre la vida útil del fruto. A mayor temperatura, la pérdida de agua es mayor manifestándose en la disminución del peso fresco y en las características de apariencia y calidad. Resultados similares de pérdida gradual de peso fresco durante el proceso de maduración reportó

Laguado *et al.* (1999) en frutas de guayaba tipo Criolla Roja. Igualmente, Pérez (1997) encontró pérdidas altamente significativas de peso fresco en piña 'Española Roja', a diferentes temperaturas de almacenamiento, siendo los mayores valores a temperaturas de 27 °C, similares a esta investigación.

Color en la fruta de guayaba

Los resultados obtenidos en el Cuadro 2, en las diferentes evaluaciones muestran que en las frutas almacenadas a temperatura 27 ± 2 °C sin refrigeración el cambio de color fue más rápido y notorio, mientras que bajo condición de refrigeración éste fue más lento. Para la temperatura de 12 ± 2 °C, se registró un cambio solamente en la primera evaluación, mientras que en las demás evaluaciones mantuvo un promedio en la escala de 2,5 a diferencia de las otras dos temperaturas de almacenamiento donde fue incrementando el valor de la escala para cada evaluación observándose el cambio de color en las frutas de guayaba. Asimismo, los estados de madurez presentaron un promedio de 1,5 a 3,5 para el estado de madurez fisiológica y de 2,58 a 4,08 para el estado de madurez pintón, demostrándose así que la

coloración de la fruta fue más evidente y marcada en las frutas que fueron almacenadas en el estado de madurez más avanzado, pintona. Las diferentes temperaturas de almacenamiento presentaron tendencias crecientes para las temperaturas 27 ± 2 °C y de 17 ± 2 °C para todas las evaluaciones, observándose el mayor cambio a temperatura de 27 ± 2 °C, mientras que en la temperatura de 12 ± 2 °C presentó una tendencia creciente a partir de la segunda evaluación. Cabe destacar que las frutas de guayaba almacenadas a temperatura 27 ± 2 °C, las pérdidas de color verde fue más evidente como consecuencia de la degradación de la clorofila, el cual se debe a los cambios de pH, a los procesos oxidativos y a la acción de la clorofilasa (Kader, 2002). La temperatura de refrigeración retrasa el cambio de color, retardando así el proceso de maduración en las guayabas en estado de madurez fisiológico. Asimismo, los frutos pintones que fueron almacenados a bajas temperaturas el cambio de color ocurrió lentamente. Estos resultados permiten señalar que en ambos estado de madurez bajo condiciones refrigeradas se puede alargar el período de comercialización para la guayaba.

Cuadro 1. Efecto de la temperatura y estado de madurez sobre la pérdida de peso en guayaba (*Psidium guajava* L.)

Factores	Pérdida de peso (g)					
	Evaluaciones					
Temperatura °C	I	II	III	IV	V	VI
12	7,43 b	15,50 b	21,40 b	28,46 b	32,87 b	37,95 b
17	13,03 b	24,61 b	33,88 b	42,66 b	60,05 ab	59,53 a
27	21,27 a	39,77 a	56,97 a	73,97 a	89,88 a	-----
	***	***	***	***	**	**
Estado de madurez						
Fisiológica	13,83 a	26,58 a	37,28 a	48,51 a	63,87 a	48,60 a
Pintón	14,00 a	26,67 a	37,55 a	48,21 a	58,00 a	48,88 a
	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes entre sí según la prueba de Tukey (p < 0,05%)

Cuadro 2. Efecto de la temperatura y el estado de madurez sobre el color en guayaba (*Psidium guajava* L.)

Factores	Color					
	Evaluaciones					
Temperatura °C	I	II	III	IV	V	VI
12	1	2	2	2	2	3
17	2	2	3	3	3	4
27	3	4	4	5	5	5
Estado de madurez						
Fisiológica	2	2	3	3	3	4
Pintón	3	3	3	4	4	4

Apariencia en la fruta de guayaba

El Cuadro 3 muestra los cambios de la apariencia en función a las temperaturas de almacenamiento y el estado de madurez. Se produjeron cambios notorios en los frutos almacenados a temperatura de 27 ± 2 °C sin refrigeración, condiciones de almacenamiento bajo las cuales se presentó un deterioro significativamente mayor en las dos últimas evaluaciones. Al compararlos con las otras dos temperaturas de almacenamiento se demuestra que la temperatura mas adecuada para que no haya cambio del fruto es la de 12 ± 2 °C, donde se conservo la mejor apariencia con escala de 3 en todas las evaluaciones.

La variable apariencia presentó una tendencia decreciente en todas las evaluaciones. Asimismo, en los estados de madurez se demuestra que los promedios de dicha variable no presentaron diferencias ya que sus comportamientos fueron similares. Es importante señalar que investigaciones realizadas por Páez Ramírez (2003), llegan a la conclusión que la temperatura de almacenamiento adecuada para preservar el brillo, turgencia, marchites y aspectos generales de las frutas de guayaba, es a 12 ± 2 °C. Estos resultados fueron corroborados en esta investigación, donde se demostró que efectivamente a bajas temperaturas, especialmente a 12 ± 2 °C, las frutas presentaron una mejor apariencia y calidad mientras que las almacenadas a 27 ± 2 °C mostraron

pérdidas notables del brillo y pudrición del mismo.

Incidencia de daños en la fruta de guayaba

El Cuadro 4 muestra que las frutas almacenadas a temperaturas de refrigeración no presentaron deterioro en ninguna de las evaluaciones, mientras que las frutas almacenadas a temperatura de 27 ± 2 °C hubo una notable incidencia de daños, debidos probablemente a la presencia de enfermedades, observando valores de 4 en la escala en las dos ultimas evaluaciones. Asimismo, en los diferentes estados de madurez presentaron promedios en la escala de 1 a 2,25 para el estado de madurez fisiológica y de 1 a 2,08 para el estado de madurez pintón.

La temperatura de almacenamiento tuvo efecto sobre la incidencia de daños, ya que en las temperaturas de refrigeración se mantuvieron con promedios similares con una menor presencia de cambios con respecto a las altas temperaturas donde hubo gran incidencia de deterioro. La variable presentó una tendencia creciente a medida que transcurrían las evaluaciones a temperatura de 27 ± 2 °C, demostrando que las bajas temperaturas son las más adecuadas para preservar la vida útil del fruto de guayaba. Asimismo, la incidencia de daños presentó una tendencia creciente y muy similar en los dos estados de madurez.

Cuadro 3. Efecto de la temperatura y estado de madurez sobre la apariencia en guayaba (*Psidium guajava* L.)

Factores	Apariencia					
	Evaluaciones					
Temperatura °C	I	II	III	IV	V	VI
12	4	3	3	3	3	3
17	4	3	3	3	3	2
27	4	2	2	2	1	1
Estado de madurez						
Fisiológica	4	3	3	3	2	2
Pintón	4	3	3	3	2	2

Cuadro 4. Efecto de la temperatura y estado de madurez sobre la incidencia de daños en guayaba (*Psidium guajava* L.)

Factores	Incidencia de daños					
	Evaluaciones					
Temperatura °C	I	II	III	IV	V	VI
12	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1
27	1	2	2	3	3	4
Estado de madurez						
Fisiológica	1	1	1	1	2	2
Pintón	1	1	1	2	2	2

Variabes químicas**pH en la fruta de guayaba**

El Cuadro 5 muestra diferencias significativas entre la primera, segunda, cuarta y sexta evaluación, para la variable pH en las diferentes temperaturas de almacenamiento a la cual fueron sometidos las frutas de guayaba, se presentó el mayor valor a 27 ± 2 °C con promedios de 4,15 a 4,97, mientras que el menor valor fue a temperatura de 12 ± 2 °C, con promedios de 3,86 a 4,84. Cabe destacar, que no hay diferencias significativas en la tercera y quinta evaluación. Asimismo, los estados de madurez presentaron diferencias significativas en la primera, segunda y cuarta evaluación, con promedios de 3,95 a 4,76 para el estado de madurez fisiológico y de 4,07 a 4,65 para el estado de madurez pintón. Es importante señalar que los valores de pH se mantuvieron muy cercanos a los rangos de 3,7 a 4,02 reportados para guayaba “Criolla Roja” por Laguado *et al.* (1999) y a los resultados de 4,2 para frutas pintonas y de 4,4 para frutas completamente maduras encontrados por Castellano *et al.* (2006) para guayaba “Criolla Roja”.

Acidez total titulable en la fruta de guayaba

El Cuadro 6 muestra que en los resultados obtenidos de acidez, el análisis de varianza presenta diferencias significativas en la segunda, cuarta y quinta evaluación de esta variable por el efecto de las diferentes temperaturas a la cual fueron almacenadas las frutas y encontrándose los menores valores a temperatura de 27 ± 2 °C. Asimismo, los valores promedios de acidez durante el ensayo variaron en un rango de 0,66 a 0,77 g/100 mL, para el estado de madurez fisiológico y 0,55 a 0,75 g/100 mL para el

estado de madurez pintón, observándose los valores mas altos de acidez en el estado de madurez fisiológico. Igualmente, Castellano *et al.* 2004 reportó los mayores valores de acidez (1,04 %) para frutas pintonas y los menores valores (0,63%) para frutas completamente maduras en guayaba “Criolla Roja”, demostrando que la acidez en las frutas disminuye a medida que avanza el proceso de maduración. Asimismo, en esta investigación los resultados son ligeramente mayores en comparación a los reportados por Laguado *et al.* (1999) para el mismo tipo de guayaba.

Los resultados muestran variación del contenido de acidez a las diferentes temperaturas de almacenamiento y estado de madurez. Cabe destacar, que en las guayabas la acidez disminuye significativamente a medida que avanza el estado de madurez del fruto, siendo este cambio bien drástico en las frutas almacenadas a temperatura de 27 ± 2 °C. El cambio de acidez, se estima que es consecuencia de la hidrólisis y degradación de los carbohidratos poliméricos (sustancias pépticas y hemicelulosa), aumentando los azúcares en las soluciones (Kader, 2002).

Los resultados indican, que las diferentes temperaturas de almacenamiento y estados de madurez del fruto de guayaba, afectaron el comportamiento de la variable acidez a medida que transcurrió cada evaluación, teniendo un cambio notable en la temperatura de 27 ± 2 °C donde el fruto maduro rápidamente. Cabe destacar, que la acidez fue menor en el estado de madurez pintón en comparación con la madurez fisiológica. En este sentido, Iglesias (1981) y Hansen (1990) señalan la influencia de las altas temperatura en la disminución en la acidez de los frutos.

Cuadro 5. Efecto de la temperatura y estado de madurez sobre el pH en guayaba (*Psidium guajava* L.).

Factores	pH					
	Evaluaciones					
Temperatura °C	I	II	III	IV	V	VI
12	3,86 c	3,92 b	4,47 a	4,16 b	4,84 a	4,09 b
17	4,03 b	4,03 b	4,52 a	4,32 ab	4,31 a	4,34 a
27	4,15 a	4,20 a	4,57 a	4,47 a	4,97 a	-----
	***	***	ns	**	ns	**
Estado de madurez						
Fisiológica	3,95 b	4,00 b	4,50 a	4,25 b	4,76 a	4,19 a
Pintón	4,07 a	4,10 a	4,54 a	4,38 a	4,65 a	4,23 a
	***	***	ns	***	ns	ns

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes entre si según la prueba de Tukey ($p < 0,05\%$)

Sólidos solubles totales en la fruta de guayaba

Los resultados del Cuadro 7 muestran diferencias significativas debidas a la temperatura sobre el contenido de sólidos solubles totales (SST) en la fruta de guayaba en la cuarta y quinta evaluación. En general, los SST mostraron sus valores más altos a temperatura de 12 ± 2 °C con un promedio de 8,00 a 9,66 °Brix y los mas bajos a temperatura de 27 ± 2 °C con promedios de 7,57 a 5,15 °Brix y al referirnos al estado de madurez no hubo efecto significativo de este factor sobre la variable. Resultados reportados por Laguado *et al.* (1999), Marín *et al.* (1993) y Laguado y Marín (2004) señalan que los mayores valores de SST se presentan en los estados de madurez pintones y maduros y lo cuales debido al incremento principalmente de los azúcares durante los estados avanzados del proceso de maduración.

Los SST constituyen un factor importante en el sabor de los frutos, jugos y merengadas, característica importante de calidad expresados en °Brix son un indicativo del contenido de azúcares, constituyendo este parámetro un índice de calidad en la maduración de los frutos, ya que refleja la conversión del almidón en azúcares simples (Argaiz *et al.* 1991).

Relación entre el contenido de sólidos solubles totales y la acidez total titulable en la fruta de guayaba

El Cuadro 8 muestra los valores promedios de la relación de SST/Acidez en la fruta de guayaba durante el ensayo. Se observa que hubo diferencias significativas sobre el factor temperatura en la cuarta evaluación, presentando mayor valor a temperatura de 12 ± 2 °C, con promedios de 11,41 a 13,93 mientras que el menor valor fue a temperatura 27 ± 2 °C con promedios de 9,97 a 10,55. Asimismo, para el factor

Cuadro 6. Efecto de la temperatura y estado de madurez sobre el contenido de acidez en guayaba (*Psidium guajava* L.).

Factores	Contenido de acidez (g/ 100 mL)					
	Evaluaciones					
Temperatura °C	I	II	III	IV	V	VI
12	0,70 a	0,71 b	0,66 a	0,68 a	0,74 a	0,72 a
17	0,70 a	0,75 ab	0,59 a	0,68 a	0,71 a	0,80 a
27	0,76 a	0,80 a	0,65 a	0,51 b	0,53 b	----
	ns	***	ns	**	***	ns
Estado de madurez						
Fisiológica	0,77 a	0,77 a	0,66 a	0,70 a	0,70 a	0,77 a
Pintón	0,67 b	0,74 b	0,61 a	0,55 b	0,61 b	0,75 a
	**	**	ns	**	**	**

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes entre si según la prueba de Tukey ($p < 0,05\%$)

Cuadro 7. Efecto de la temperatura y estado de madurez sobre el contenido de los sólidos solubles totales en guayaba (*Psidium guajava* L.).

Factores	Sólidos Solubles Totales (°Brix)					
	Evaluaciones					
Temperatura °C	I	II	III	IV	V	VI
12	8,00 a	7,98 a	8,06 a	9,66 a	9,26 a	8,43 a
17	7,56 a	8,41 a	7,72 a	8,53 a	7,40 b	8,13 a
27	7,57 a	8,06 a	7,20 a	5,15 b	5,50 c	-----
	ns	ns	ns	**	***	ns
Estado de madurez						
Fisiológica	8,00 a	8,35 a	8,16 a	8,36 a	7,67 a	8,48 a
Pintón	7,42 a	7,95 a	7,15 a	7,20 a	7,10 a	8,08 a
	ns	ns	ns	ns	ns	ns

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes entre si según la prueba de Tukey ($p < 0,05\%$)

estado de madurez presentó efecto significativo en la quinta evaluación obteniendo un promedio de variación de 10,47 a 11,19 para el estado de madurez fisiológica y 10,49 a 11,11 para el estado de madurez pintón, donde se percibió mayores valores en el estado de madurez fisiológica.

De acuerdo con los resultados obtenidos, hubo un efecto importante y significativo en la cuarta y quinta evaluación para la temperatura y el estado de madurez sobre la relación de SST/Acidez, respectivamente. En general, se observó una tendencia al aumento de los valores en las temperaturas a 12 ± 2 °C y 17 ± 2 °C en comparación con la temperatura de 27 ± 2 °C. La relación SST/Acidez es representativa del sabor y es tomada como índice de calidad en la aceptación de los frutos, ya que mide el balance entre los azúcares principales y la acidez donde el mayor valor de esta relación indica la mejor calidad comestible del mismo (Ali y Lanzan, 2001).

Contenido de Vitamina C en la fruta de guayaba

Los resultados en el Cuadro 9, muestran que no hubo efecto significativo ($P < 0,05$) de los factores temperatura, pero si debido al estado de madurez sobre la variable vitamina C en la quinta evaluación, observando los valores mas altos en las temperaturas de 12 ± 2 °C en un promedio de 435,3 a 311,6 mg/100 mL y los valores más bajos a de 27 ± 2 °C con un promedio de 392,8 a 129,4 mg/100 mL, demostrando que las frutas presentaron altos contenidos de vitamina C con una disminución progresiva hacia las fases finales del proceso de maduración del fruto. Asimismo, los valores promedios de ácido ascórbico durante el ensayo se encontraron en un rango de 390,0 a 251,7 mg/100 mL para el estado de madurez fisiológica y 407,0 a 322,3 mg/100 mL para el estado de madurez pintón. Los resultados, muestra que a la temperatura de 27 ± 2 °C se encontraron los menores valores de vitamina C,

Cuadro 8. Efecto de la temperatura y estado de madurez sobre la relación SST / Acidez en guayabas (*Psidium guajava* L.).

Factores	Relación SST / Acidez					
	Evaluaciones					
Temperatura °C	I	II	III	IV	V	VI
12	11,41 a	11,41 a	12,40 a	13,93 a	12,59 a	11,66 a
17	10,84 a	11,61 a	12,98 a	12,26 a	10,23 a	10,02 a
27	10,11 a	10,05 a	9,98 a	9,97 b	10,55 a	-----
	ns	ns	ns	**	ns	ns
Estado de madurez						
Fisiológica	10,47 a	10,96 a	12,40 a	12,56 a	10,83 b	11,19 a
Pintón	11,11 a	11,09 a	11,18 a	11,55 a	11,42 a	10,49 a
	ns	ns	ns	ns	**	ns

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes entre si según la prueba de Tukey ($p < 0,05\%$)

Cuadro 9. Efecto de la temperatura y estado de madurez sobre el contenido de vitamina C en guayaba (*Psidium guajava* L.).

Factores	Vitamina C (mg/100 mL)					
	Evaluaciones					
Temperatura °C	I	II	III	IV	V	VI
12	435,3 a	335,3 a	259,0 a	254,5 a	140,8 a	311,6 a
17	367,3 a	288,7 a	203,8 a	206,5 a	155,8 a	262,5 a
27	392,8 a	254,3 a	173,9 a	173,9 a	129,4 a	-----
	ns	ns	ns	ns	ns	ns
Estado de madurez						
Fisiológica	390,0 a	304,0 a	204,1 a	198,0 a	116,7 b	251,7 a
Pintón	407,0 a	281,6 a	220,4 a	225,2 a	167,2 a	322,3 a
	ns	ns	ns	ns	**	ns

Medias con letras distintas son estadísticamente diferentes entre si según la prueba de Tukey ($p < 0,05\%$)

con disminución a medida que avanzó el proceso de maduración en la fruta de guayaba durante el ensayo, demostrando que las altas temperaturas reducen los contenidos de esta vitamina y por ser un compuesto hidrosoluble se pierde con mucha facilidad durante la poscosecha según lo señalado por Kader y Watkins (2000).

CONCLUSIONES

La temperatura de almacenamiento afectó directamente las características físicas de la fruta de guayaba, siendo las altas temperaturas de 17 y 27 ± 2 °C donde ocurrió la mayor pérdida de peso fresco, de apariencia, incidencia de daños y la degradación del color. La menor pérdida de peso, las mejores condiciones de apariencia y color en las frutas fue a 12 ± 2 °C donde se retardo el proceso de la maduración por una semana aproximadamente.

La tendencia del contenido de sólidos solubles totales (°Brix) y la relación SST/AT fue a incrementarse durante el transcurso de la maduración de la frutas de guayaba, presentando sus valores más altos a temperatura de 12 ± 2 °C. El contenido de vitamina C disminuyó durante la fase final del proceso de maduración, siendo este efecto más acentuado en las altas temperaturas de almacenamiento. Los menores valores de vitamina C, pH y acidez fueron encontrados a 17 y 27 ± 2 °C.

La maduración de las frutas de guayaba ocurrió de manera muy rápida a 27 ± 2 °C en las frutas de estado de madurez Pintonas (80% color verde y 20% coloreadas); por lo que se recomienda el almacenamiento de las mismas a 12 ± 2 °C, donde se retardó el proceso de maduración y se alargó la vida poscosecha de la fruta en ambos estados de madurez.

LITERATURA CITADA

- Ali Z., M. and H. Lazan. 2001. Guava. *In*: Mitra, S. Postharvest Physiology and storage of tropical and subtropical fruits. Edited By Sisir Mitra. CAB International. Wallingford. UK. 423 p
- Argaiz, A.; A. López y J. Welti. 1991. Conservación de frutas por métodos combinados I: Papaya y Piña. CYTED-D. Boletín grupos Méx. N° 4. 60 p.
- Castellano, G.; O. Quijada, C. Marín y R. Camacho. 2004. Fertilización precosecha con fuentes de calcio sobre la firmeza y calidad de frutas de fruta de guayaba (*Psidium guajava* L.). Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha 6 (2): 72-77.
- Castellano, G.; O. Quijada, R. Ramírez y E. Sayago. 2006. Efecto de la fertilización con calcio y el estado de madurez sobre la calidad de la fruta de guayaba (*Psidium guajava* L.). Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha 7 (2): 109-113.
- Comisión venezolana de normas industriales (COVENIN). 1984a. Frutas y productos derivados. Determinación de la acidez. En normas venezolanas. CDU 664.8: 543.24.257 (1151-77). Caracas, Venezuela. 7 p.
- Comisión venezolana de normas industriales (COVENIN). 1984b. Frutas y productos derivados. Determinación de ácido ascórbico (Vitamina C) en alimentos. En normas venezolanas. CDU 664.8: 543.24.257 (1282-95). Caracas, Venezuela. 7 p.
- Hansen, H. 1990. Experimentos con frutos tropicales en el Instituto Federal de Investigaciones Alimenticias de Karlsruhe. III Seminario de Exportación. Canadá de Comercio e Industria Venezolano-Alemania. San Carlos. Estado Cojedes. 70 p.
- Iglesias, R. 1981. Variaciones de la calidad del fruto de la piña. (*Ananas cosmosus* L. Merr), variedad 'Española Roja', después de cosechadas y almacenadas a diferentes temperaturas. Cultivos Tropicales 2 (1): 119-129.
- Jimenez Escrig, A. 2001. Guava fruit (*Psidium guajava* L.) as a new source of antioxidant dietary fiber. Journal Agricultural and Food Chemistry 49 (11): 5489-5493.
- Kader, A. 2002. Postharvest Technology of Horticultural Crops. publication 3311. División of Agriculture and Natural Resources. University of California. USA. 535p.
- Kader, A. y C. Watkins. 2000. Modified Atmosphere Packaging. Toward 2000 and Beyond. HortTechnology 10 (3): 483-486.
- Knee, M. 2001. Fruit quality and its biological basis. Sheffield Academic Press Ltd. CRC Press. Sheffield, UK. 279 p.

- Laguado, N.; E. Rendiles, M. Marín, L. Arenas y C. Castro. 1999. Growth of guava fruits (*Psidium guajava* L.) of Red criolla type. Stage I. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 16 (1) : 30-35.
- Laguado, N. y M. Marín. 2004. Características físico-químicas de los frutos de guayabo (*Psidium guajava* L.) del tipo Criolla Roja. Etapa I. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 21 (1): 292-298.
- Mahattanatawee, K.; J. A. Manthey, G. Luzio, S. T. Talcott, K. Goodner and E. A. Baldwin. 2007. Total antioxidant activity and fiber content of select Florida-grown tropical fruits. Journal Agricultural and Food Chemistry 54: 7355-7363.
- Marín, M.; A. Abreu de Vargas, L. Sosa y C. Castro de Rincón. 1993. Variación de las características químicas de los frutos de guayaba (*Psidium guajava* L.) en una plantación comercial del Municipio Mara del estado Zulia. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 10 (3): 297-310.
- Páez Ramírez, J. M. 2003. Calidad poscosecha en frutos de guayaba, variedad Luknow cosechados en dos estados de madurez y almacenados a diferentes temperaturas. Documento en línea: <http://www.ciad.edu.mx/salima/display1.asp?func=display&resid=113&tree=589>. Última visita 21 de marzo de 2009.
- Pérez, M.; L. Laskowski, J. Zambrano y H. Piña. 1997. Comportamiento Poscosecha de frutos de piña (*Ananás comosus* L. Merr) tratados con retardantes de la maduración almacenados a diferentes temperaturas. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 14: 393-398.
- Pérez, M.; J. Zambrano y J. Manzano. 1996. Relación entre el color de los frutos de piña 'Española Roja' y su estado de madurez. Revista de la Facultad de Agronomía (UCV). Alcance 50: 89-95.
- Suntornsuk, L. 2002. Quantitation of vitamin C content in herbal juice using direct titration. J. Pharm. Biomed. 28 (5): 849-55.
- Zambrano, J. y W. Materano. 1999. Efecto del tratamiento de inmersión en agua caliente sobre el desarrollo de daños por el frío en frutos de mango. Agronomía tropical 49 (1): 81-92.