

Cambios fisicoquímicos durante la maduración del mango Tommy Atkins en la poscosecha

Physicochemical changes during the maturation of the Tommy Atkins mango in the post harvest

Rafael Villamizar-Vargas¹; Cristina Quiceno-Gómez²; German Giraldo-Giraldo³

¹Ing. Químico, Magister en Química. Universidad del Quindío, Seguridad y Salud en el trabajo, Armenia, e-mail: rhvillamizar@uniquindio.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-6959-0086>

²Química, Magister en Química. Universidad del Quindío, Seguridad y Salud en el trabajo, Armenia, e-mail: mcquiceno@uniquindio.edu.co, <https://orcid.org/0000-0001-8036-0687>

³Químico, Doctor en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad del Quindío, Ingeniería de Alimentos, Armenia. e-mail: ggiraldo@uniquindio.edu.co, <https://orcid.org/0000-0003-1193-2391>

Cómo citar: Villamizar-Vargas, R.; Quiceno-Gómez, C.; Giraldo-Giraldo, G. 2019. Cambios fisicoquímicos durante la maduración del mango Tommy Atkins en la poscosecha. Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient. 22(1):e1159. <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n1.2019.1159>

Artículo de acceso abierto publicado por Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica bajo una licencia Creative Commons CC BY-NC 4.0

Recibido: Junio 18 de 2018

Aceptado: Febrero 8 de 2019

INTRODUCCIÓN

Las frutas son alimentos ricos en vitaminas y minerales, en matrices de suministro de color, sabor, textura y volumen, para el consumo humano (Noor *et al.* 2015).

El mango *Mangifera indica* L. es una fruta popular y conocida como el rey de las frutas. Existen diversos cultivares como Tommy, Haden, Ataulfo, Manila Irwin, Diplomático, Esmeralda, Manzana y Kent (Tharanathan *et al.* 2006). El tamaño del fruto varía de 2,5-30cm de largo, su forma es ovalada y redonda, con un hueso interior de tamaño significativo, crece en los árboles y presenta grandes variedades de tamaño y de caracteres. La parte comestible del fruto total corresponde entre el 60 y el 75%, el componente mayoritario es agua en un 84%, el contenido de azúcar varía entre el 10-20%, dependiendo del grado de maduración y la proteína se encuentra en 0,5%. El ácido predominante es el ácido cítrico, aunque también se encuentra el ácido málico, succínico, urónico y oxálico en menores cantidades (Jagtiani *et al.* 1988; Deshpande *et al.* 2016). La semilla del mango abarca del 9 al 27%, aproximadamente, del peso

total de la fruta, el color de la pulpa y el pellejo varían con la madurez, como también su contenido de carotenoides (Rattaphol *et al.* 2016). El mango representa una importante fuente nutritiva por su contenido de vitaminas y minerales; el contenido promedio de nutrientes por cada 100g de pulpa es proteína 0,7g, carbohidratos totales 16,8g, calcio 10mg, fósforo 13mg, hierro 0,4 mg, sodio 7mg, potasio 189mg, vitamina A 4800UI, tiamina 0,05mg, riboflavina, 0,05mg, niacina 1,1mg, ácido ascórbico 35mg (Tharanathan *et al.* 2006). El mango, se caracteriza por ser una fuente importante de vitamina A y B y contiene cantidades variante de vitamina C (Purseglove, 1974). Su composición depende del cultivar, así como del estado de madurez que tenga (Tharanathan *et al.* 2006). El contenido de ácido ascórbico y la acidez total disminuyen con el desarrollo del fruto, mientras que los carotenoides y azúcares totales aumentan. En cuanto a los azúcares, se tiene fructuosa 2,90, glucosa 1,41 y sacarosa 11,89g, por cada 100g de pulpa. La pulpa presenta concentraciones variables de los aminoácidos libres Alanina, ácido glutámico, histidina, isoleucina, prolina y valina. En la fruta, también se encuentran los carotenoides fitoeno, caroteno y β caroteno (Correa, 2008; Ma *et al.* 2018).

La madurez es un factor importante asociado con la evaluación de la calidad de frutas, como los mangos. Los criterios comunes para juzgar la madurez, incluyen atributos físicos, tales como el color de la piel, la firmeza, el tamaño, la forma y la humedad o los contenidos sólidos; atributos químicos, tales como azúcar, almidón o contenido de ácido; estimación de la etapa de desarrollo y evaluación morfológica. Entre éstos, el color de la piel es reconocido como un índice de madurez aceptable para muchas frutas, como el mango, la frambuesa y la fresa. El color es uno de los factores de calidad más importantes, ya que está estrechamente relacionado con las propiedades químicas y físicas de las frutas (Mim *et al.* 2018). Las propiedades de la textura son factores clave, que influyen en la aceptabilidad de la fruta y el valor agregado de sus productos para el consumidor (Nambi *et al.* 2016). Los principales cambios de textura que dan como resultado el ablandamiento de la fruta se debe a la alteración, mediada por enzimas en la estructura y en la composición de la pared celular, la solubilización o despolimerización parcial o completa de polisacáridos de pared celular, como pectinas y celulosas (Brummell & Harpster, 2001; Lohani *et al.* 2004; Tucker & Grierson, 1987).

Las variables fisicoquímicas durante la maduración permiten determinar en qué tipo de producto se podría utilizar la fruta, ya sea en fresco, jugos, mermeladas, pasabocas secos o frituras. La fritura al vacío es un método eficiente para reducir el contenido de aceite en pasabocas fritos, manteniendo la calidad nutricional del producto y reduciendo el deterioro del aceite; es una tecnología que puede ser utilizado para producir frutas y verduras con el grado necesario de deshidratación, sin oscurecimiento excesivo o abrasador del producto. En las operaciones de freído al vacío, el alimento se calienta por debajo de la presión reducida (<60Torr 8kPa), causando una reducción en los puntos de ebullición del aceite y en la humedad en los alimentos (Da Silva & Moreira, 2008; Crosa *et al.* 2014).

El objetivo de este trabajo fue analizar el comportamiento de las características fisicoquímicas durante la maduración del mango Tommy Atkins, luego de cosechado, para determinar cuál es el estado de maduración adecuado en la elaboración de pasabocas por fritura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Treinta mangos del cultivar Tommy Atkins cultivados en El Espinal (Tolima), a 323m s.n.m., de un día de cosechados, fueron caracterizados durante los nueve días del periodo de post-cosecha, a temperatura ambiente (20-22°C), a través del análisis de características fisicoquímicas de acidez titulable (AT), con NaOH 0,1 N; sólidos solubles totales (SST), por refractometría (Thermo modelo 334610, Escala de 0 a 85°Brix); contenido de humedad utilizando una estufa de secado al vacío (J.P Selecta S.A), según metodo de la AOAC 20,013 de (1980):

$$\% \text{Humedad (bh)} = \frac{\text{peso muestra} - \text{peso muestra seca}}{\text{pesomuestra}} \times 100$$

La actividad de agua (a_w) entre 20 y 30°C, con higrómetro de punto de rocío (AquaLab modelo series 3 TE), marca Decagon, 0,001de sensibilidad; el color fue evaluado con colorímetro (Minolta CR – 10), mediante el sistema CIELAB, con iluminante D65 y 10° para el observador, se tomaron las coordenadas L^* (oscuro – claro), a^* (verde – rojo), b^* (azul – amarillo) y se calculó el ΔE :

$$\Delta E = \sqrt{(L^* - L_0^*)^2 + (a^* - a_0^*)^2 + (b^* - b_0^*)^2}$$

Dónde:

L^* : Valor L muestra del día

L_0^* : Valor L muestra estándar (del día 1)

a^* : Valor a muestra del día

a_0^* : Valor a muestra estándar (del día 1)

b^* : Valor b muestra del día

b_0^* : Valor b muestra estándar (del día 1)

Y para determinar la fuerza de corte necesaria a la rotura, se utilizó un analizador de textura (TA. XT. Plus), en modo de compresión, con fuerza de 5g y distancia de 3mm, con una velocidad de 10mm/s.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La tabla 1 presenta el comportamiento de las variables durante la maduración; una de estas variables, los sólidos solubles totales (grados brix), presenta un incremento desde 11,6 hasta 15,3°Brix, cayendo dentro del resultado obtenido por Elshetawy *et al.* (2016), de 11,33 a 23,67°Brix; esto puede ser por la alteración de la estructura de la pared celular durante el proceso de maduración y como resultado de la hidrólisis enzimática de los carbohidratos (Kays, 1991; Kittur *et al.* 2001). También, se presenta una disminución de la acidez titulable, a medida que el mango madura, desde 2,23 hasta 0,1462, evidenciando que los valores de pH (3,6 a 5,1) estuvieron de acuerdo con los obtenidos de la determinación de la acidez, donde la acidez total, significativamente más alta, fue 0,64 (Elshetawy *et al.* 2016). En la figura 1A, se muestra el resultado del cambio de las coordenadas CIELAB del color, evidenciándose unos cambios leves en cada una de las coordenadas hasta alrededor del sexto día, transmitiendo este comportamiento al ΔE , mostrando que el cambio de color, durante el proceso de maduración del mango, no es un muy buen indicador.

Se encontró una tendencia decreciente en la firmeza durante la maduración, de acuerdo con diferentes investigadores, quienes han informado sobre la reducción de firmeza en varias frutas (Boudhrioua *et al.* 2002; Khorshidi *et al.* 2010; Mizrach, 2000). Al examinar el comportamiento de la textura (fuerza necesaria a la rotura), en la figura 1B, se encuentra que, a partir del día 4, empieza un decremento de la fuerza a la rotura, indicando que el mango ha madurado y que después del octavo día empieza su descomposición, mostrando que la textura es un indicador del estado de maduración del mango. Al observar lo reportado por Elshetawy *et al.* (2016), se encuentra una similitud, ya que establece que el mango madurado presenta una firmeza entre 2,42 y 3,00kgf y, para el caso de esta investigación, el mango muestra una fuerza a la rotura entre 3,5 y

Tabla 1. Comportamiento de °Brix, aw, %H, % acidez y SS/acidez.

día	°Brix	aw	%H	%acidez	SS/acidez
1	11,6	0,992	82,47	2,2347	5,2
2	12,6	0,986	84,06	1,0652	11,8
3	13,7	0,986	84,4	0,9555	14,3
4	14	0,986	87,61	0,7519	18,6
5	14	0,986	87,36	0,5117	27,4
6	14,1	0,986	87,42	0,4386	32,2
7	14,7	0,987	87,58	0,33	44,4
8	14,6	0,989	87,81	0,2652	55,0
9	15,3	0,989	89,52	0,1462	104,5

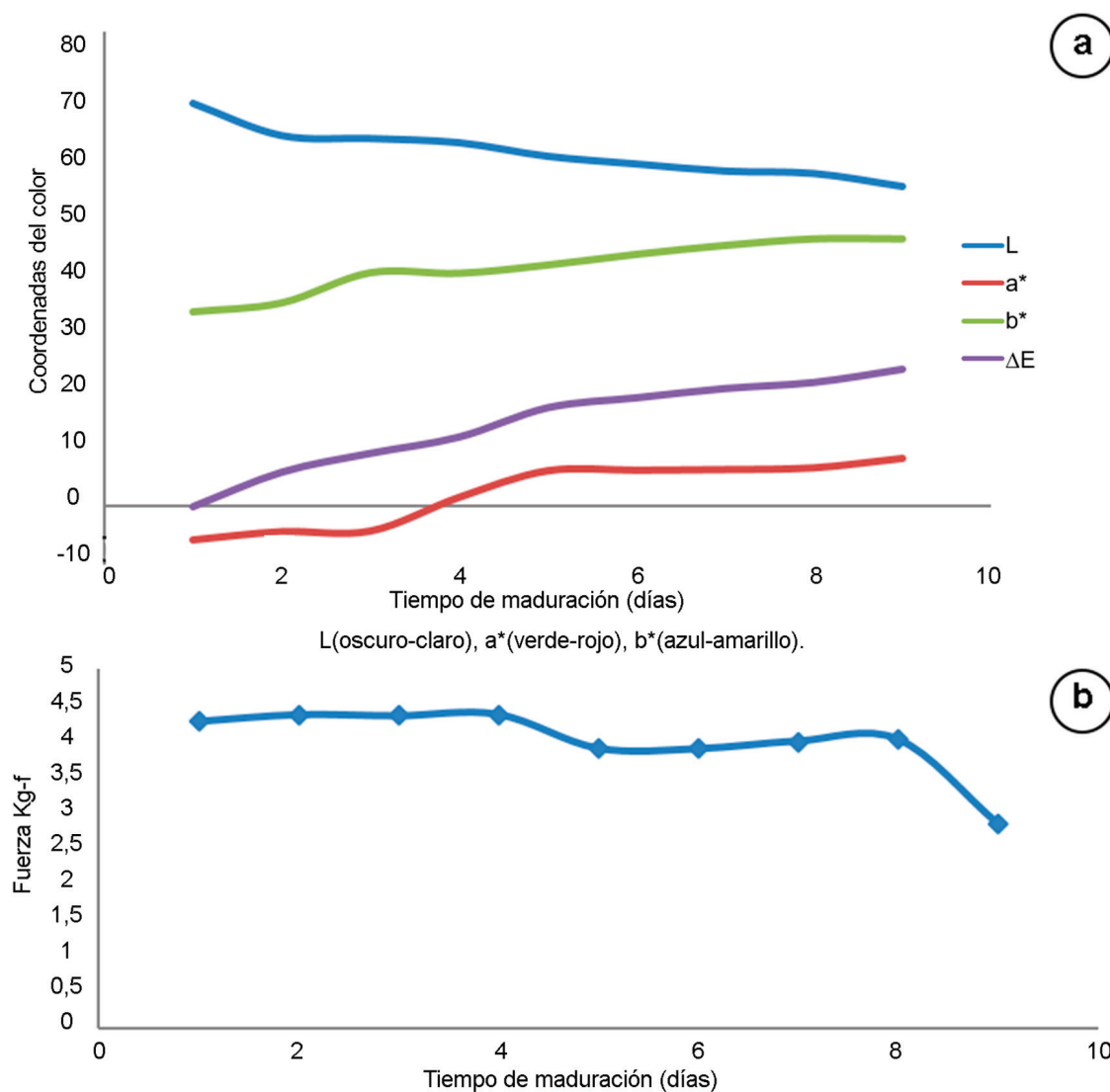


Figura 1. a. Comportamiento de las coordenadas del color; b. Comportamiento de la textura del mango durante la maduración.

3,93kgf. La reducción en la firmeza de la fruta es probable, debido a la alteración en la estructura de la pared celular por degradación de enzimas (p. e. poligalacturonasa), también por degradación del almidón (Nambi *et al.* 2016; Seymour *et al.* 1993) y descomposición de almidón, celulosa y hemicelulosa (Salunkhe & Kadam, 1995).

Se evidencia un decrecimiento en la acidez titulable y un incremento en grados brix, contenido de humedad y relación SS/Acidez, mientras que la actividad de agua sufre un descenso al comienzo, pero luego tiende a ser constante. Se concluye que las características que pueden determinar el grado de maduración del mango serían los sólidos solubles (°Brix) o la textura, debido a que a mayor grado de maduración mayor °Brix y menor fuerza a ruptura.

Evidenciándose que el mejor estado de maduración para la elaboración de pasabocas frito es entre los 4 – 5 días de cosechado, ya que los análisis reportaron que el mango utilizado presenta un contenido de humedad en base húmeda de $87,45 \pm 2,15\%$, actividad de agua $0,986 \pm 0,003$, °Brix $14,26 \pm 0,38$ y fuerza de corte $3,93 \pm 0,060\text{Kg}$ (Villamizar *et al.* 2010).

Conflictos de intereses: El manuscrito fue preparado y revisado con la participación de todos los autores, quienes declaramos que no existe conflicto de intereses que ponga en riesgo la validez de los resultados presentados.

REFERENCIAS

1. AOAC. 1980. Official method 20.013. Moisture in plants. Official Methods of Analysis. AOAC. A. International
2. BOUDHRIOUA, N.; MICHON, C.; CUVELIER, G.; BONAZZI, C. 2002. Influence of ripeness and air temperature on changes in banana texture during drying. *J. Food Eng.* 55:115-121. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00025-0](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00025-0)
3. BRUMMELL, D.; HARPSTER, M. 2001. Cell wall metabolism in fruit softening and quality and its manipulation in transgenic plants. *Plant Molecular Biology.* 47(1-2):311-339
4. CORREA, C. 2008. Riqueza química del mango. *Rev. Universidad Eafit. (Colombia).* 83:79-82
5. CROSA, M.J.; SKERL, V.; CADENAZZI, M.; OLAZÁBAL, L.; SILVA, R.; SUBURÚ, G.; TORRES, M. 2014. Changes produced in oils during vacuum and traditional frying of potato chips. *Food Chemistry.* 146(1):603-607. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.08.132>
6. DA SILVA, P.; MOREIRA, R. 2008. Vacuum frying of high-quality fruit and vegetable-based snacks. *LWT - Food Science and Technology.* 41:1758-1767
7. DESHPANDE, A.B.; CHIDLEY, H.G.; OAK, P.S.; PUJARI, K.P.; GIRI, A.P.; GUPTA, V.S. 2016. Data on changes in the fatty acid composition during fruit development and ripening of three mango cultivars (Alphonso, Pairi and Kent) varying in lactone content. *Data in Brief.* 9:480-491. <https://doi.org/10.1016/j.dib.2016.09.018>
8. ELSHETAWY, H.; MOSSAD, A.; ELHELEW, W.; FARINA, V. 2016. Comparative study on the quality characteristics of some Egyptian mango cultivars used for food. *Annals of Agriculture Science.* 61(1):49-56. <https://doi.org/10.1016/j.aos.2016.04.001>
9. JAGTIANI, J.; CHAN, H.; SAKAI, W. 1988. Tropical fruit processing. Academic Press, Inc. (New York, U.S.A.). p.9-43
10. KAYS, S. 1991. Postharvest physiology of perishable plant products. Van Nostrand Reinhold Book. p.149-316
11. KITTUR, F.S.; SAROJA HABIBUNNISA, N.S.; THARANATHAN, R.N. 2001. Polysaccharide-based composite coating formulations for shelf-life extension of fresh banana and mango. *European Food Research and Technology.* 213(4-5):306-311. <https://doi.org/10.1007/s002170100363>
12. KHORSHIDI, J.; TABATABAEI, M.F.; AHMADI, F.M. 2010. Storage temperature effects on the postharvest quality of apple (*Malus domestica* Borkh. cv. Red Delicious). *New York Science J.* 3(3):67-70
13. LOHANI, S.; TRIVEDI, P.; NATH, P. 2004. Changes in activities of cell wall hydrolases during ethylene-induced ripening in banana: effect of 1-MCP, ABA and IAA. *Postharvest Biology and Technology.* 31(2):119-126. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2003.08.001>
14. MA, X.; YONGLI, B.Z.; XU, W.; WU, H.; WANG, S. 2018. Carotenoid accumulation and expression of carotenoid biosynthesis genes in mango flesh during fruit development and ripening. *Scientia Horticulturae.* 237:201-206. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.04.009>
15. MIM, F.; GALIB, S.; HASAN, M.; JERIN, S. 2018. Automatic detection of mango ripening stages – An application of information technology to botany. *Scientia Horticulturae.* 237:156-163. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.03.057>
16. MIZRACH, A. 2000. Determination of avocado and mango fruit properties by ultrasonic technique. *Ultrasonics* 38:717-722. [https://doi.org/10.1016/S0041-624X\(99\)00154-7](https://doi.org/10.1016/S0041-624X(99)00154-7)

17. NAMBI, V.E.; THANGAVEL, K.; RAJESWARI, K.A.; MANICKAVASAGAN, A. 2016. Texture and rheological changes of Indian mango cultivars during ripening. *Postharvest Biology and Technology*. 117:152-160. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.02.009>
18. NOOR, A.R.; MARIKKAR, J.M.; AMIN, I.; SHUHAIMI, M. 2015. A Review on Food Values of Selected Tropical Fruits' Seeds. *International J. Food Properties*. 18(11):2380-2392. <https://doi.org/10.1080/10942912.2014.980946>
19. PURSEGLOVE, J.W. 1974. *Dicotyledons (Tropical Crops)* ISBN 13: 9780582466661. Publisher: Longman Higher Education.
20. RATTHAPHOL, M.; PEERASAK, CH.; IAN, W. 2016. Changing of physiochemical properties and color development of mango fruit sprayed methyl Jasmonate. *Scientia Horticulturae* 198:70-77. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.11.033>
21. SALUNKHE, D.K.; KADAM, S. 1995. *Handbook of Fruit Science and Technology: Production, Composition, Storage, and Processing*. CRC Press. (USA) 634p.
22. SEYMOUR, G.B.; TAYLOR, J.E.; TUCKER, G.A. 1993. *Biochemistry of Fruit Ripening*. Chapman & Hall. (Netherlands). 454p.
23. THARANATHAN, R.N.; YASHODA, H.M.; PRABHA, T.N. 2006. Mango (*Mangifera indica* L.), "The King of Fruits"—An Overview. *Food Reviews International*. 22(2):95-123. <http://dx.doi.org/10.1080/87559120600574493>
24. TUCKER, G.; GRIERSON, D. 1987. Fruit ripening. *The Biochemistry of Plants*. 12:265-318
25. VILLAMIZAR, R.H.; GIRALDO, G.A.; QUICENO, M.C. 2010. Obtención y caracterización de un pasabocas a partir de una pasta a base de mango mediante fritura por inmersión. *Revista Tumbaga*. 5:149-164