

Influencia del período de almacenamiento en las características poscosecha de cinco variedades de mango *Mangifera indica* L.

Influence of storage period on postharvest characteristics of five varieties of mango *Mangifera indica* L.

J. Zambrano¹, W. Materano² y S. Briceño¹

Resumen

Las variedades de mango *Mangifera indica* L.: Palmer, Keitt, Springfels, Kent y Anderson fueron recolectadas en su estado verde preclimaterico. Para el estudio se seleccionaron frutos uniformes, libres de defectos y almacenados bajo refrigeración en cavas durante 18 días a 13°C, 85-95% H.R. durante cuatro correspondientes períodos a 3, 6, 9 y 12 días de almacenamiento. A intervalos de tres días se determinaron los siguientes parámetros: color de la pulpa y de la piel, sólidos solubles totales, contenido de ácido ascórbico, azúcares totales, reductores y no reductores y contenido de almidón. Los valores de color (luminosidad, hue y chroma) fueron significativamente diferentes entre las variedades estudiadas. El contenido de sólidos solubles, ácido ascórbico y almidón cambiaron significativamente durante el almacenamiento y fueron significativamente diferentes ($P < 0,05$) entre las variedades. El contenido de azúcares totales y reductores se mantuvo después de 15 días de almacenamiento. Los resultados de este estudio indicaron que la maduración de los frutos bajo refrigeración de las cinco variedades de mango estudiadas es afectada por el tiempo de almacenamiento.

Palabras clave: Mango, *Mangifera indica* L., almacenamiento, poscosecha.

Abstract

Five mango *Mangifera indica* L. varieties: Palmer, Keitt, Springfels, Kent and Anderson were harvested at the preclimacteric stage. Fruits were selected for the study that were uniform and free of visual defects and then stored during 18 days at 13°C, 85-95% RH. Fruits were evaluated every three days, for pulp and peel color, total soluble solids, ascorbic acid content, total, reducing and non reducing sugars and starch content. Pulp and peel color parameters (lightness, hue, and chroma) were significantly different among varieties. Soluble solids

Recibido el 10-11-1998 ● Aceptado el 12-05-2000

1Departamento de Biología y Química. Núcleo Universitario Rafael Rangel. Universidad de Los Andes. Apdo postal No 23. Trujillo. Venezuela. E-mail: juditz@cantv.net

2Programa Intercambio Científico. Universidad de Los Andes. Núcleo Universitario Rafael Rangel. Universidad de Los Andes. Trujillo. Venezuela.

content, ascorbic acid and starch content changed significantly ($P < 0.05$) during storage and they were significantly different among varieties. Total and reducing sugars content did not change significantly after 15 days of storage. Results of this study indicated that these five mango varieties have good performance under intermediate temperatures of storage.

Key words: mango, *Mangifera indica* L., storage, postharvest.

Introduccion

El mango *Mangifera indica* L. es un fruto de gran importancia en regiones tropicales y subtropicales. Se producen más de 14 millones de toneladas, correspondiendo el 65% de ésta producción a la India (6). El mango es un fruto con gran aceptación debido a su color, sabor agradable, aroma y particularmente es una buena fuente de vitaminas C y A. Las Filipinas, Tailandia, México y la India son los principales países exportadores del mundo. Venezuela tiene un gran potencial de exportación hacia la Unión Europea. Sin embargo, su comercialización está restringida debido al manejo y facilidades de transporte inadecuados. El mango después de cosechado tiene una vida de almacenamiento muy corta, la cual oscila entre los 10 y 12 días a temperatura ambiente (12); por este motivo es importante establecer métodos y condiciones óptimas para su conservación. Los frutos de origen

tropical desarrollan un conjunto de desórdenes fisiológicos conocidos como daños por el frío "chilling injury" (7, 17). Los frutos de mango están sujetos a sufrir daños por el frío cuando se almacenan a temperaturas menores de 13°C. (5,9), por lo tanto el almacenamiento prolongado es difícil. Temperaturas comprendidas entre 12° y 13°C generalmente son consideradas óptimas para el almacenamiento de estos frutos (11). La mayoría de los países productores exportan pocas variedades por ejemplo: La variedad Alphonso es exportado por India, Carabao por Filipinas, Haden, Keitt y Zill por Sur Africa, Haden y Maya por Israel, Julie por Trinidad, Haden, Keitt, y Manila por México, Tommy atkins y Keitt de Florida (4). El objetivo de este estudio consistió en analizar el efecto del almacenamiento refrigerado a 13°C sobre la calidad poscosecha de cinco cultivares de mango.

Materiales y métodos

Los frutos de mango de las variedades Palmer, Keitt, Springfels, Kent, y Anderson fueron recolectadas en una plantación de Barinas, Venezuela, en fase preclimática de color verde fisiológicamente maduros. Los frutos fueron seleccionados de acuerdo

al tamaño, grado de madurez y uniformidad para luego ser analizados a nivel de laboratorio.

Los frutos se desinfectaron por inmersión, en una solución al 10% de hipoclorito de sodio durante 1 min. Después de secados al aire libre los

frutos fueron almacenados en recipientes plásticos, colocados bajo refrigeración en cuartos cava durante 18 días a 13°C, 85-95% de humedad relativa. Se tomaron al azar de cada variedad tres frutos cada tres días durante 18 días para las determinaciones de los análisis no destructivos y destructivos. El color de la piel fue medido en lados opuestos del fruto usando un equipo MINOLTA CR-200 chromameter (Minolta, Osaka, Japan), utilizando los términos Lightness L*, a y b de la Commission International de l' Eclairage (CIE). El medidor de color fue calibrado por medio de una baldosa blanca de cerámica. Los valores colorimétricos fueron calculados utilizando la siguiente ecuación: Hue = $\tan^{-1}b/a$ y chroma = $(a^2 + b^2)^{1/2}$. (8). En la pulpa y en la piel se midieron valores colorimétricos de luminosidad, Hue y chroma. Los sólidos solubles totales (SST) se determinaron a 20 °C por refractometría, en el jugo obtenido por centrifugación a 6000 rpm durante

15min. El contenido de ácido ascórbico fue estimado mediante el procedimiento de la AOAC (1). El almidón de la pulpa fue determinado usando el método Ward y Johnson (22). Los sólidos insolubles en alcohol (SIA) se midieron de acuerdo al procedimiento de Janoria (10). El contenido de azúcares totales, reductores y no reductores se determinó por el método de Ting (20) con ciertas modificaciones.

Se utilizó un diseño experimental completamente al azar bajo un arreglo factorial 5 × 6, con tres repeticiones para un total de 30 tratamientos, tomando la variedad y el período de almacenamiento como factores principales. Los datos fueron analizados usando el procedimiento del modelo lineal general del Sistema de Análisis Estadístico SAS (18). Los valores promedio fueron comparados mediante la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Resultados y discusión

Los valores colorimétricos (luminosidad, chroma y hue) de la pulpa de los frutos estuvieron influenciados significativamente por la variedad y el período de almacenamiento (cuadro 1). La luminosidad y el chroma disminuyeron durante la maduración, observándose los valores más altos en las variedades Keitt y Palmer comparados con las otras variedades. Un comportamiento similar fue reportado por McCollum (14) en la variedad Keitt según lo indicaron los valores a y b observados. El efecto de

la variedad y el período de almacenamiento fue significativo ($P < 0,05$) según las variables de color de la piel (cuadro 2); sin embargo no se observó tendencia alguna en dichas variables durante el período de almacenamiento, ya que, el color de la piel de estas variedades de mango puede variar desde el amarillo verdoso hasta el amarillo intenso y rojo en los frutos maduros. El contenido de SST resultó alto en la variedad Palmer seguido por las variedades Keitt, Anderson, Springfels y finalmente

Cuadro 1. Parámetros de color de la pulpa de cinco cultivares de mango (Palmer, Keitt, Springfels, Kent y Anderson) almacenados a 13 °C durante 18 días.

Fuente de variación	GL	Luminosidad	Chroma	Hue
Variedad (V)	4	134,55**	472,69**	1235,12**
Almacenamiento(A)	5	21,70**	133,79**	150,70**
V*A	20	4,54**	14,11**	61,19**
Variedades		Medias		
Palmer		42,78 ^b	16,04 ^b	110,14 ^c
Keitt		47,39 ^a	17,85 ^a	106,32 ^d
Spring Fels		41,85 ^c	9,33 ^c	118,42 ^b
Kent		41,99 ^c	9,60 ^c	117,68 ^b
Anderson		41,99 ^c	8,06 ^d	124,43 ^a
Periodo de almacenamiento (días)				
3		44,49 ^a	16,69 ^a	112,40 ^c
6		43,28 ^b	13,38 ^b	114,87 ^b
9		44,35 ^a	12,33 ^c	115,87 ^b
12		42,81 ^{bc}	10,37 ^d	118,72 ^a
15		42,30 ^c	9,97 ^d	118,20 ^a
18		41,99 ^c	10,32 ^d	112,35 ^c

NS, *, ** No significativo o significativo a $P \leq 0,05$ or $0,01$, respectivamente. Separación de las medias en las columnas mediante prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

Kent (cuadro 3). Estos valores son relativamente bajos comparados con la clasificación propuesta por Camacho y Rivas (3) donde el contenido de SST oscila entre 9 y 15; no obstante, los valores del contenido de SST fueron similares a los señalados por Spalding et al. (19) y muy bajos con respecto a los encontrados por Vázquez-Salinas y Lakshminarayana (21) en las variedades Haden, Irwin, Kent y Keitt almacenados a temperaturas comprendidas entre 16 y 28 °C. El contenido de SIA fue significativamente ($P \leq 0,05$) mayor en la variedad Kent y más bajo en la variedad Palmer, asimismo, se observó su degradación gradual durante el

período de almacenamiento, descendiendo su contenido desde 14,885 a 5,914 mg.100 gr⁻¹ (cuadro 3). La fracción de polisacáridos de los SIA origina compuestos simples durante el proceso de maduración y la velocidad de degradación de estos compuestos esta directamente correlacionada con el ablandamiento del fruto (23). Los resultados muestran reducción alrededor del 50% del contenido de ácido ascórbico durante el almacenamiento, variando su contenido desde 20,022 hasta 10,548 mg.100 gr⁻¹. La variedad Palmer presentó aproximadamente el doble del contenido de ácido ascórbico comparado con las otras variedades (cuadro 3). Es

Cuadro 2. Parámetros de color de la piel de cinco variedades de mango (Palmer, Keitt, Springfels, Kent y Anderson) almacenados a 13 °C durante 18 días.

Fuente de variación	G L	Luminosidad	Chroma	Hue
Variedad (V)	4	363,784*	17,081*	600,409**
Almacenamiento (A)	5	21,775*	14,459*	130,793**
V*A	20	20,092*	25,691**	24,262**
Variedades			Medias	
Palmer		53,527 ^b	34,285 ^{ab}	117,941 ^a
Keitt		53,309 ^{bc}	33,213 ^{bc}	112,970 ^b
Spring Fels		52,143 ^{bc}	32,534 ^c	113,578 ^b
Kent		51,969 ^c	33,500 ^{abc}	114,206 ^b
Anderson		61,306 ^a	34,643 ^a	104,362 ^c
Periodo de almacenamiento (días)				
3		52,781 ^c	32,596 ^b	113,302 ^{abc}
6		54,797 ^{ab}	33,561 ^{ab}	112,022 ^c
9		55,341 ^a	34,623 ^a	114,239 ^{ab}
12		54,547 ^{ab}	34,462 ^a	115,098 ^a
15		53,703 ^{bc}	33,841 ^{ab}	113,163 ^{bc}
18		55,535 ^a	32,725 ^b	107,843 ^d

NS, ** No significativo o significativo a $P \leq 0,05$ or $0,01$, respectivamente. Separación de las medias en las columnas mediante prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

bien conocido que la mayoría de los frutos muestran reducción del contenido de ácido ascórbico durante la maduración postcosecha (2, 15). Disminución del ácido ascórbico fue reportado en mangos Dashehari durante el progreso del almacenamiento (13). Se observó degradación del almidón durante el almacenamiento (16,061 a 5,010 mg.100 gr⁻¹), mostrando menor contenido los frutos de la variedad Palmer (cuadro 3). Se observaron diferencias en el contenido de azúcares entre las variedades y el período de almacenamiento (cuadro 4). Frutos de la variedad Anderson mostraron el valor más alto (19,54%),

mientras que la variedad Keitt mostró el menor valor (16,02%). Se observaron cambios significativos en el contenido de azúcares reductores y no reductores entre las variedades y debido al período de almacenamiento. El porcentaje de azúcares reductores y no reductores aumentó considerablemente durante los 18 días de almacenamiento. Las variedades Springfels, Kent y Anderson mostraron mayor contenido de azúcares reductores, mientras que Palmer y Keitt mostraron mayor contenido de azúcares no reductores. El incremento del contenido de azúcares puede atribuirse a la degradación de polisacáridos,

Cuadro 3. Contenido de sólidos solubles totales (SST), sólidos insolubles en alcohol, ácido ascórbico y almidón en cinco variedades de mango (Palmer, Keitt, Springfels, Kent y Anderson) almacenados a 13 °C durante 18 días.

Fuente de variación	GL	SST	SIA mg.100g ⁻¹	Acido ascórbico mg.100g ⁻¹	Almidón mg.100g ⁻¹
Variedad (V)	4	23,82**	106,37**	837,29**	192,97**
Almacenamiento (A)	5	29,67**	230,50**	288,28**	341,97**
A*V	20	2,967**	1,53 ^{NS}	10,54**	4,46**
Variedades					
Palmer		9,61 ^a	6,57 ^e	24,78 ^a	5,57 ^e
Keitt		9,12 ^b	7,81 ^d	10,72 ^c	7,31 ^d
Spring Fels		8,43 ^c	9,14 ^c	10,88 ^c	12,27 ^a
Kent		6,97 ^d	11,66 ^a	13,12 ^b	11,46 ^b
Anderson		8,72 ^{bc}	10,87 ^b	12,33 ^b	10,18 ^c
Periodo de almacenamiento (días)					
3		7,06 ^d	14,89 ^a	20,02 ^a	16,06 ^a
6		7,50 ^c	11,45 ^b	17,58 ^b	11,51 ^b
9		8,38 ^b	8,90 ^c	14,79 ^c	10,44 ^c
12		8,53 ^b	7,27 ^d	11,77 ^d	6,89 ^d
15		9,86 ^a	6,84 ^d	11,49 ^d	6,24 ^d
18		10,09 ^a	5,91 ^e	10,55 ^e	5,01 ^e

NS, *, ** No significativo o significativo a P ≤ 0,05 or 0,01, respectivamente. Separación de las medias en las columnas mediante prueba de Duncan (P ≤ 0,05).

Cuadro 4. Azúcares totales, reductores y no reductores en cinco variedades de mango (Palmer, Keitt, Springfels, Kent y Anderson) almacenados a 13 °C durante 18 días.

Fuente de variación	GL	Azúcares totales mg. 100g ⁻¹	Azúcares reductores mg. 100g ⁻¹	Azúcares no reductores mg. 100g ⁻¹
Variedad (V)	4	41,43**	75,96**	59,30**
Almacenamiento (A)	5	23,33**	5,21**	6,83**
V*A	20	0,67 ^{NS}	0,11 ^{NS}	0,42 ^{NS}
Variedades				
Palmer		18,47 ^b	5,53 ^b	12,94 ^a
Keitt		16,02 ^d	5,42 ^b	10,60 ^b
Spring Fels		18,09 ^{bc}	8,76 ^a	9,33 ^c
Kent		17,35 ^c	8,45 ^a	8,91 ^d
Anderson		19,55 ^a	8,92 ^a	10,63 ^b
Periodo de almacenamiento (días)				
3		16,23	6,67 ^c	9,56 ^b
6		16,90	6,94 ^{bc}	9,96 ^b
9		18,13	7,40 ^{ab}	10,73 ^a
12		18,82	7,76 ^a	11,05 ^a
15		18,69	7,86 ^a	10,83 ^a
18		18,62	7,86 ^a	10,77 ^a

NS, *, ** No significativo o significativo a P \leq 0,05 or 0,01, respectivamente. Separación de las medias en las columnas mediante prueba de Duncan (P \leq 0,05)..

particularmente almidón y pectinas durante la maduración (16). Vazquez-Salinas y Lakshminarayana (21) observaron reducción gradual de los azúcares reductores e incremento de los azúcares no reductores durante la maduración de las variedades Haden, Irwin, Kent y Keitt en Florida. Los resultados obtenidos indicaron que existen diferencias entre las variedades

en casi todos los parámetros evaluados. El color de la pulpa y de la piel (Luminosidad, chroma y hue) fue afectada por el período de almacenamiento. Los frutos mostraron cambios en el contenido de SST, SIA, ácido ascórbico y almidón. Estos resultados sugieren que estas cinco variedades de mango responden a condiciones de almacenamiento.

Conclusiones

Las cinco variedades de mango exhibieron comportamiento poscosecha mas o menos variable bajo las condiciones de almacenamiento. Los parámetros de color (luminosidad, hue y chroma) fueron significativamente diferentes entre las variedades.

El contenido de sólidos solubles totales, sólidos insolubles en alcohol, ácido ascórbico y almidón mostró cambios significativos durante el

almacenamiento y fueron significativamente diferentes entre las variedades, mientras que el contenido de azúcares durante la última semana de almacenamiento sólo varió ligeramente.

Se recomienda realizar estudios posteriores evaluando otros métodos de almacenamiento que permitan extender la vida de almacenamiento de los frutos de mango.

Agradecimiento

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico de la Universidad de Los Andes por el soporte financiero y al personal

directivo y técnico del Jardín Botánico de la UNELLEZ por su colaboración en la obtención de los frutos.

Literatura citada

1. AOAC 1980. Official Methods of analysis, 13th edn, Washington, DC: Association of official Analytical Chemists.
2. Biale, J.B. 1960. The postharvest biochemistry of tropical and subtropical fruits. *Adv. Food Res.* 10:923.
3. Camacho, S. y D. Rios. 1972. Factores de calidad de algunas frutas cultivadas en Colombia. *Revista I.C.A. (Bogota)* 17(1):11-31.
4. Chadha, K.L. 1989. World mango industry. *Acta Horticulturae* 231:639-648.
5. Couey, M.H. 1986. Chilling injury in crops of tropical and subtropical origin. *HortScience* 17:162-165.
6. FAO, 1993. Anuarios de producción. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. Roma. Italy. pp 188-189.

7. Farouqi, Q.A., A. Sattar, A. Daud and M. Hussain. 1985. Studies on the postharvest chilling sensitivity of mango fruit (*Mangifera indica* L.) Proc. Fla. State Hort. Soc. 98:220-221.
8. Francis, F.J. 1969. Color measurements inplant breeding. HortScience 5:102-106.
9. Hatton, T.T., W.F. Reeder, and C.W. Campbell. 1965. Ripening and storage of Florida mangos. U.S. Dept. Agr. Market Res. 725:9.
10. Janoria, M. P. 1974. Sampling variation in alcohol insoluble solids content and viscosity of tomato juice. J. Hort. Sci. 49: 305- 310.
11. Kalra, S.K. and D.K. Tandon. 1983 Screening of some north Indian non- commercial mango varieties for processing. Indian J. of Agric. Sc. 51:136-140.
12. Lakshminarayana, S. 1973. Respiration and ripening patterns in the life cycle of the mango fruits. The J. of Horticultural Sci. 48(3):227-233.
13. Mann, S.S. and R.N. Singh. 1976. The cold storage of Dashehari mango. Scientific Horticulture 5:249-254.
14. McCollum, T.G., S. D'aquino, and R.E. McDonald. 1993. Heat treatment inhibits mango chilling injury. HortScience 28(3):197-198.
15. Ramasarma, G.B. and B,N. Banerjee. 1940. Changes in the carotene and ascorbic acid content of mangos during ripening. J. Indian Inst. Sci. 23(1):1.
16. Roe, B. and J. H. Bruemmer. 1981. Changes in pectic substances and enzymes during ripening and storage of 'Keitt' mangoes. J. Food Sci., 186-189.
17. Salunkhe, D. K. and B.B. Desai. 1984. Postharvest biotechnology of fruits, vol 1 pp 77-94. Florida: CRC Press.
18. SAS INSTITUTE. 1985. SAS user's guide: Statistics. version 5(de) SAS Inst., Cary, N.C.
19. Spalding, D.H., J.R. King, and J.L. Sharp. 1988. Quality and decay of mangoes treated with hot water for quarantine control of fruit fly. Trop. Sci. 28:95-101.
20. Tings, S. V. 1956. Rapid colorimetric method for simultaneous determinations of total reducing sugars and fructose in citrus juices. Agricultural and Food Chemistry 4(3): 263-266.
21. Vazquez-salinas, C. and S. Lakshminarayana. 1985. Compositional changes in mango fruits during ripening at different storage temperatures. J. Food Sci. 50:1646-1648.
22. Ward, G.M. and F.B. Jhonson 1960. Chemical methods of plant analysis. Canada Dept. of Agri. Pub. No 1064 Ottawa 57-58.
23. Will, R.B.H., T.H. Lee, D. Graham, W.B. Mcglassom and E.G. Hall. 1981. Postharvest. An Introduction to the physiology and Handling of Fruit and Vegetables. AVIPublishing Company. Wesport Conn. 161p.