

# Comportamiento poscosecha de cinco cultivares de mango tratados con CO<sub>2</sub> y almacenados bajo condiciones naturales, en la Estación Experimental de INIA Caripe, estado Monagas

Postharvest behavior of five cultivars of mango treated with CO<sub>2</sub> and stored under natural conditions, in the Experimental Station of INIA Caripe, Monagas state

Alcibíades CARRERA<sup>✉1</sup>, Ramón GIL<sup>1</sup> y Delvalle MARK<sup>1</sup>

Instituto Nacional de Investigaciones Agrícola (INIA). CIAE-Monagas. Venezuela.

E-mail: [acarrera@inia.gov.ve](mailto:acarrera@inia.gov.ve) ✉ Autor para correspondencia

Recibido: 10/06/2008      Fin de primer arbitraje: 14/05/2009      Primera revisión recibida: 14/07/2009  
Fin de segundo arbitraje: 27/07/2009      Segunda revisión recibida: 30/07/2009      Aceptado: 30/07/2009

## RESUMEN

Se analizó el comportamiento de frutos de cinco cultivares de mango, tratados con CO<sub>2</sub> por 24 horas y almacenados por un período de doce (12) días, bajo condiciones naturales de luminosidad y temperatura (20,0-26,8 °C). Los cultivares estudiados fueron: Haden, Kent, Keitt, Palmer y Tommy Atkins, provenientes del Campo Experimental Santa Bárbara del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, ubicado en la localidad de Santa Bárbara, estado Monagas. Se evaluó por triplicado en cada una de las variedades seleccionadas, el porcentaje de pérdida de peso (PPP), de sólidos solubles (SST) y de acidez titulable (AT); la relación de sólidos solubles/acidez (SST/AT) y el pH. No se observó diferencia significativa (P>0,05) de los parámetros físico-químicos durante los períodos evaluados, al comparar los frutos de mango tratados con CO<sub>2</sub> con los no tratados; sin embargo, el tiempo de almacenamiento produjo un incremento del PPP y de los SST y una disminución significativa y constante de la AT. Por otra parte hubo un incremento significativo consistente en el tiempo de los SST, en la variedad Palmer y una disminución constante en pH, en la variedad Haden.

**Palabras clave:** *Mangifera indica*, almacenamiento, poscosecha, CO<sub>2</sub>

## ABSTRACT

The performance of five mango cultivars treated with CO<sub>2</sub> for 24 hours and stored for twelve days, under natural conditions of luminosity and temperature (20,0-26,8 °C) was evaluated. The cultivars were: Haden, Kent, Keitt, Palmer and Tommy Atkins collected at the Campo Experimental de Santa Barbara del Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, located at Santa Barbara, Monagas state. The percentage of weight loss (PWL), total soluble solids (TSS) and titratable acidity (TA), the ratio of soluble solids/acid ratio (TSS/TA) and pH were evaluated in triplicate in all varieties. There was no significant difference (P>0,05) of physicochemical parameters during the periods evaluated between mango treated with those not treated with CO<sub>2</sub>, but the storage period resulted in an increase of the PWL and SST and a constant and significant decrease of AT. In the other hand, there was a significant increase in the period of SST in cultivar Palmer and a firm decrease of pH in cultivar Haden.

**Key words:** *Mangifera indica*, storage, postharvest, CO<sub>2</sub>.

## INTRODUCCIÓN

La mayoría de los frutos son precederos, la pérdida en calidad y cantidad puede ser reducida mediante el desarrollo y aplicación de mejoras en el método de manejo (Liu, 1988). El mango, es cosechado en estado de inmadurez para poder soportar los efectos de embalaje y transporte, esto afecta la calidad del fruto. Por otra parte, cuando es cosechado en su óptima calidad para consumo fresco, pierde las características adecuadas para tolerar los daños causados durante el transporte, (Medlicott, 1990). En Venezuela para el año 1995, las

plantaciones alcanzaron 9.298 has, para una producción de 147.247 t; los cultivares Haden, Tommy Atkins y Kent fueron los más importantes para el mercado externo (Leal *et al.*, 1997). El mercado nacional e internacional ha estimulado el incremento del cultivo de mango; sin embargo, el mercado internacional es exigente en cuanto a calidad, la existencia de países exportadores con alta trayectoria, con los cuales se requiere competir, hace necesaria la aplicación de métodos de manejo poscosecha adecuados, que conduzcan a conservar la calidad de la fruta producida a nivel nacional y que permita mantener y abrir nuevos mercados.

La técnica de atmósfera modificada puede ser aplicada a frutos que, como el mango, toleran una amplia variación de dióxido de carbono (Wills *et al.*, 1989). Watkins y Zhang (1998) y Kader, (1995) determinaron que los frutos pueden responder beneficiosamente y/o con deterioro al CO<sub>2</sub> en la atmósfera de almacenamiento, dependiendo de la sensibilidad del tejido al gas, de la concentración, tiempo de exposición y la temperatura. Los efectos beneficiosos del CO<sub>2</sub> sobre la calidad de la fruta, incluye disminución en la respiración y producción de etileno, retardando la madurez e inhibición de descomposición y algún otro desorden fisiológico. Igualmente, Henze y Hürter (1981) afirman que la intensidad de respiración de las especies vegetales, genéticamente determinada, se correlaciona con su capacidad para el almacenaje y que, la tolerancia a las condiciones de almacenamiento aumenta normalmente con la disminución de la intensidad de respiración; además, se añaden otros factores como la estructura de la piel y el efecto del volumen del CO<sub>2</sub> básico contenido en los espacios intercelulares del tejido de la fruta. Lange y Kader (1997a) evaluaron frutos de aguacate cv. Hass cosechados en estado preclimático y conservados en aire, 20 o 40% CO<sub>2</sub> a 10 o 20 °C; los resultados indicaron que el efecto de elevadas concentraciones de CO<sub>2</sub>, depende de la concentración de CO<sub>2</sub> durante la exposición y estado fisiológico del fruto. Lange y Kader (1997b, 1997c), al evaluar frutos de aguacate cv. Hass, cosechados parcialmente maduro y conservados a 10 °C en aire, 20 o 40% CO<sub>2</sub> por 7 o 12 días y transferidos luego al aire por 2 o 3 días; mostraron que elevadas concentraciones de CO<sub>2</sub> tiene varios efectos dependiendo de la duración y temperatura de exposición. Igualmente encontraron que un día después de transferido los frutos al ambiente normal, los efectos del CO<sub>2</sub> desaparecieron.

Rathore *et al.* (2007) analizaron el efecto del empaquetado en cartón para exportación, con el fin de mantener la atmósfera modificada en frutos de mango cv. Dosehari, en este estudio se reportó un incremento del PPP (0,00 a 36,1%) y SST (10 a 25,27%) y una tendencia a la disminución del porcentaje de AT (0,5% a 0,094%). Por otra parte, observaron que el tratamiento control mostró un porcentaje más alto de pérdida de peso (19,88%), una retención más baja de SST (9,43%) y AT (0,15%), respectivamente durante 15 días de almacenamiento; además, afirman que la pérdida de peso es debido a la respiración, transpiración de agua a través de la piel y otros cambios que toman lugar en el fruto. Ben-Arie *et al.*

(2001) revelaron que en la atmósfera generada por el empaque de ciertos frutos subtropicales, incluyendo el mango, el factor principal que retiene la calidad del fruto es el incremento de los niveles de CO<sub>2</sub>, el cual reduce la tasa de respiración y previene la pérdida de agua; así mismo, encontraron en frutos maduros que, la producción de etileno en el cultivar Keitt, fue mayor que en Tommy Atkins, en plásticos Xtend™ y en polietileno microperforado; sin embargo, los niveles de CO<sub>2</sub> producido por ‘Tommy Atkins’, fueron mayores a los de ‘Keitt’. León, *et al.* (1997) evaluaron frutos de mango, cv. Manila, almacenados bajo atmósfera controlada de 30 o 50% de CO<sub>2</sub> durante tres días, conservados a 12 °C y después de 27 días transferido a 25 °C, hasta 9 días, no encontraron diferencia en pérdida de peso, SST, Acidez y pH. Igualmente, Trinidad *et al.* (1997), evaluaron en almacén durante 25 días, frutos de mango cv. Kent a 13 °C en aire natural y tratados con 5 y 10% CO<sub>2</sub> y luego 5 días a 25 °C; el análisis resultó no significativo para SST, AT y PPP. Russian y Manzano (2003), evaluaron temperatura y tiempo de almacenamiento, en frutos de mango cv. Pico de Loro, encontrando una marcada influencia de la temperatura ambiente 28 ± 2 °C, así como, el tiempo de almacenamiento en el porcentaje de pérdida de peso, el cual varió desde 3,45 hasta 21,61% durante 15 días; AT decreció desde 0,17 hasta 0,038%; SST se incremento desde 6,63 hasta 9,01%; SST/AT desde 40,35 hasta 92,57%; pH desde 3,9 hasta 4,6%. Bustamante *et al.* (1997), estudiaron la optimización de almacenamiento del mango cv. azúcar, incluyendo el efecto de temperatura a 9 °C, 18 °C y 29 °C, determinando que a 29 °C los frutos perdieron entre 20% y 30% de su peso, después de siete días.

Agar *et al.* (1995), afirman que parámetros tales como acidez y SST, han sido controlados al mantener el fruto de mango en altas concentraciones (30%) de CO<sub>2</sub>. Capote *et al.* (1985b), encontraron que los valores óptimos del fruto del mango al alcanzar la madurez fisiológica son 15,4% de SST y 0,82% de acidez. Sin embargo, otros autores consideran que los valores de SST deberían estar alrededor de 10% cuando se va a almacenar por corto tiempo y entre 8 y 9% cuando va a ser almacenado por largo tiempo. De Souza *et al.* (2006), evaluando frutos cv. Tommy Atkins, encontraron a la cosecha, valores de 15,60% para SST, 0,33% AT y 57,55% SST/AT. Zambrano y Materano (1999), en frutos de mango cv. Palmer, cosechados en estado verde preclimaterico, en el Jardín Botánico de la Universidad Experimental de los Llanos Ezequiel Zamora mostraron valores de

11,61% de SST y 0,67% de acidez titulable. Da Silva *et al.* (2001), evaluaron frutos de mango cv. Tommy Atkins, procedentes del Polo Agrícola Mossoró-Assu, RN, Brasil, los mismos mostraron a la cosecha 7,46% y a treinta días (10 °C), 13,20% de SST, en acidez titulable 0,16% y 0,087% y en la relación SST/AT valores de 47,0 y 152,4% respectivamente. Lalel *et al.* (2003), evaluando frutos de mango cv. Kensington Pride, cosechados a cuatro estados de madurez (maduro verde duro, maduro verde hacia pintón, medio maduro y maduro) y colocado a  $21 \pm 1$  °C hasta la madurez, determinaron que solo los frutos maduro verde presentaron una respiración y producción de etileno típica de climaterio, exhibiendo más alto contenido de acidez y menor contenido de azúcares totales; los frutos maduros, no mostraron diferencia en cuanto a SST. De Souza *et al.* (1984), evaluaron once cultivares de mango cosechados en Visconde do Rio Branco, Minas Gerais; entre los mismos se encontraron Haden y Keitt los cuales expresaron valores de 9,81% y 11,82% en SST; acidez titulable 0,28 y 0,30%; relación SST/acidez: 37,01 y 40,51, respectivamente. Ruiz y Guadarrama (1992), determinaron en mango tipo Bocado, una disminución en AT, la cual creen puede ser causado por la utilización de los ácidos en la respiración; igualmente, un incremento constante en el contenido de SST y afirman que una vez cosechados los frutos, el contenido de azúcar aumenta a expensas del almidón presente, incrementando los SST. Araiza *et al.* (2005) evaluaron frutos de mangos 'Kent' y 'Tommy Atkins', entre otros, almacenados bajo condiciones similares a las de mercado,  $20 \pm 2$  °C y 80% HR, determinando AT, SST y pH, cada tres días; los SST se incrementaron, alcanzando después de 15 días, desde 15,0 hasta 20,4%; 'Tommy Atkins' y 'Kent', presentaron mejores condiciones durante el tiempo de almacenamiento.

Medlicott y Thompson (2006) analizaron por cromatografía líquida de alta resolución, los ácidos orgánicos presentes en la pulpa de mango cv. Keitt a varios estados de madurez, en donde la madurez fue asociada con el incremento en sólidos solubles, decrecimiento de AT e incremento de los valores de pH. Capote *et al.* (1985a) evaluaron frutos de mango cv. Keitt almacenados a temperatura entre 28 y 30 °C, encontrando entre el séptimo y noveno día, valores de 16,9 a 18,9% de SST, 4,26 a 4,07 pH y 0,40 a 0,36% de acidez. Manzano *et al.* (1997) determinaron en frutos de mango cv. Haden cubiertos con cera y almacenados durante 5, 15 y 20 días a 12, 18 y 25 °C, que los SST no respondieron a la aplicación de cera y

que estos, disminuyeron durante el tiempo de almacenamiento a alta temperatura, con pérdida de peso de 6,23% a los 20 días a 25 °C. Frutos de mango de los cultivares Haden, Keitt y Kent, provenientes del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP), Maracay, Venezuela, cosechados en estado de madurez fisiológica y almacenados a 24 °C, fueron evaluados, mostrando valores promedio (tres años consecutivos) de SST de 4,8; 4,6 y 4,0% para el primer día y valores de 9,6; 10,3 y 10,1% a los cinco días de almacenamiento (Laboren *et al.*, 1992). Laboren *et al.* (2002), evaluaron veintisiete frutos de variedades y/o clones de mangos cosechados en estado de madurez fisiológica, provenientes del banco de germoplasma del CENIAP, Maracay, Venezuela, y almacenados a 5 °C y a  $24 \pm 3$  °C, encontraron que, Keitt y Kent, presentaron los mayores valores de SST, con 11,6 y 11,5 respectivamente a siete días de almacenamiento. Otras variedades estudiadas fueron Haden con 8,7% de SST, Palmer, 10,4% SST y Tommy Atkins 10,6% SST. Medlicott *et al.* (1988), evaluaron frutos de mango cv. Tommy Atkins, provenientes de una finca comercial en St James, Jamaica, cosechados en estado de madurez y almacenados al ambiente 25 °C, mostraron valores de SST 6,1%, 6,8% y 9,8% el día inicial, al tercer día y al séptimo día, en cuanto a pH, los valores fueron 3,49; 3,60 y 4,32 respectivamente. Zambrano *et al.* (2000) evaluaron frutos de mango almacenados durante 18 días a 13 °C, en los cv. Palmer, Keitt y Kent, encontraron valores de SST de 9,61; 9,12 y 6,97% respectivamente.

El objetivo fue evaluar el comportamiento, en almacén, de los frutos de mango 'Haden', 'Kent', 'Keitt', 'Palmer' y 'Tommy Atkins', tratados por 24 horas con CO<sub>2</sub> al 30%.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Los frutos de mango de los cultivares Tommy Atkins, Haden, Keitt, Palmer y Kent procedentes del huerto del Campo Experimental Santa Bárbara, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), ubicado en Santa Bárbara, municipio Santa Bárbara, estado Monagas, con 9° 36' 18" latitud norte y 63° 37' 06" longitud oeste; 195 m de altura y 1100 mm de precipitación promedio anual, temperatura promedio 26 °C y según Ewel *et al.*, 1976, zona de vida bosque seco tropical, con sabanas isohipertérmica bien drenadas, fueron evaluados en la Estación Experimental Local Caripe (INIA). Los frutos, cosechados en la fecha a la cual alcanzaron su

madurez fisiológica, fueron separados en dos grupos de 45 unidades y colocados en cestas plásticas, contentivo de los cinco cultivares, un grupo fue tratado con CO<sub>2</sub> al 30% (suministrado por la empresa AGA) y el otro grupo no recibió tratamiento (control). Los frutos a ser tratados se colocaron dentro de una bolsa de plástico de alta densidad, en la cual se descargó el gas mediante una manguera conectada al cilindro contentivo del mismo; la bolsa se selló con bandas de goma durante 24 horas; Ambas cestas (frutos tratados y no tratados) fueron colocadas en almacén a temperatura ambiente, entre 20 y 26,8 °C, hasta doce días. Cada muestra independiente (tres frutos por cada cultivar), fue evaluada en períodos de uno, seis y doce días, determinándose porcentaje de pérdida de peso (PPP), acidez titulable (AT) (AOAC 924.15), sólidos solubles totales (SST) (AOAC 920.151), relación SST/AT y pH (AOAC 981.12).

### Evaluación de las variables

**Pérdida de peso:** Se pesaron en una balanza analítica (Sartorius pro 32/34F) frutos de cada cultivar, en cada período, como unidad experimental y calculando el porcentaje de pérdida de peso (PPP) mediante la fórmula:

$$PPP = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100$$

**Sólidos Solubles Totales:** Se determinó empleando un refractómetro portátil (B&C 30103).

**Acidez titulable (AT):** Se determinó por titulación directa con hidróxido de sodio (0.3125 N), 5ml de jugo del fruto, diluido en 20 ml de agua destilada más 4 gotas de fenolftaleína, como indicador y expresada en porcentaje.

**Relación SST/AT:** Se calculó por el cociente entre SST y AT.

**pH:** Se analizó el jugo mediante un potenciómetro marca Hanna HI8417.

### Diseño y análisis estadístico

Los datos se analizaron estadísticamente mediante análisis de varianza (ANOVA), usando un diseño de bloques completamente aleatorizados en arreglo factorial y las medias analizadas mediante la prueba de Tukey (P<0,05).

## RESULTADOS Y DISCUSION

### Porcentaje de pérdida de peso

La variable porcentaje de pérdida de peso de los frutos mostró diferencia altamente significativa (P<0,05) en relación al factor tiempo, con incremento constante hasta los 12 días de almacén (Figura 1), variando desde 0,58% hasta 8,53% en promedio, con una media general de 4,73%, porcentajes mayores a los señalados por Manzano *et al.* (1997) en el cv. Haden y menores a los reportados por Rathore *et al.* (2007) en el cv. Dosehari y Bustamante *et al.* (1997) en el cv. Azúcar; igualmente, Russian y Manzano (2003) encontraron en frutos de mango cv. Pico de Loro, una marcada influencia de temperatura (28 ± 2 °C) durante 15 días en almacén, con un PPP que varió desde 3,45 a 21,61%. En cuanto al efecto no significativo (P>0,05), del tratamiento con CO<sub>2</sub>, León *et al.* (1997) en cv. Manila y Trinidad *et al.* (1997) en 'Kent', no encontraron diferencia entre frutos de mango bajo atmósfera controlada y los no tratados. En este caso, el tratamiento ha podido ser afectado por la temperatura en almacén, así como por el tiempo de tratamiento del CO<sub>2</sub> (Watkins y Zhang 1998); Lange y Kader (1997 a, b y c) agregaron que en aguacate, el efecto del elevado CO<sub>2</sub> depende del estado fisiológico del fruto y que el efecto desapareció al día siguiente, una vez transferido al ambiente.

### Sólidos Solubles Totales

El contenido de SST se incrementó significativamente (P<0,05) con el tiempo de almacenamiento, desde 8,23% hasta 16,43% en promedio para los cultivares estudiados (Figura1), valores mayores a los reportados por Russian y Manzano 2003 (6.63% – 9.01%) en cv. Pico de Loro. La media general de SST fue 12,65%, por encima de la media obtenida por Rathore *et al.* (2007) en frutos del cv. Dosehari, quienes concluyeron que el incremento de SST puede ser causado por la alteración de la estructura de la pared celular y el rompimiento de carbohidratos complejo en azúcar simple o como menciona Ruiz y Guadarrama (1992), a expensas del almidón presente en el fruto. En el Cuadro1, se puede observar el comportamiento de los cultivares durante los períodos estudiados, donde para el primer período, no hubo diferencia significativa (P>0,05) entre los cultivares; el menor valor fue para el cv. Kent con 6,25% y el mayor para el cv. Haden con 10,58%, superior al 9,81% reportado por De

Souza *et al.* (1984) y Laboren *et al.* (1992) para los cv. Haden, Keitt y Kent; sin embargo, estos valores son inferiores a los 15,4% sugeridos por Capote *et al.* (1985b) como valores óptimos a la madurez fisiológica así como, los reportado por De Souza *et al.*, (2006) en ‘Tommy Atkins’. En el segundo período hubo diferencia entre los cultivares, siendo el mayor valor para Haden, con 17,42%, muy por encima a lo reportado por Laboren *et al.* (1992) a los cinco días de almacenamiento y Laboren *et al.* (2002) al séptimo día; el menor valor fue para el cv. Keitt, con 9,42%, muy por debajo a lo encontrado por Capote *et al.* (1985a) al séptimo día, pero cercano a los mostrado por Laboren *et al.* (1992) y Laboren *et al.* (2002), a los cinco y siete días respectivamente.

El cv. Palmer fue el único que mantuvo un incremento significativo ( $P < 0,05$ ) en el porcentaje de SST, entre el primero y tercer período (7,50-15,33%), valor final muy por encima de los mostrados por Zambrano y Materano (1999). Estos resultados pudieron haber sido afectados entre otras cosas, por el estado de madurez al momento de la cosecha, ya que podemos ver algunos valores, para el primer periodo, por encima de los recomendados; Lalel *et al.* (2003) evaluaron cv. Kensington Pride, encontrando que solo los frutos cosechados en estado verde, fisiológicamente maduro, presentaron respiración y producción de etileno típica de fruto climatérico, así mismo, en aquellos frutos con madurez de consumo, no hubo variación significativa en SST.

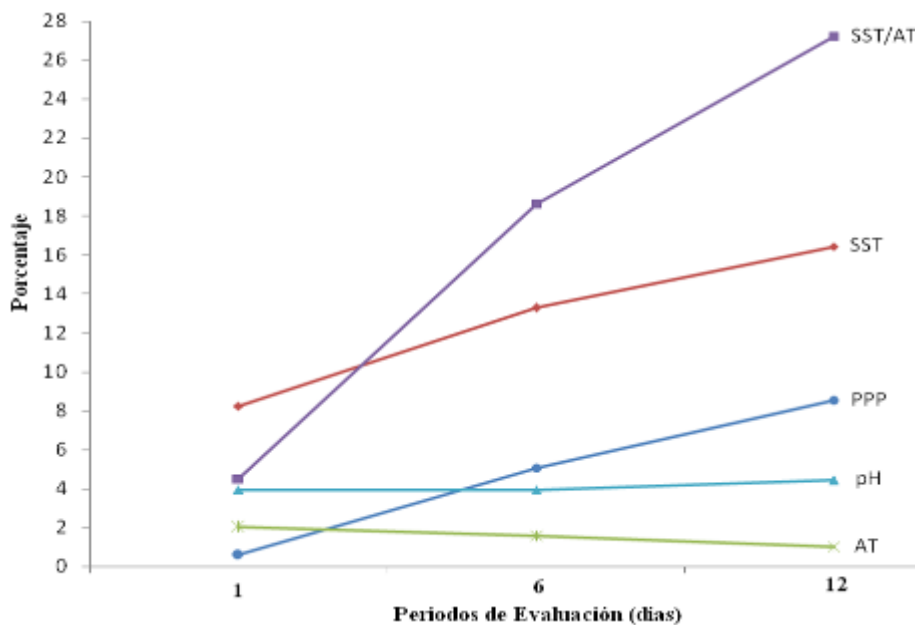


Figura 1. Comportamiento de las variables físico-químicas evaluadas en frutos de mango tratados con CO<sub>2</sub> por 24 horas y almacenadas en ambiente durante 12 días.

Para el tercer período no hubo diferencia significativa ( $P > 0,05$ ) entre los cultivares. El porcentaje mayor fue para el cv. Kent, con 19,17% y el menor para los cv. Tommy Atkins y Keitt, con 14,75%. Araiza *et al.* (2005), mostraron valores para estos mismos cultivares, entre 15,0 y 20,4% a 15 días en almacén. Sin embargo, Zambrano *et al.* (2000) encontraron valores menores en ‘Keitt’ y ‘Kent’. Los valores del cv. Tommy Atkins son mayores a los encontrado por Da Silva *et al.* (2001) a los treinta días y a los reportado por Laboren *et al.* (2002) a los siete días, pero cercano a los 15,60% obtenido por De Souza *et al.* (2006).

Cuadro 1. Contenido promedio de sólidos solubles totales para cada cultivar analizado durante el tiempo de almacenamiento.

Cultivar	Períodos de Evaluación (días)		
	1	6	12
Haden	10,58 Bab	17,42 Aab	18,17 Aab
Palmer	7,50 Cab	12,17 Bbc	15,33 Abc
Tommy Atkins	9,50 Bab	12,25 ABbc	14,75 ABb
Keitt	7,33 Bab	9,42 Bc	14,75 Abc
Kent	6,25 Cb	15,17 Babc	19,17ABab

Medias con diferentes letras difieren significativamente para ( $P \leq 0,05$ ) prueba de Tukey.  
Mayúsculas: cultivar entre periodos. Minúsculas: cultivares en cada período.

### Acidez titulable

Los resultados revelan que el contenido de acidez titulable promedio para el total de los cultivares, decreció significativamente ( $P < 0,05$ ) durante el tiempo de almacenamiento desde 2,02% hasta 1,02% (Figura 1), con una media general de 1,54%. Medlicott y Thompson (2006), analizando el cv. Keitt, determinaron que la pérdida de acidez fue mostrada por decrecimiento de acidez titulable. Rathore *et al.* (2007), afirman que el decrecimiento en acidez, puede ser debido a la degradación del ácido cítrico, el cual puede ser atribuido al incremento de la actividad de la enzima glyoxilasa durante el proceso de maduración o puede ser originado por su conversión en azúcar. En este caso, el cv. Keitt mostró el promedio más elevado en los tres períodos evaluados (2,21%), el cual es mayor que los reportados por Capote *et al.*, (1985a) con 0,36% y De Souza *et al.*, (1984) con 0,30%. El menor valor correspondió a 'Haden', con 1,16%, muy diferente a los 0,28% señalados por De Souza *et al.* (1984). Sin embargo el Cuadro 2, muestra una variación inconsistente en los cultivares Haden, Palmer y Tommy Atkins y una variación no significativa ( $P > 0,05$ ) en 'Keitt' y 'Kent', durante el tiempo en almacén. Los valores de 'Tommy Atkins' para el primer período, están muy por encima de los señalado por Da Silva *et al.*, 2001 y De Souza *et al.*, 2006; los valores de 'Palmer', mayores a los presentado por Zambrano y Materano (1999) y los de 'Haden' y 'Keitt', mucho mayores a los señalados por De Souza *et al.* (1984). Los valores de 1,90% al tercer período de almacenamiento para el cv. Keitt, están muy por encima de los mostrado por Capote *et al.* (1985a, b) al noveno día. Es posible que el CO<sub>2</sub> haya tenido algún efecto a las 24 horas de tratamiento dado que, en datos no mostrados, evaluando los frutos sin

Cuadro 2. Contenido promedio de acidez titulable para cada cultivar analizado durante el tiempo de almacenamiento

Cultivar	Períodos de Evaluación (días)		
	1	6	12
Haden	2,17Aab	0,97Bb	0,36Bb
Palmer	1,80Aab	1,56Aab	0,78Bb
Tommy Atkins	2,00Aab	1,87Aab	0,87Bb
Keitt	2,63ABab	2,10ABab	1,90Bab
Kent	1,50ABb	1,43ABab	1,18Aab

Medias con diferentes letras difieren significativamente para ( $P < 0,05$ ) prueba de Tukey.  
Mayúsculas: cultivar entre períodos. Minúsculas: cultivares en cada período

tratamiento, se encontraron valores menores. Podemos observar que para cada período evaluado, entre los cultivares no hubo significancia ( $P > 0,05$ ), comportamiento que pudiera ser consecuencia de una selección uniforme en el estado de madurez de los frutos.

### SST/Acidez Titulable

La relación SST/AT se incrementó significativamente ( $P < 0,05$ ), con el tiempo de almacenamiento, desde 4,50% para el primer período, hasta 27,23% para el tercer período (Figura 1), con una media general de 16,79%, mucho menor a los valores obtenido por Da Silva *et al.* (2001) y De Souza *et al.* (2006), en frutos del cv. Tommy Atkins al momento de la cosecha y a los del cv. Pico de Loro mostrado por Russian y Manzano (2003). El cv. Keitt muestra el menor valor promedio con 5,48%, presentando diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) con 'Haden' 29,04% y 'Palmer' 27,29% los de mayor valor pero, inferiores a los 37,01 y 40,51%, para 'Haden' y 'Keitt' respectivamente, señalados por De Souza *et al.* (1984). Estos valores relativamente bajos, podrían estar afectados por los altos valores mostrado por la AT, como consecuencia, quizás, del efecto inicial del CO<sub>2</sub> durante el tiempo de almacenamiento.

### pH

En los valores de pH, hubo un incremento significativo ( $P < 0,05$ ), durante el almacenamiento (Figura 1), este incremento está asociado con el proceso de maduración (Medlicott y Thompson, 2006). Para el primer período hubo una media de 3,92 y de 4,42 para el tercero, con una media general de 4,10. Este rango es similar al mostrado por el cv. Pico de Loro (Russian y Manzano, 2003). En el

Cuadro 3. Valores promedio de pH para cada cultivar analizado durante el tiempo de almacenamiento.

Cultivar	Períodos de Evaluación (días)		
	1	6	12
Haden	4,02Ca	4,50Ba	5,22Aa
Palmer	4,00Ba	3,84Bb	4,66Abc
Tommy Atkins	3,76Ba	3,77Bb	4,32Abcd
Keitt	3,73Aa	3,77Ab	3,74Ad
Kent	4,11Aa	3,87Ab	4,13Acd

Medias con diferentes letras difieren significativamente para ( $P < 0,05$ ) prueba de Tukey.  
Mayúsculas: cultivar entre períodos. Minúsculas: cultivares en cada período.

Cuadro 3, se observa que el cv. Haden muestra un incremento significativo constante durante el almacenamiento, desde 4,02 hasta 5,22, notándose una diferencia significativa ( $P < 0,05$ ) con los demás cultivares en el segundo y tercer período. En 'Palmer' y 'Tommy Atkins' hubo incremento significativo ( $P < 0,05$ ) para el tercer período. Los valores encontrados en 'Tommy Atkins' al tercer período, son iguales a los mostrados por Medlicott *et al.* (1988), pero al séptimo día de almacenamiento. En cuanto a 'Keitt' (3,74), difiere de los resultados reportados por Capote *et al.* (1985a) quienes encontraron a temperatura ambiente (28 - 30 °C), entre el séptimo y noveno día, valores de pH de 4,26 a 4,07.

### CONCLUSIONES

- El tratamiento con CO<sub>2</sub> no mostró diferencia significativa al comparar frutos tratados con los no tratados, para cada uno de los cultivares evaluados.
- El porcentaje de PPP y SST se incrementó significativamente en los cultivares durante el almacenamiento.
- Hubo disminución significativa consistente en el porcentaje de AT durante el almacenamiento; sin embargo, no se encontró diferencia entre cultivares para cada uno de los períodos.
- El cv. Palmer mostró un incremento significativo consistente en SST para cada período evaluado.
- La relación SST/AT promedio, se incrementó significativamente pero, sin consistencia durante el tiempo en almacén.
- El promedio general de pH mostró incremento significativo, mas no consistente, durante el almacenamiento, con incremento constante para cada período en el cultivar Haden.

### LITERATURA CITADA

Agar, T.; F. Bangerth and J. Streif. 1995. Effect of CO<sub>2</sub> and controlled atmosphere concentrations on the ascorbic acid, dehydroascorbic acid and total vitamin C. Postharvest Physiology of Fruits. Acta Hort. 398: 93-98.

AOAC. 1984. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis of the AOAC. 12<sup>th</sup> ed. Washington D.C. (USA). 43 p.

Araiza, E.; T. Osuna, J. Siller, L. Contreras and E. Sánchez. 2005. Postharvest quality and shelf-life of mango cultivars grown at Sinaloa, Mexico. Acta Hort. (ISHS) 682: 1275-1281.

Ben Arie, R.; D. Aharoni, O. Feygenberg, N. Aharoni, A. Keynan and E. Pesis. 2001. Effect of modified atmosphere packaging on mango ripening. Acta Hort. (ISHS) 553:607-610.

Bustamante, E.; C. Gómez, J. Martínez, J.; M. José and R. Rodríguez. 1997. Preservation of mango Azúcar variety (*Mangifera indica* L.) at different storage stages. Acta Hort. (ISHS) 455: 747-754.

Capote, M.; C. Casals y A. Naviera. 1985a. Estudio del proceso de maduración en frutos de mango cultivar "Keitt" bajo condiciones ambientales de almacenamiento. Cienc. Tec. Agric. Cítricos y otros frutales. 8 (4): 59-72.

Capote, M.; J. Pérez, A. Naveira y M. Rodríguez. 1985b. Comportamiento de los distintos componentes químicos durante la maduración del mango cv.. 'Keitt'. Cienc. Tecn. Agric. Cítricos y otros frutales. 8 (1): 67-75.

Da Silva, A. y Menezes, J. B. 2001. Caracterização físico-química da manga 'Tommy Atkins' submetida a aplicação de cloreto de cálcio pré-colheita e armazenamento refrigerado. Sci. agric. 58 (1): 67-72.

De Souza, S.; A. Pinheiro, R. Pinheiro, J. Gómez, A. De Souza e J. Chaves. 1984. Comparacao de onze variedades de manga produzidas em Vizconde do Rio Branco, Minas Gerais, visando ao consumo ao natural e a elaboracao de geleias. Revista Ceres 31 (178): 464-478.

De Souza, B. S.; J. F. Durigan, J. Rodrigues Donadon e P. S. De Souza. 2006. Mangas minimamente processadas amadurecidas naturalmente ou com etileno e armazenadas em diferentes embalagens. Rev. Bras. Frutic. 28 (2): 271-275.

Ewel, J.; A. Madriz y J. Tosi. 1976. Zonas de vida de Venezuela. Memoria explicativa sobre el mapa

- ecológico. Caracas. MAC-Fonaiap. Estado Sucre. 2<sup>da</sup> edición 265 p.
- Henze, J. and Chr, Hürter. 1981. Respiration and internal atmosphere in "Vegetable Fruits" as influenced by storage conditions. *Acta Hort. (ISHS)* 116: 41-46.
- Kader, A. 1995. Regulation of fruit physiology by controlled / modified atmosphere postharvest physiology of fruits. *Acta Hort.* 398: 59-70.
- Laborem, G.; C. Marín, L. Rangel y M. Espinoza. 2002. Influencia del pre-enfriamiento sobre la maduración de 27 cultivares de mango (*Mangifera Indica* L.). *Bioagro* 14 (2): 113-118.
- Laborem, G.; F. J. Reyes y L. Rangel. 1992. Maduración del mango previo almacenamiento a baja temperatura. *Fruits* 47 (3): 419-423.
- Lalel, H. J. D.; Z. Singh and S. C. Tan. 2003. Maturity stage at harvest affects fruit ripening, quality and biosynthesis of aroma volatile compounds in 'Kensington Pride' mango. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology* 78 (2): 225-233.
- Lange, D. and A. Kader. 1997a. Effects of elevated carbon dioxide on key mitochondrial respiratory enzymes in "Hass" avocado fruit and fruits disk. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122 (2): 238-244.
- Lange, D. and A. Kader. 1997b. Changes in alternative pathway and mitochondrial respiration in avocado in response to elevated carbon dioxide levels. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122 (2): 245-252.
- Lange, D. and Kader, A. 1997c. Elevated carbon dioxide exposure alters intracellular pH and energy charge in avocado fruit tissue. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 122 (2): 253-257.
- Leal, F.; L. Avilán and E. Sergent. 1997. The Venezuelan mango industry. *Acta Hort. (ISHS)* 455: 31-39.
- León, D. M.; J. Cruz, K. L. Parkin and H. S. Garcia. 1997. Effect of controlled atmospheres containing low O<sub>2</sub> and high CO<sub>2</sub> on chilling susceptibility of Manila mangoes. *Acta Hort. (ISHS)* 455: 635-642.
- Liu, F. W. 1988. Developing practical methods and facilities for handling fruits in order to maintain quality and reduce loss. *In: Postharvest handling of tropical and subtropical fruit crops.* Food and Fertilizer Technology Center. 13 p.
- Manzano, J. E.; Y. Pérez and E. Rojas. 1997. Coating waxes on Haden mango fruits (*Mangifera indica* L) cultivar for export. *Acta Hort. (ISHS)* 455: 738-746.
- Medlicott, A. P.; S. B. Reynolds and A. K. Thompson. 1988. Harvest maturity effects on mango fruit ripening. *Trop. Agric. (Trinidad)* 65: 153-157.
- Medlicott, A. P. 1990. Product specifications and post-harvest handling for fruits, vegetables and root crops exported from the Caribbean. Barbados, CEDP. 94 p.
- Medlicott, A. P. and A. K. Thompson. 2006. Analysis of sugars and organic acids in ripening mango fruits (*Mangifera indica* L. var Keitt) by high performance liquid chromatography. *Journal of the Science of Food and Agriculture* 36(7): 561-566.
- Rathore, H. A.; T. Masud, S. Sammi and A. H. Soomro. 2007. Effect of storage on physico-chemical composition and sensory properties of mango (*Mangifera indica* L.) variety Dosehari. *Pakistan Journal of Nutrition* 6 (2): 143-148.
- Ruiz, M. y A. Guadarrama. 1992. Comportamiento poscosecha del mango (*Mangifera indica*) tipo bocado durante maduración controlada. *Rev. Fac. Agron.* 18: 79-93.
- Russian, T. y J. Manzano. 2003. Influencia de la temperatura sobre la calidad del fruto del mango 'Pico de Loro' durante el almacenamiento. *Agronomía Tropical* 53 (1): 59-72.
- Trinidad, M.; E. Bósquez, H. Escalona, F. Díaz de León, L. Pérez Flores, C. Kerbel, L. Ponce de León, C. Muñoz, and L. Pérez. 1997. Controlled atmospheres (5% CO<sub>2</sub>-5% O<sub>2</sub> and 10% CO<sub>2</sub>-5% O<sub>2</sub>) do not significantly increase the storage life of refrigerated Kent mangoes. *Acta Hort. (ISHS)* 455: 643-653.



- Watkins, C. B and J. Zhang. 1998. Metabolic responses of fruit to carbon dioxide. *Acta Hort.* (ISHS) 464: 345-350.
- Wills, R. H.; W. B. McGlasson, D. Graham, T. H. Lee and E. G. Hall. 1989. *Postharvest. An introduction to the physiology and handling of fruit and vegetables.* 3<sup>rd</sup>. edition. Van Nostrand Reinhold, New York. 174 p.
- 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.
- Zambrano, J.; W. Materano y S. Briceño. 2000. Influencia del período de almacenamiento en las características poscosecha de cinco variedades de mango *Mangifera indica* L. *Rev. Fac. Agron. (LUZ)* 17: 164-172.