

## Efecto del calcio y cera comestible en la calidad de mangos 'kent' durante el almacenamiento

### Effect of calcium and edible wax overall 'kent' mangoes during storage

D. Petit-Jiménez<sup>1</sup>, E. Bringas-Taddei<sup>2</sup>, J. Mercado-Ruiz<sup>2</sup>, J. García-Robles<sup>2</sup>, G. González-Aguilar<sup>2</sup>, R. Troncoso-Rojas<sup>2</sup> y R. Báez-Sañudo<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Barquisimeto estado Lara, Venezuela. Programa Ingeniería Agroindustrial. Decanato de Agronomía,

<sup>2</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Carr. a La Victoria Km 0.6. Apdo. Postal N° 1735. Hermosillo, Sonora, México.

### Resumen

Los mangos 'Kent' se caracterizan por ser uno de los principales cultivares de comercialización, sin embargo, su carácter perecedero reduce su vida de anaquel. El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de diferentes aplicaciones de calcio combinadas con cera por el método de inmersión, en frutos almacenados a 20°C por 15 días para mantener su calidad. Los tratamientos fueron: testigo (I), cera (II), 0,5% CaCl<sub>2</sub> (III); 0,5% CaCl<sub>2</sub>+Cera (IV); 1% CaCl<sub>2</sub> (V) y 1% CaCl<sub>2</sub>+Cera (VI). Diariamente se midió la tasa de respiración, apariencia general, pérdida de peso y cada tres días la firmeza, color de la pulpa, sólidos solubles totales, pH, acidez titulable, calcio total en la cáscara y la pulpa. Se utilizó un diseño de bloques al azar con arreglo factorial 3x2, los datos se analizaron con el programa NCSS. Los tratamientos con soluciones de CaCl<sub>2</sub> al 0,5 y 1%, combinadas con cera comestible, demostraron no causar daños aparentes a los frutos ni a sus características fisicoquímicas. El comportamiento de los parámetros de calidad presentó una tendencia normal esperada en la maduración de los frutos con incrementos en el pH y los SST, así mismo una disminución en la AT. La firmeza en los frutos disminuyó en función del tiempo de

---

Recibido el 6-7-2004 ● Aceptado el 15-9-2004

Autores para correspondencia correo electrónico: rbaez@cascabel.ciad.mx; deysipetit@estudiantes.ciad.mx

almacenamiento y no se obtuvo retención de la misma con la aplicación de calcio. Los resultados demuestran que aplicaciones de 0,5% de calcio combinado con cera comestible puede reducir la tasa respiratoria, pérdida de peso y mejorar la apariencia externa sin afectar los parámetros de calidad de los frutos durante el almacenamiento por 15 días a 20°C.

**Palabras clave:** Poscosecha, *mangifera indica* L., calcio, cera.

## Abstract

'Kent' mangoes is one of the main commercialized varieties in the world, nevertheless its perishable character reduces its shelf life. The objective of this work was to study the effect of different calcium applications, wax and combinations of both on the post-harvest life of mango fruits. The applied treatments were: control (I), wax (II), 0.5% CaCl<sub>2</sub> (III); 0.5% CaCl<sub>2</sub>+wax (IV); 1% CaCl<sub>2</sub> (V) and 1% CaCl<sub>2</sub>+wax (VI). Respiration rate, general appearance and weight loss were evaluated daily, while firmness, color of the pulp, total soluble solids, pH, titratable acidity, calcium content in the peel and the pulp were determined at 3-days intervals. The experimental design was a completely randomized blocks with factorial arrangement 3x2. Data were analyzed with program NCSS. The treatments with solutions of CaCl<sub>2</sub> to 0.5 and 1%, combined with edible wax, demonstrated to cause apparent damages neither to the fruits nor to the physical-chemical characteristics. The behavior of the quality parameters presented a normal tendency waited in the maturation of the fruits with increments in the pH and the SST, likewise a decrease in the AT. Firmness in the fruits diminished according to the time of storage and retention of the same one was not obtained with the application of calcium. Results demonstrate that applications of 0.5% of calcium combined with edible wax can reduce the respiratory rate and loss of weight and can improve the external appearance without affecting the quality parameters of the fruits during the storage for 15 days at 20°C.

**Key words:** Postharvest, *mangifera indica* L., calcium, waxes.

## Introducción

Los mangos se caracterizan por su gran demanda en los diferentes mercados internacionales (12). Sin embargo, el tiempo de almacenamiento y su comercialización se ven limitadas por su susceptibilidad a las bajas temperaturas (<10°C) y su carácter perecedero durante su comercialización (9).

En la etapa de maduración ocurren cambios de color, sabor, aroma, síntesis de proteínas y cambios en la textura del fruto, que provocan un ablandamiento en la fruta madura (19). El ablandamiento reduce la calidad de las frutas y se ha señalado que el contenido inicial de calcio al momento de la cosecha del fruto deter-

mina en cierta medida la firmeza del fruto (14).

Se ha señalado que diferentes tecnologías poscosechas pueden ayudar a prolongar la vida de anaquel del fruto. Entre éstas se encuentran las aplicaciones de calcio (14) y el uso de

cubiertas comestibles (2). El objetivo de éste trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de diferentes concentraciones de calcio combinadas con ceras comestibles, sobre la calidad de los frutos de mango "Kent" almacenados a 20°C durante 15 días.

## Materiales y métodos

Se utilizaron mangos "Kent" cosechados en la temporada Junio-Julio de 2002 en el estado de Sinaloa, México. Las muestras tratadas hidrotérmicamente y empacadas en cajas de cartón con 10 frutos, se transportaron el mismo día a los laboratorios del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. en Hermosillo, Sonora-México.

Los frutos se seleccionaron de acuerdo a madurez homogénea y ausencia de daños visuales. Se dividieron en tres lotes de 100 frutos y se sumergieron por 5 minutos en diferentes soluciones de  $\text{CaCl}_2$  (0, 0,5% y 1%). Posteriormente, los frutos se secaron y se dividieron para la aplicación de la cera comestible preparada en el laboratorio, compuesta por carbohidratos, polipropilenglicol, ácidos grasos, antimicrobiano, surfactante y antioxidante; almacenándose a 20°C y 60-65% HR. Diariamente se determinó la tasa respiratoria, apariencia general y la pérdida de peso. Cada tres días se evaluó la firmeza, color de la pulpa, sólidos solubles totales, pH, acidez titulable y cantidad de calcio total en la cáscara y la pulpa.

**Respiración:** Se midió mediante la producción de  $\text{CO}_2$  y etileno: Se

determinó de acuerdo al método descrito por Watada y Massie (20).

**Pérdida de peso:** Se registró el peso en una balanza digital OHAUS Voyager (2100g  $\pm$  0,01g) y se calculó en base al porcentaje de peso perdido. Se aplicó la fórmula  $\text{Pp} = (\text{peso inicial} - \text{peso final}) / \text{peso inicial} \times 100$ .

**Firmeza (Nw):** Se midió en 4 puntos de la parte ecuatorial del fruto usando un penetrómetro digital (Chatillon Force, Modelo NC 27409) (3).

**Acidez titulable (AT), pH y sólidos solubles totales (SST):** Se utilizó las metodologías propuestas por la AOAC (1).

**Color de la pulpa:** Se determinó en la parte media del mesocarpio del fruto con un colorímetro portátil Minolta CR-300, el cual registró los valores de los parámetros  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ . Los resultados se expresaron como el ángulo de matiz ( $^\circ\text{Hue}$ ) y croma (11).

**Calcio:** Se determinó por el método de incineración de la muestra de acuerdo a Noller y Bloom (13). Utilizando un espectrofotómetro de absorción atómica Spectr AA-20 Varian (1).

**Apariencia externa y daños (%):** Se evaluó utilizando una escala hedónica, basándose en la apariencia externa y la intensidad de los daños.

En apariencia externa se evaluó brillo, marchitez y presencia de daños físicos en los mangos. Los mangos se clasificaron en: 5: excelente, 4: bueno, 3: comercializable, 2: no comercializable, 1: no consumible. Para el índice de daño se observó el % de área afectada por manchas en la superficie del fruto, la clasificación fue 0: frutos sin daño, 1: daño ligero (1 a 12,5%), 2: daño moderado (13 a 25%) y 3: daño severo (>25%).

**Diseño experimental:**

Se utilizó un diseño de bloques

completamente al azar con arreglo factorial 3x2. Los factores fueron la concentración de  $\text{CaCl}_2$  con tres niveles (0, 0,5 y 1%) y cera con dos niveles (con cera y sin cera). Los datos se analizaron con el programa estadístico Number Cruncher Statistical Systems 6.0 (NCSS), ANOVA con un nivel de significancia <0,05. Se realizaron comparaciones de media por el método de contrastes ortogonales. Para los datos cualitativos (apariciencia externa y % de daños) se utilizó el método de  $\pm$ -cuadrada.

**Resultados y discusión**

**Respiración:** La figura 1 muestra la producción de  $\text{CO}_2$  donde, se observa, en general, un incremento en la producción de  $\text{CO}_2$  de los frutos al tercer día y posteriormente una disminución hasta el final del experimento.

Los frutos testigos presentaron los valores más altos en la tasa respiratoria durante los quince días de almacenamiento, comparados con el resto de los tratamientos. Estos frutos alcanzaron al tercer día los valores

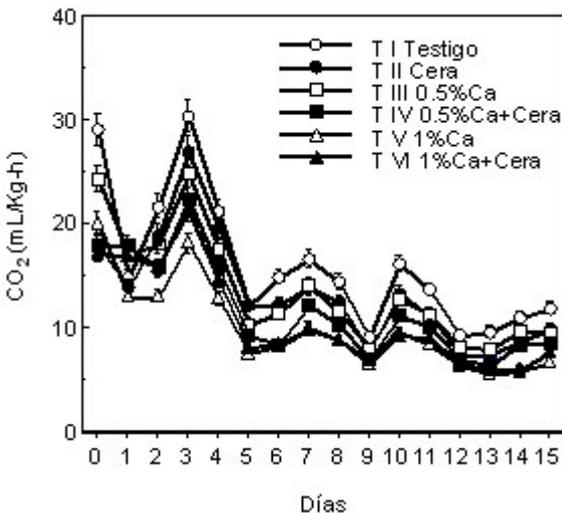


Figura 1. Producción de  $\text{CO}_2$  en de mangos "Kent" tratados con  $\text{CaCl}_2$  y cera comestible, almacenados a 20°C. Barra vertical en el eje Y indican el  $\pm$ ES.

máximos con 30,37 mLCO<sub>2</sub>/kg-h, seguidos por el tratamiento II con 26,99 μLCO<sub>2</sub>/kg-h. Estos resultados coinciden con los reportados en limón (18), fresa (8) y manzana (4), donde la producción de CO<sub>2</sub> fue menor en los frutos tratados con soluciones de CaCl<sub>2</sub>.

Los valores de etileno encontrados en los diferentes tratamientos aplicados, resultaron menores a 0,1 μLC<sub>2</sub>H<sub>2</sub>/kg-h, sin presentar cambios apreciables durante el período de almacenamiento (valores no mostrados). Estos resultados coinciden con los reportados por Cua y Lizada (5) en mangos "Carabao".

**Pérdida de peso:** La pérdida de peso acumulativa se incrementó con el tiempo de almacenamiento, presentando el tratamiento V los valores más altos, 4,85% seguidos por el tratamiento I, el cual alcanzó 4,62% después de 15 días de almacenamiento. Las menores pérdidas correspondieron a los frutos del tratamiento II, los cuales tras los 15 días de almacenamiento alcanzaron una pérdida de peso 4,34%. Los resultados coinciden con los obtenidos por y Báez *et al.* (2), los cuales encontraron que el uso de cubiertas cerosas reduce la pérdida de peso. En relación a la aplicación de calcio, Joyce *et al.* (10), señalan que el uso de soluciones de calcio no afectan la pérdida de peso en frutos de mango.

**Firmeza:** La firmeza disminuyó durante el tiempo de almacenamiento, observándose en todos los tratamientos un cambio pronunciado al tercer día. El tratamiento IV alcanzó los valores más altos de 47,40 Nw comparados con el resto de los trata-

mientos al primer día, sin embargo, se observó una disminución del 63% de su valor inicial al tercer día. Posteriormente todos los tratamientos presentaron valores similares al resto del período de almacenamieto. Las aplicaciones de calcio combinadas con cera no tuvieron, en general, un efecto sobre la retención de la firmeza comparada con los frutos testigos durante los 15 días del almacenamieto. Este comportamiento es similar a los reportados por Freire y Chitarra (7), en mangos "Tommy Atkins". De la misma forma, Joyce *et al.* (10), señalan que la infiltración de calcio en mangos "Kensington", "Sensation", "Irwin" y 'Palmer', no influyó en la firmeza, comparados con el testigo. Sin embargo, los resultados obtenidos en este estudio contrastan con los reportados previamente por otros autores (8,17) quienes señalan que aplicaciones poscosecha de calcio retiene la firmeza en los frutos.

**pH, AT, SST:** En general, los parámetros de calidad presentaron una tendencia normal esperada en la maduración de los frutos con disminución de AT con valores de 0,57 a 0,07 e incremento del pH y SST de 4,85 a 5,83 y de 16,84 a 18,48 respectivamente conforme transcurrió el período de almacenamiento. El comportamiento de estos resultados coinciden con los obtenidos por Freire y Chitarra (7), quienes señalan que la aplicación de calcio en frutos de mango "Tommy Atkins", no afectan el pH, SST y AT durante el período de almacenamiento.

**Color de la pulpa:** Los resultados indican el cambio característi-

co del cultivar en la pulpa, el cual fue de amarillo-anaranjado hacia anaranjado, ubicándose al inicio del almacenamiento valores de ángulo de matiz en 85,02 y de croma en 34,94, al final del almacenamiento los valores fueron 69,28 y 37,97, respectivamente. Las diferentes aplicaciones de calcio combinado con cera no afectaron el desarrollo del color durante el almacenamiento. Estos resultados son similares con los reportados por Joyce *et al.* (10) en cuatro variedades de mango. Sin embargo, resultados de estudios en otros frutos reportan, que la aplicación de calcio retrasa el desarrollo del color tanto en la cáscara como en la pulpa (18).

**Calcio:** El contenido de calcio en los frutos fue similar en todos los tratamientos, observándose un incremento tanto en la cáscara como en la pulpa (figura 2). Los valores fueron proporcionales a las concentraciones

de calcio aplicadas, comparados con los frutos testigo. Estos resultados concuerdan con otros estudios realizados en diferentes frutos (4, 7, 8, 15).

Se observó un ligero aumento en el contenido de calcio en la pulpa, sin embargo, las cantidades fueron inferiores a las encontradas en la cáscara. Esto puede explicarse por la poca movilidad de este ión (6). Resultados semejantes a este estudio son reportados por Joyce *et al.* (10) y Freire y Chitarra (7).

#### Apariencia externa y daños:

A los 15 días de almacenamiento, los mangos tratados con calcio y cera, presentaron una buena apariencia externa, destacándose el tratamiento IV por presentar 100% de los frutos con apariencia externa excelente (figura 3). El testigo disminuyó su apariencia, debido a la falta de brillo en fruto. Los Mangos a los 15 días de almacenamiento no presentaron daños

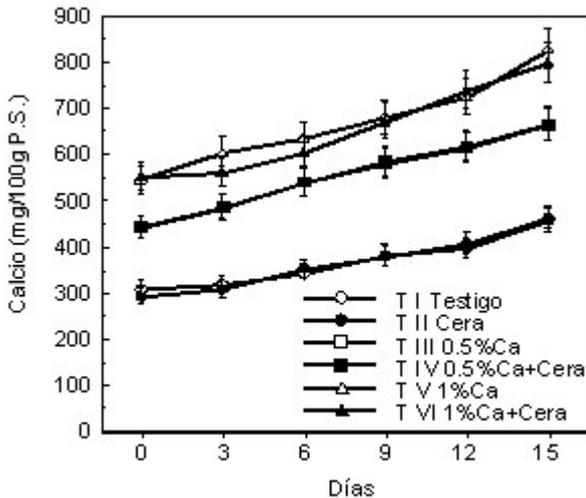
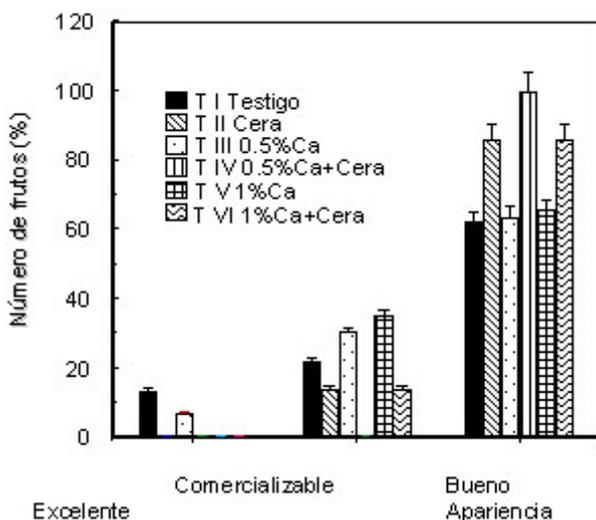


Figura 2. Contenido de calcio de la cáscara en mangos "Kent" tratados con  $CaCl_2$  y cera comestible, almacenados a 20°C. Barra vertical en el eje Y indican el  $\pm$ ES.



**Figura 3. Apariencia externa de mangos 'Kent' tratados con  $\text{CaCl}_2$  y cera comestible, durante 15 días almacenados a  $20^\circ\text{C}$ . Barra vertical en el eje Y indican el  $\pm\text{ES}$ .**

por manchas en la superficie. Los resultados en este trabajo fueron similares a los reportados para mangos "Tommy Atkins" tratados con inmersiones al 4% de  $\text{CaCl}_2$ , los cua-

les presentaron mejor apariencia general con respecto al testigo (7). Así mismo concuerdan con los obtenidos por Sing *et al.* (16).

## Conclusiones

Las aplicaciones de calcio y cera comestible no afectaron los parámetros de calidad, presentando una tendencia normal esperada en la maduración de los frutos con incrementos en el pH y los SST, así mismo una disminución en la AT. Los frutos mostraron el cambio característico del cultivar en el co-

lor de la pulpa y la firmeza no fue retenida. Los resultados demuestran que aplicaciones de 0,5% de calcio combinado con cera comestible puede reducir la tasa respiratoria, pérdida de peso y mejorar la apariencia externa de los frutos durante el almacenamiento por 15 días.

## Literatura citada

1. AOAC 1984. Association of official agricultural chemist. Official methods of analysis of the AOAC. 12<sup>th</sup>. Washington D.C. (USA) pp 43.
2. Báez, R., E. Bringas, G. González, T. Mendoza, J. Ojeda y J. Mercado. 2001. Comportamiento postcosecha del mango 'Tommy Atkins' tratado con agua caliente

- y ceras. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. (USA) 44:39-43.
3. Bourne, C. 1980. Texture Evaluation of Horticultural Crops. HortScience. (USA) 15(1):51-57.
  4. Conway, W., J. Wojciech, J. Janisiewicz, D. Joshua y C. Sams. 1999. Strategy for combining heat treatment, calcium infiltration, and biological control to reduce postharvest decay of 'Gala' Apples. HortScience (USA) 34(4):700-704.
  5. Cua, A. y U. Lizada. 1990. Ethylene production in the 'Carabao' mango (*Mangifera indica* L.) fruit during maturation and ripening. Acta Hort. (Belgium) 269:169-179.
  6. Ferguson, I. 1979. The movement of calcium in non-vascular tissue of plant. Commun. Soil Sci. Plant Anal (USA) 10:217-224.
  7. Freire, M. y A. Chitarra. 1999. Efeito da aplicacao do cloreto de calcio nos frutos da manga 'Tommy Atkins' tratados hidrotermicamente. Pesq. Agropec. Bras., Brasilia. 34(5):761-769.
  8. García, J., S. Herrera y A. Morilla. 1996. Effects of postharvest dips in calcium chloride on strawberry. Journal Agriculture Food Chemistry (USA) 44:30-33.
  9. Hatton, T. 1990. Reduction in chilling injury temperature manipulation. C.Y. Wang (Editor). In: Chilling Injury of Horticultural Crops. CRC Pres. Boca Ratón, Florida. pp. 270-278.
  10. Joyce, D., A. Shorter y P. Hockings. 2001. Mango fruit calcium levels and the effect of postharvest calcium infiltration at different maturities. Scientia Horticulturae (USA) 91:81-99.
  11. McGuire, R. 1992. Reporting of objective color measurements. HortScience. (USA) 27:1251-1255.
  12. Mitra S. y A. Baldwin. 1997. Mango. S. Mitra (Editor). In: Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits. Cab International, New York. pp. 85-122.
  13. Noller, B. and H. Bloom. 1978. Methods of Analysis for major and minor elements in foods. Food Technol. Aust. 1:11-23.
  14. Poovaiah B., G. Glenn y N. Reddy. 1988. Calcium and Fruit Softening: Physiology and Biochemistry. Horticulturae Reviews (USA) 10:107-151
  15. Saftner R., W. Conway y C. Sams. 1999. Postharvest Calcium infiltration alone and combined with surface coating treatments influence volatile levels, respiration, ethylene production and internal atmospheres of 'Golden Delicious' apples. J. Amer. Soc. Hort. Sci. (USA) 124(5):553-558.
  16. Singh Z., J. Janes y S. Tan. 2000. Effects of different surfactants on calcium uptake and its effects on fruits ripening, quality and postharvest storage of mango under modified atmosphere packaging. Acta Hort. (Belgium) 509:413-417.
  17. Tirmazi, S. y R. Wills. 1981. Retardation of ripening of mangoes by postharvest application of calcium. Trop. Agric. (Trinidad). 58(2):137-140.
  18. Tsantili, B., K. Konstantinidis, P. Athanasopoulos y C. Pontikis. 2002. Effects of postharvest calcium treatment on respiration and quality attributes in lemon fruit during storage. Journal of Horticultural Science & Biotechnology. (USA) 77(4):479-484.
  19. Vazquez C. y S. Lakshminarayana. 1985. Compositional changes in mangos fruits during ripening at different storage temperatures. J. of Food Science. (USA) 50:1646-1648.
  20. Watada A. y D. Massie. 1981. A compact automatic system for measuring CO<sub>2</sub> and C<sub>2</sub>H<sub>4</sub> evolution by harvest horticultural crops. HortScience. (USA) 16:39-41.