

INFLUENCIA DEL PRE-ENFRIAMIENTO SOBRE LA MADURACIÓN DE 27 CULTIVARES DE MANGO (*Mangifera indica* L.)

Gastón Laborem¹, Carlos Marín¹, Luis Rangel¹ y Maximiliano Espinoza¹

RESUMEN

Se estudió la influencia que ejerce la baja temperatura de almacenamiento en la maduración de consumo de frutos de 27 variedades y/o clones de mango en el banco de germoplasma del CENIAP, Maracay. Los frutos fueron cosechados en madurez fisiológica, determinándose la calidad como expresión de su sensibilidad a la temperatura. No se encontraron diferencias en la calidad de los frutos, entre los almacenados previamente durante 10 días a 5 °C y aquellos madurados desde su inicio en condiciones ambientales (24 ± 3 °C). Sin embargo, los frutos tratados a baja temperatura alcanzaron más prontamente la calidad de consumo cuando fueron colocados en condiciones ambientales. Por otra parte, se detectaron notorias diferencias en la calidad del fruto de los 27 cultivares. Entre estos, Ford y Springfels presentaron los mayores pesos, Keitt y Kent los menores contenidos de sólidos solubles totales y Edward el mayor contenido de vitamina C.

Palabras clave adicionales: Calidad del fruto, poscosecha, temperatura de almacenamiento

ABSTRACT

Effect of cold storage of ripening of 27 mango (*Mangifera indica* L.) cultivars

Mango fruits of 27 clones and varieties from the germplasm bank of the National Agricultural Research Center (CENIAP) in Maracay, Venezuela, were harvested at a physiological ripening stage. The quality was determined as expression of their sensitivity to low temperatures. There were no quality differences between fruits stored 10 days at 5°C and those ripened since the beginning at environmental conditions (24 ± 3 °C). However, those fruits treated with low temperatures reached earlier consumption quality. On the other hand, notorious differences were found in fruit quality among the 27 cultivars. Keitt and Kent showed the highest sugar contents, Springfels the highest weight, and Edward the highest C vitamin content.

Additional key words: Fruit quality, post-harvest, storage temperature

INTRODUCCIÓN

De los cultivos frutícolas, el mango es quizás el más popular y difundido en Venezuela debido a su agradable sabor y gran adaptabilidad a diversas condiciones ambientales (Sergent, 1997). Esta aseveración es compartida por Avilán y Rengifo (1998) quienes consideran que dicha popularidad se ve reforzada por medidas gubernamentales tendientes a estimular su producción. En este sentido, se ha observado que existe interés en incrementar e iniciar nuevas plantaciones, particularmente en la región oriental del país. Por su parte, Laborem et al. (1992) señalan que de la diversidad de renglones frutícolas que el país puede producir, el mango es una de las frutas tropicales más importantes

económicamente. De acuerdo al Instituto de Comercio Exterior (1989), el mango representó el 85,5% de las exportaciones de frutas y hortalizas frescas o refrigeradas a la Comunidad Económica Europea. Para IICA (1997), el mango constituyó el 13% de las exportaciones de frutas al Grupo Andino, y según este programa, el mercado para esta fruta se amplía cada día.

La comercialización y/o mercadeo de las frutas exige que éstas presenten excelente calidad para poder obtener beneficios; la temperatura es uno de los factores que más afecta la calidad y la duración en el mercado de los bienes perecederos en razón de la influencia que ejerce sobre el metabolismo (Lares, 1989).

La respiración de las frutas implica muchas

Recibido: Junio 5, 2001

Aceptado: Mayo 14, 2002

¹ Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP- INIA). Zona Universitaria. Maracay. 2101. Apdo. 4653. email: recfitog@reacciun.ve.

reacciones enzimáticas y la velocidad con que estas reacciones transcurren depende de la temperatura. Cuando ésta se encuentra por encima o por debajo de los umbrales metabólicos se produce una disrupción de la organización celular y una despigmentación generalizada, y los tejidos pueden terminar adquiriendo un aspecto acuoso (Wills et al., 1984). El estudio de la sensibilidad del mango al frío ha sido realizado entre otros por Farrooqui y Sattar (1985), quienes trabajando con las variedades 'Samar Bahisht' y 'Sensation' encontraron que el contenido de ácido ascórbico decrecía durante el almacenamiento en frío, independientemente de la variedad. Observaron además una tendencia al incremento de los sólidos solubles de la fruta refrigerada. Santana et al. (1983) encontraron que a partir de dos semanas de almacenamiento previo, a temperaturas de 6° y 10 °C, el patrón climatérico se ve afectado en el mango cuando es expuesto a condiciones que favorecen la maduración.

Medlicott et al. (1990) encontraron que frutos de mango en fase de madurez fisiológica precedidos de un almacenamiento a 12 °C, fallaron en desarrollar las características de madurez al colocarlos a temperatura de maduración de 25 °C; el sabor de los frutos maduros después del almacenamiento en frío fue menos aceptable que aquellos madurados inmediatamente después de la cosecha. En un estudio realizado por Mena (1993) con mangos de la variedad 'Manila', los cuales previo a su almacenamiento a 10° y 13°C fueron tratados hidrotérmicamente, se encontró que los tratamientos aplicados retrazaron ligeramente la maduración de los frutos; sin embargo, la madurez comestible se logró al mismo tiempo que la obtenida en los frutos del tratamiento testigo.

El presente trabajo fue realizado con el fin de conocer la influencia de la baja temperatura de almacenamiento en la maduración y calidad de 27 cultivares de mango.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo se realizó durante tres años con frutos de mango provenientes de 27 variedades y clones de plantas adultas pertenecientes al Banco de Germoplasma de Mango, ubicado en el

Campo Experimental del Centro Nacional de Investigaciones Agropecuarias (CENIAP-INIA) en Maracay, Venezuela. Los frutos fueron cosechados en etapa de madurez fisiológica. Cada muestra de diez frutos/variedad fue dividida en dos grupos: el primer tratamiento, expuesto desde su inicio y hasta alcanzar la maduración de consumo a temperatura ambiente (24 ± 3 °C y $73 \pm 2\%$ HR), y el segundo tratamiento, almacenado por espacio de 10 días a 5 °C, al término de los cuales fue llevado a temperatura ambiente hasta su maduración de consumo. Para ambos tratamientos el seguimiento durante la maduración permitió determinar los incrementos en el contenido de sólidos solubles totales (SST), mediante la utilización de un refractómetro Abbe-3L. A cada fruto le fue medido diariamente su contenido de SST por extracción con jeringa a fin de no destruir la unidad de muestreo. Justo cuando el contenido de SST empezó a disminuir, se decretó el final del seguimiento y el momento para determinar el peso, la vitamina C por el método colorimétrico de Schmall et al. (1953) y la firmeza de la pulpa utilizando penetrómetro Universal Humbolt-1200, de lectura directa. El análisis estadístico consistió en realizar un análisis de varianza para cada variable estudiada, considerando los años como repeticiones, utilizando el Modelo Lineal General (GLM).

Se utilizó la prueba de Duncan para la comparación múltiple de medias dentro de tratamiento con el propósito de indagar el comportamiento de las diferentes variables.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el Cuadro 1 se presentan los resultados de la prueba de medias para la maduración a temperatura ambiente de los 27 cultivares estudiados. No se encontraron diferencias significativas para los días necesarios en alcanzar la madurez de consumo, los cuales oscilaron entre cinco y siete días, no obstante la tendencia a una mayor precocidad presentada por el cultivar Harders que alcanzó su maduración a los cinco días.

El contenido de sólidos solubles resultó diferente entre las variedades estudiadas ($p \leq 0,05$). Se observa que las variedades Zill,

Keitt, Kent y Valencia Pride resultaron con mayor contenido de SST; mientras que la Irwin, Araque, Glen y Ford presentaron los menores

valores. El resto de las variedades quedaron ubicadas en posiciones intermedias.

Las variables peso y contenido de vitamina C

Cuadro 1. Maduración de variedades de mango a 24 °C

Variedad	Días	SST (%)	Peso(g)	Vit.C (mg/100 mg)	Firmeza (mm)
Araque	6	8,2 de	553,3 def	0,35 bc	13,7
Blackman	6	9,7 abcde	242,9 klm	0,16 d	12,0
Bocado	7	9,6 abcde	170,0 m	0,28 bcd	12,1
Davis Haden	6	9,5 abcde	718,3 be	0,24 bcd	12,8
Edward	7	10,2 abcde	600,3 cde	0,62 a	14,6
Ford	7	7,7 e	918,7 a	0,19 d	11,5
Glenn	7	7,9 de	401,3 ghij	0,22 cd	14,2
Haden	6	8,7 bcde	517,3 defg	0,22 cd	12,4
Harders	5	10,3 abcde	380,0 ghij	0,26 bcd	11,3
Harris	6	9,3 abcde	472,3 efghi	0,25 bcd	12,5
Irwin	7	8,4 cde	329,0 jkl	0,24 bcd	11,6
Jaquelin	6	9,4 abcde	729,3 b	0,23 cd	14,3
Julie	7	9,1 abcde	330,0 jkl	0,26 bcd	13,3
Keitt	7	11,6 ab	620,7 bcd	0,25 bcd	13,3
Kent	7	11,5 ab	550,0 def	0,21 cd	11,9
Lippens	6	8,7 bcde	227,3 lm	0,21 cd	11,5
Manzana	6	9,7 abcde	362,3 hijk	0,16 d	12,2
Otts	6	10,9 abcd	409,0 ghij	0,37 b	14,3
Palmer	6	10,4 abcd	463,7 efghij	0,23 cd	14,1
Parvin	7	10,9 abcd	484,7 defgh	0,21 cd	10,6
Rubi	6	9,2 abcde	126,0 m	0,21 cd	11,5
Smith	6	9,2 abcde	589,0 de	0,17 d	11,9
Sensation	7	10,1 abcde	339,7 ijkl	0,24 bcd	12,5
Springfels	6	9,0 abcde	912,0 a	0,26 bcd	14,9
Tommy Atkins	7	10,6 abcde	546,3 def	0,20 d	12,0
Valencia Pride	6	11,3 abc	481,5 efgh	0,21 cd	14,1
Zill	7	11,8 a	427,3 fehij	0,16 d	15,7
CV (%)	18,77	15,11	14,88	28,0	15,42
Nivel de Signif.	ns	0,05	0,01	0,01	ns

Medias con igual letra no difieren significativamente según pruebas de Duncan al 5%.

Días en alcanzar la madurez de consumo

presentaron diferencias significativas ($p \leq 0,01$). En relación al peso, las variedades Ford, Springfels, Jaquelin, Davis Haden, mostraron los mayores pesos, mientras que Harders, Manzana, Sensation, Julie, Irwin, Blackman, Lippens, Bocado y Rubi tuvieron pesos oscilantes entre 380 y 126 g, lo que los hace poco comerciales, sobre todo para el mercado internacional. El resto de las variedades presentaron pesos adecuados para el mercado interno y externo.

Con la excepción del cv. Edward que registró el mayor contenido de vitamina C, la mayoría de las variedades estudiadas presentaron un bajo contenido de la vitamina no acorde con la

necesidad diaria de una persona, lo cual según Wills et al. (1984) es de alrededor de 50 mg.

Aún cuando no se encontraron diferencias significativas en la firmeza de la pulpa, se puede observar que algunas variedades tienen tendencia a presentar la pulpa más firme al momento de alcanzar la calidad de consumo; tal es el caso de Parvin, Harders, Ford, Lippens y Rubi.

La calidad de los frutos sometidos a baja temperatura previo a su maduración, aparece en el Cuadro 2. En este tratamiento se encontraron diferencias significativas para el número de días requeridos por los frutos en alcanzar a su madurez de consumo. Estos resultados permiten

indicar la susceptibilidad que presentan algunas variedades a las bajas temperaturas; en este sentido, la mayor fue registrada por la variedad Smith mientras que las otras variedades alcanzaron su maduración entre el quinto y séptimo día, correspondiéndole al cv. Bocado presentar la menor susceptibilidad al demorar ocho días entre el momento de su exposición a la

temperatura ambiente y su óptimo de maduración. Igualmente se encontraron diferencias significativas en el contenido de sólidos solubles, resultando los clones Keitt, Kent, Valencia Pride, Otts, Palmer, Edward, Sensation y Blackman con los mayores valores, mientras que Smith, Lippens y Ford presentaron los valores más bajos.

Cuadro 2. Maduración de variedades de mango sometidos previamente a 5°C (T₂). 1990-91-92

Variedad	Días	SST (%)	Peso (g)	Vit.C (mg/100 mg)	Firmeza (mm)
Araque	6 ab	10,0 abc	516,0 cdef	0,32 abcd	13,5 abc
Blackman	6 ab	10,9 ab	267,0 ijk	0,17 ef	11,1 cd
Bocado	8 a	10,2 abc	170,3 k	0,26 abcdef	11,7 bcd
Davis Haden	6 ab	10,4 abc	771,0 b	0,24 abcdef	13,2 abcd
Edward	6 ab	11,4 ab	611,7 c	0,38 a	13,1 abcd
Ford	5 ab	7,0 c	1016,3 a	0,14 f	13,4 abc
Glenn	7 ab	9,7 abc	442,3 defgh	0,17 ef	13,1 abcd
Haden	7 ab	9,8 abc	511,3 cdefg	0,19 cdef	12,4 abcd
Harders	6 ab	10,1 abc	352,7 fghij	0,21 cdef	11,7 bcd
Harris	6 ab	9,0 abc	445,3 defgh	0,21 cdef	13,0 abcd
Irwin	7 ab	9,7 abc	347,0 ghij	0,29 abcde	11,5 bcd
Jaquelin	5 ab	8,8 abc	797,7 b	0,33 abc	15,2 a
Julie	6 ab	9,5 abc	326,3 hij	0,27 abcdef	12,1 abcd
Keitt	6 ab	11,3 ab	614,7 c	0,26 abcdef	12,4 abcd
Kent	6 ab	12,1 a	612,0 c	0,20 cdef	13,9 abc
Lippens	5 ab	7,9 bc	243,0 jk	0,30 abcde	11,5 bcd
Manzana	6 ab	10,2 abc	362,7 fghij	0,21 cdef	13,5 abc
Otts	7 ab	10,9 ab	418,0 efghi	0,36 ab	13,5 abc
Palmer	7 ab	11,4 ab	428,7 defghi	0,19 cdef	13,1 abcd
Palvin	6 ab	10,1 abc	529,3 cde	0,17 ef	12,2 abcd
Rubi	5 ab	10,0 abc	127,0 k	0,18 def	13,7 abc
Smith	4 b	8,0 bc	549,3 cde	0,17 ef	12,6 abcd
Sensation	7 ab	11,3 ab	332,3 hij	0,20 cdef	12,2 abcd
Springfels	5 ab	10,5 abc	939,7 a	0,15 ef	11,7 bcd
Tommy Atkins	5 ab	9,9 abc	591,3 cd	0,20 cdef	10,2 d
Valencia Pride	5 ab	12,0 a	461,0 cdefgh	0,24 bcdef	13,1 abcd
Zill	6 ab	10,2 abc	465,7 cdefgh	0,22 bcdef	14,6 ab
CV (%)	26,18	18,55	17,27	30,78	12,30
Nivel de Signif.	0,05	0,05	0,01	0,01	0,05

Medias con igual letra no difieren significativamente según la prueba de Duncan al 5%.

Días en alcanzar la madurez de consumo

El peso del fruto resultó con diferencias significativas entre cultivares. Igualmente se presentaron diferencias significativas tanto para vitamina C como en la firmeza de la pulpa. La alta variabilidad obtenida por estos factores hace difícil la diferenciación para la formación de grupos; en tal sentido, los mayores contenidos de vitamina encontrados en la variedad Edward contrasta con los obtenidos por Blackman, Ford, Glenn, Parvin, Smith y Springfels. Finalmente,

la mayor textura encontrada en Tommy Atkins con relación al total de las variedades estudiadas permite prever en este cultivar un mejor manejo con menor riesgo a daños físicos; al respecto, vale la pena señalar la alta susceptibilidad a dichos daños presentada por la variedad Jaquelin.

El análisis de conjunto para los dos tratamientos de temperatura se presenta en el Cuadro 3, en el que se observa que con la

Laborem et al.

excepción del número de días en alcanzar la maduración de consumo, no se presentaron diferencias para el resto de las variables estudiadas. Sin embargo, se observa una tendencia a favorecer a aquellos frutos sometidos previamente a baja temperatura. Esto indica que si bien alguna variedad puede ser más o menos susceptible a una determinada condición, de manera general, los frutos de las variedades de mango estudiados y sometidos a temperatura de 5 °C previo a su maduración de consumo, no fueron afectados significativamente en sus contenidos de sólidos solubles, peso, vitamina C y firmeza. Esta situación conduce a afirmar que la baja temperatura aparentemente no afectó los procesos metabólicos que tienen que ver con la calidad organoléptica de la fruta. La interacción temperatura/cultivar resultó no significativa, lo que ratifica los comentarios anteriores.

Una condición visible lo representa el hecho de que los frutos pre-enfriados a 5 °C no presentaron daños aparentes por frío en la cáscara. Los colores externos desarrollados fueron los típicos de la variedad y resultaron ligeramente más pálidos cuando se compararon a

Pre-enfriamiento y maduración del mango

los madurados a temperatura ambiente. Aún cuando no se presentaron diferencias en el peso entre los frutos preenfriados y los almacenados a 24 °C, la tendencia a tener mayor peso por los primeros, posiblemente se deba a la reducción en la transpiración producto de la baja temperatura a la cual fueron sometidos.

Los resultados obtenidos en este trabajo para el grupo de frutos al cual se le aplicó el preenfriamiento no coinciden con los obtenidos por Salunkhe y Desai (1984) quienes consideran que almacenamiento prolongado a bajas temperaturas retarda la maduración; por otra parte, coincide con los resultados de Muñoz et al. (1998) quienes encontraron para el cv. Piqueno que el mejor tratamiento resultó ser el de 10 días de almacenamiento a 6 °C; sin embargo, estos autores reportan pérdida de peso y pardeamiento en la pulpa, deterioraciones éstas no observadas en este trabajo. Finalmente, los resultados resultan coincidentes con los encontrados por Laborem et al. (1992) quienes trabajaron en iguales condiciones con las variedades Haden, Irwin, Edward, Glenn, Keitt y Kent.

Cuadro 3. Análisis en conjunto comparativo de la maduración de frutos de mango a temperatura ambiente (24 °C) y preenfriamiento (5 °C).

Tratamiento	Días	SST (%)	Peso (g)	Vit.C (mg/100 mg)	Firmeza (mm)
Ambiente	6,7 a	9,7	478,0	0,24	12,8
Preenfriamiento	5,9 b	10,0	491,1	0,23	12,7
Nivel de Significancia	0,05	ns	ns	ns	ns
CV(%)	22,4	16,98	16,15	29,35	13,96
Temperatura x Cultivar	ns	ns	ns	ns	ns

Medias de igual letra no difieren significativamente según la prueba de Duncan al 5%.

Días en alcanzar la madurez de consumo

CONCLUSIONES

No hubo diferencias en la calidad de los frutos de mango con preenfriamiento o los maduros directamente en condiciones ambientales, por lo que los frutos de las 27 variedades estudiadas pueden ser almacenados a temperaturas de 5 °C hasta por diez días antes de su maduración de consumo.

Independientemente del tratamiento térmico, los cultivares Keitt y Kent presentaron los mayores contenidos de sólidos solubles totales, Ford y Springfelds los mayores pesos, y Edwards el mayor contenido de vitamina C.

LITERATURA CITADA

1. Avilán, L. y C. Rengifo. 1998. Producción. El cultivo del manguero en Venezuela. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. Maracay. 230p.
2. Farrooqui, W.A. y Jr. A. Sattar. 1985. Studies on the post harvest chilling sensitivity of mango fruit (*Mangifera indica* L.). Proc. Fla. State. Hort. Soc. 98:220-221.
3. IICA. 1997. Estudio global para identificar oportunidades de mercado de frutas y

- hortalizas en la región Andina. Frutex. Quito. 180 p.
4. Instituto de Comercio Exterior (ICE). 1989. Exportaciones de frutas y hortalizas frescas o refrigeradas a la Comunidad Europea. Exportagro 1(1):2.
 5. Laborem, G., F. Reyes y L. Rangel. 1992. Maduración del mango previo almacenamiento a baja temperatura. Fruits 7(3): 419-423.
 6. Lares, R. G. 1989. Posibilidades de la fruta venezolana para exportación. Jornadas sobre Producción y Exportación de Frutas. CORPOVEN. Maturín 45 p.
 7. Medlicott, A.P., J.M. Sigrist y O. Sy. 1990. Ripening of mangos following low-temperature storage. J. Amer. Soc. for Hort. Sci. 115(3): 430-434.
 8. Mena, G. 1993. Tratamientos hidrotérmicos (46 °C): Evaluación de fisiología y calidad en mango 'Manila'. Universidad Autónoma Chapingo, México. 69 p.
 9. Muñoz, R.S., A. Lizana, L. Galletti y L. Luchsinger. 1998. Efectos de la fluctuación térmica en post-cosecha sobre la evolución de la madurez en frutos de mango (*Mangifera indica* L.) cv. Piqueno. Simiente (Chile) 68 (1-4):35-44.
 10. Salunkhe, D.K. y B.B. Desai. 1984. Mango. Postharvest Biotechnology of Fruits. CRC Press. Boca Ratón, Florida. Volume I. pp. 77-94.
 11. Santana, M.C., R. Mitchell y M. Torres. 1983. Velocidad de respiración de algunas frutas de patrón climatérico. Efecto de almacenamiento precedente a baja temperatura. Agrotecnia de Cuba 15(1): 79-84.
 12. Schmall, M., C. W. Pifer y E. G. Wollish. 1953. Determination of ascorbic acid by a new colorimetric reaction. Analytical Chemistry 25(10): 1486-1490.
 13. Sergent, E. 1997. El cultivo del mango (*Mangifera indica* L.), botánica, manejo, comercialización. Trabajo de ascenso. Fac. de Agronomía. Universidad Central de Venezuela. Maracay. 312 p.
 14. Wills, R.H., T.H. Lee, W.B. Mc Glasson, E.G. Hall y D. Graham. 1984. Fisiología y Manipulación de Frutas y Hortalizas Post-recolección. Capítulo 4: Temperatura. Ed. Acirbia. Barcelona.