

Efecto del proceso de fritura a vacío sobre la calidad de un pasabocas de mango (*Manguifera indica* L.)

**Effect of vacuum frying process on the quality of a snack of mango
(*Manguifera indica* L.)**

Rafael Humberto Villamizar V.^{1*}, María Cristina Quiceno G.², y Germán Antonio Giraldo G.³

¹Magister en Química, énfasis alimentos. Universidad del Quindío. ²Estudiante Maestría en Química, énfasis alimentos. Universidad del Quindío. ³Director Grupo de Investigación de Agroindustria de Frutas Tropicales, Laboratorio de Diseño de nuevos Productos. Universidad del Quindío. Armenia, Quindío, Colombia.

*Autor para correspondencia: rhvillamizar@uniquindio.edu.co

Rec.: 12.01.11 Acept.: 28.02.12

Resumen

El consumo cada vez más creciente de pasabocas ha estimulado la búsqueda de procesos para mejorar su calidad. En este estudio se evaluó el comportamiento de los parámetros de calidad de un pasabocas frito hecho con mango (*Manguifera indica* L.), utilizando vacío sobre una pasta elaborada con ese fruto. El proceso de fritura se realizó aplicando diferentes presiones de vacío (0.4, 0.5, 0.6 bar), temperaturas (100, 110 y 120 °C) y tiempos (30, 45, 60, 75 y 90 seg). Los resultados mostraron que el vacío mejora las características de calidad del producto ya que los contenidos de grasa y humedad fueron muy bajos, la actividad de agua fue menor, la textura fue adecuada para las exigencias del mercado y el color presentó cambios muy pequeños en relación con los de la pasta. El mejor tratamiento fue 0.5 bar de presión, 110 °C de temperatura y 90 seg de inmersión.

Palabras clave: Color, fritura, grasa, humedad, mango, temperatura, textura.

Abstract

The latest trends in consumption of snacks, have led to the search for processes that enhance the quality of snack. The aim of this study was to observe the behavior of quality parameters of a fried snack made from mango (*Manguifera indica* L.), using vacuum on a base of mango pulp and starch, in their preparation. The frying process was carried out using different vacuum pressures (0.4, 0.5, 0.6 bar), temperatures (100, 110 and 120 °C) and times (30, 45, 60, 75 and 90s.) The results showed that the vacuum improves the quality characteristics of the snacks, finding a fat and very low humidity contents, lower water activity, and texture, according to market products and a small color variation with respect to paste color. The best treatment was to 0.5 bar, 110 °C y 90s of immersion time.

Key words: Colour, fat, frying, mango, moisture, temperature, texture.

Introducción

El mango (*Mangifera indica* L.) es una fruta conocida y de alto consumo, el cual se realiza en forma fresca, jugos, mermeladas y pasabocas secos (Villamizar y Giraldo, 2010). De esta fruta existen variedades como Tommy Atkins, Haden, Manzana y Kent, entre otras. En 100 g de este fruto se encuentran, en promedio, 0.7 g de proteína, 16.8 g de carbohidratos totales, 10 mg de calcio, 13 mg de fósforo, 0.4 mg de hierro, 7 mg de sodio, 189 mg de potasio, 4.800 UI de vitamina A, 0.05 mg de tiamina, 0.05 mg de riboflavina, 1.1 mg de niacina, y 35 mg de ascórbico.

La fritura es una operación compleja ampliamente utilizada en la industria alimentaria. Durante el proceso, el alimento es sumergido en aceite a una temperatura por encima del punto de ebullición del agua con el fin de generar un contraflujo de vapor (burbujas) con el aceite en la superficie del alimento (Bouchon *et al.*, 2003). Esta operación genera productos con cualidades organolépticas (color, textura y sabor) demandadas y apreciadas por los consumidores; no obstante estos productos presentan altos contenidos de grasa no aptos para el consumo (USDA, 2008). Además de los efectos causados sobre la salud por el consumo de aceites y grasa saturada, se presentan otros efectos no deseables derivados de las altas temperaturas que participan en el proceso de fritura y la exposición a oxígeno como son la degradación de importantes compuestos nutritivos y la generación de moléculas tóxicas (acrilamida) en el producto alimenticio o en el aceite de fritura (Fillion y Henry, 1998). Para reducir el contenido de grasa sin perder cualidades sensoriales se han propuesto numerosas operaciones complementarias o alternativas a los procesos de fritura (Mellema, 2003; Ziiaifar *et al.*, 2008), una de ellas consiste en reducir la presión trabajando en condiciones de vacío con el fin de reducir el punto de ebullición del agua de los alimentos y eliminarla a bajas temperaturas (Mir-Bel *et al.*, 2009). Se ha comprobado que, además de reducir el contenido final de grasa (Garayo y Moreira, 2002), los productos fritos a vacío presentan otras ventajas, como un contenido muy bajo de acrilamida (Granda *et al.*, 2004) y una mejor calidad organoléptica y nutritiva

(Shyu y Hwang, 2001; Da Silva y Moreira, 2008; Troncoso *et al.*, 2009).

El proceso de fritura implica transferencia de masa y calor simultáneamente, lo que ocasiona importantes cambios microestructurales, tanto en la superficie como en la masa del producto. La transferencia de calor genera la desnaturalización de la proteína, la gelatinización del almidón, la vaporización del agua, la formación de corteza y el desarrollo de color, fenómenos típicos de los efectos combinados de múltiples reacciones químicas. La transferencia de masa se caracteriza por el intercambio de compuestos como agua y otros materiales solubles ocluidos en el almidón, lo que permite la penetración del aceite en los alimentos (Mir-Bel *et al.*, 2009).

La absorción del aceite no está claramente explicada debido a las múltiples variables que intervienen, como son la estructura inicial del producto, los intercambios diversos entre el producto y el medio de calentamiento, la variación de productos y las propiedades del aceite, las reacciones químicas, la interacción entre los constituyentes de los alimentos y los lípidos oxidados, así como la hidrólisis de las grasas de fritura de alimentos ocasionada por la humedad (Velasco *et al.*, 2008). El objetivo de este estudio fue observar el efecto del proceso de fritura al vacío sobre el comportamiento de la calidad del pasabocas de mango (textura, color, porcentaje de humedad, actividad de agua y contenido de grasa) con el fin de definir las mejores condiciones de temperatura, tiempo y presión del proceso de fritura.

Materiales y métodos

Se utilizaron mangos de la variedad Tommy Atkins (*Mangifera indica* L.) entre seis y ocho días de cosechados, con 14 - 15 °brix medidos en un refractómetro de mesa según AOAC 932.12, los mangos provenían del departamento del Tolima y fueron adquiridos en el mercado de Armenia (Quindío) a 1480 m.s.n.m. y 640 mmHg de presión atmosférica.

Caracterización y preparación de la pasta

Los mangos seleccionados se caracterizaron durante la poscosecha a través de análisis fisicoquímicos de sólidos solubles (°brix), porcentaje de humedad (bh), actividad de

agua (a_w), porcentaje de acidez, contenido de almidón, color y textura.

Con los resultados preliminares de caracterización, los mangos fueron lavados, pelados y despulpados manualmente para tomar 230 g de pulpa, los cuales se homogenizaron en una licuadora durante un minuto hasta alcanzar una textura tipo puré. A continuación se adicionaron 46g de una mezcla de almidón y harina de trigo (4:1), luego se homogenizó nuevamente para llenar moldes circulares de 2 mm de espesor y 4 cm de diámetro, los cuales fueron puestos en refrigeración a 7 °C y 21% de HR durante 48 horas.

Proceso de fritura

La pasta, una vez extraída del molde, se sometió al proceso de fritura en un equipo adaptado para tal fin, consistente en un marco metálico provisto de un vaso de precipitado de 250 ml de capacidad de aceite, un sistema de poleas para la inmersión y una canastilla porta muestra. Posteriormente se ubicó dentro de una estufa de vacío y se procedió a la inmersión de la muestra mediante el uso de imanes. Para cada prueba, el aceite de palma en estufa se llevó a las temperaturas de proceso (100, 110 y 120 °C), luego el sistema se ajustó a la correspondiente presión de vacío (0.4, 0.5 y 0.6 bar) antes de sumergir la pasta y freír en periodos determinados de 30, 45, 60, 75 y 90 segundos, cinética que se empleó en la determinación del cambio de las características de calidad. El pasabocas se retiró y se procedió a extraer la grasa superficial con papel absorbente, teniendo en cuenta la relación pasta-aceite de 1:15 peso: volumen.

Los tratamientos se repitieron tres veces y las muestras se analizaron por triplicado para porcentaje de humedad (%bh), actividad de agua, color, textura (crujencia) y grasa (%).

Análisis fisicoquímico

Los contenidos de humedad en el mango, la pasta y el pasaboca se determinaron en una estufa de secado al vacío (J.P Selecta S.A) de acuerdo con el metodo de la AOAC 20,013 de 1980 (A.O.A.C.,1980), de la forma siguiente:

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

Las determinaciones de la actividad del agua (a_w) se midieron directamente a temperatura ambiente (entre 20 °C y 30 °C), empleando un higrómetro de punto de rocío (AquaLab modelo series 3 TE) marca Decagon, con 0.001de sensibilidad. La determinación del color se realizó con un colorímetro (Minolta CR – 10) para evaluar cambios de esta propiedad en el fruto, la pasta y el pasaboca, mediante el sistema Cielab, con iluminante D65 y 10° para el observador. A continuación se tomaron los valores de las coordenadas: L^* (oscuro - claro), a^* (verde - rojo), b^* (azul - amarillo) y se calculó la diferencia de color con respecto a la pasta, representado por el ΔE , según la ecuación siguiente:

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

donde:

L^* = Valor L muestra del tratamiento.

L_0^* = Valor L muestra estándar.

a^* = Valor a muestra del tratamiento.

a_0^* = Valor a muestra estándar.

b^* = Valor b muestra del tratamiento.

b_0^* = Valor b muestra estándar.

Para determinar la fuerza de quiebre necesaria en el mango, la pasta y el pasaboca, se utilizó un analizador de textura (TA . XT. Plus) en modo de compresión, con fuerza de 5 g, distancia de 3 mm y velocidad de 10 mm/seg (*fracturability of tortilla chips*).

El contenido de grasa en la pasta y el pasabocas se determinó utilizando un detector de grasas (DET – GRAS P Selecta) mediante el método DG - 01(sin hidrólisis) que se reporta en el manual del equipo, según la ecuación:

$$\%grasa = \frac{\text{Peso de vaso con grasa} - \text{Peso de vaso vacío}}{\text{Peso muestra}} \times 100$$

Análisis estadístico

Los datos para el análisis fueron organizados utilizando el sistema Statgraphics Plus 5.1 (Statgraphics, 2001) para evaluar el efecto de los diferentes tratamientos sobre las características del pasabocas. Estos efectos fueron direccionados utilizando el análisis de varianza (ANOVA) para una significancia de

$P < 0.05$. El diseño experimental usado fue arreglo factorial desbalanceado, en el cual se tuvieron cinco niveles de tiempo (30, 45, 60, 75 y 90 s), tres niveles de temperatura (100, 110 y 120 °C) y tres niveles de presión de vacío (0.4, 0.5 y 0.6 bar) con la estructura del modelo siguiente:

$$Y_{ijs} = \mu + t_i + T_j + P_s + txT_{ij} + txP_{is} + TxP_{js} + txTxP_{ijs} + \varepsilon_{ijs}$$

donde:

- μ : media general.
- t_i : i-ésimo nivel de tiempo en segundos.
- T_j : j-ésimo nivel de temperatura en °C.
- P_s : s-ésimo nivel de presión de vacío en bar.
- txT_{ij} : interacción de primer orden entre tiempo y temperatura.
- txP_{is} : interacción de primer orden entre tiempo y presión.
- TxP_{js} : interacción de primer orden entre temperatura y presión.
- $txTxP_{ijs}$: interacción de segundo entre los tres factores.
- ε_{ijs} : error experimental asociado con los tres factores.

Además, para efectos de comparación, se llevaron a cabo pruebas de Tukey con un nivel de confianza de 95%.

Resultados y discusión

Caracterización del fruto

Los análisis mostraron que el fruto de mango utilizado en el estudio tenía un contenido de humedad en base húmeda de $87.45 \pm 2.15\%$, una actividad de agua de 0.986 ± 0.003 , un °brix de 14.26 ± 0.38 , una fuerza de corte de 3.93 ± 0.060 kg_f, un contenido de grasa de $0.00169 \pm 0.00018\%$, resultados que coinciden con los hallados por Stafford (1983).

Caracterización del pasabocas

Los resultados del ANOVA para todas las variables del pasabocas estudiadas aparecen en el Cuadro 1. Se observa que la relación de los factores con dichas variables es significativa y que a partir de este análisis no existe un tratamiento que se pueda definir como el mejor. Por este motivo, se analizaron cada una de las características fisicoquímicas del pasabocas por separado en cuanto al cambio experimentado en la presión de vacío a la que se realizó cada tratamiento.

Contenido de humedad

Los resultados mostraron que la presión, la temperatura y el tiempo de tratamiento influyeron en el contenido de humedad del pa-

Cuadro 1. Análisis de varianza para el efecto tratamientos sobre algunas propiedades de pasabocas de mango.

Fuente de variación (tratamientos)	Contenido de grasa (%)	Contenido de humedad (%bh)	ΔE	Punto de corte (kg _f)	a_w
Modelo	0.0002	0.0000001	0.0001	0.0059	0.0000001
Presión	0.0000003	0.0000002	0.0000002	0.0005	0.0000001
Temperatura	0.0000002	0.0000001	0.0000001	0.0049	0.00000005
Tiempo	0.0002	0.0119	0.1008	0.0109	0.1329
Presión x temp.	0.0000001	0.0000001	0.0000001	0.0000003	0.00000002
Presión x tiempo	0.0231	0.0000001	0.0003	0.0032	0.0000001
Temp. x tiempo	0.0021	0.1649	0.0716	0.0022	0.0000001
Presión x temp. x tiempo	0.1473	0.1309	0.0074	0.024	0.00000002
Mejor tratamiento	0.6-110-60	0.6-120-75	0.5-110-45	0.5-110-90	0.5-110-90
Peor tratamiento	0.5-100-30	0.4-100-30	0.6-120-90	0.4-110-90	0.4-100-30

$P < 0.05$ significativo, confiabilidad de 95%.

$P < 0.01$ altamente significativo, confiabilidad de 99%.

sabocas ($P < 0.05$) en las diferentes presiones de vacío evaluadas (Figura 1). Para cada uno de los tratamientos el contenido de humedad disminuyó con el aumento de la presión de vacío; lo mismo ocurrió al aumentar la temperatura y el tiempo de fritura. Inicialmente, la celeridad de pérdida de agua fue alta debido a su contenido en la superficie del pasabocas y se aceleró al aumentar la presión de vacío por

el aumento de la fuerza. No obstante, a mayores tiempos de fritura la pérdida de humedad fue más lenta, debido en parte, a los cambios microestructurales que ocurren durante los primeros pasos de la presurización los cuales afectan el escape de agua desde la superficie. Además, por el presecado (refrigeración) se presenta una baja concentración de agua disponible y se forman costras que imponen una

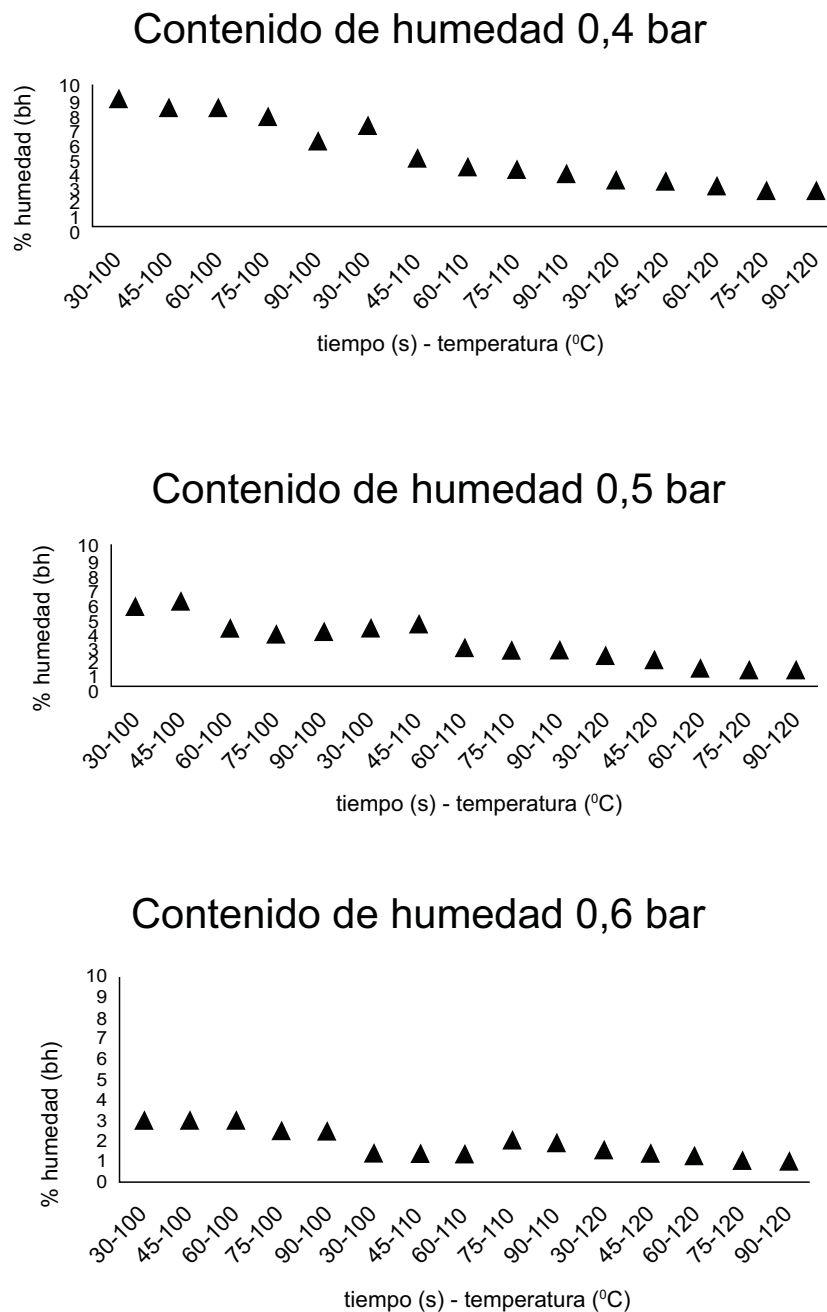


Figura 1. Contenidos de humedad en pasabocas de mango Tommy Atkins bajo tres presiones de vacío y tiempos x temperatura variables.

resistencia inicial más alta a la fuga (Mariscal y Bouchon, 2008).

Actividad de agua (a_w)

En el Cuadro 1 se muestra que la a_w es afectada por la presión de vacío y la temperatura ($P < 0.05$), mientras que el efecto del tiempo de tratamientos es bajo ($P > 0.05$). En la Figura

2 se observa el comportamiento de la actividad del agua presente en el pasabocas frito en cada uno de los tratamientos. Los niveles observados son relativamente bajos, lo cual favorece la conservación del producto y evita la oxidación y la proliferación de microorganismos perjudiciales, los cuales disminuyen con el aumento de la temperatura y su número

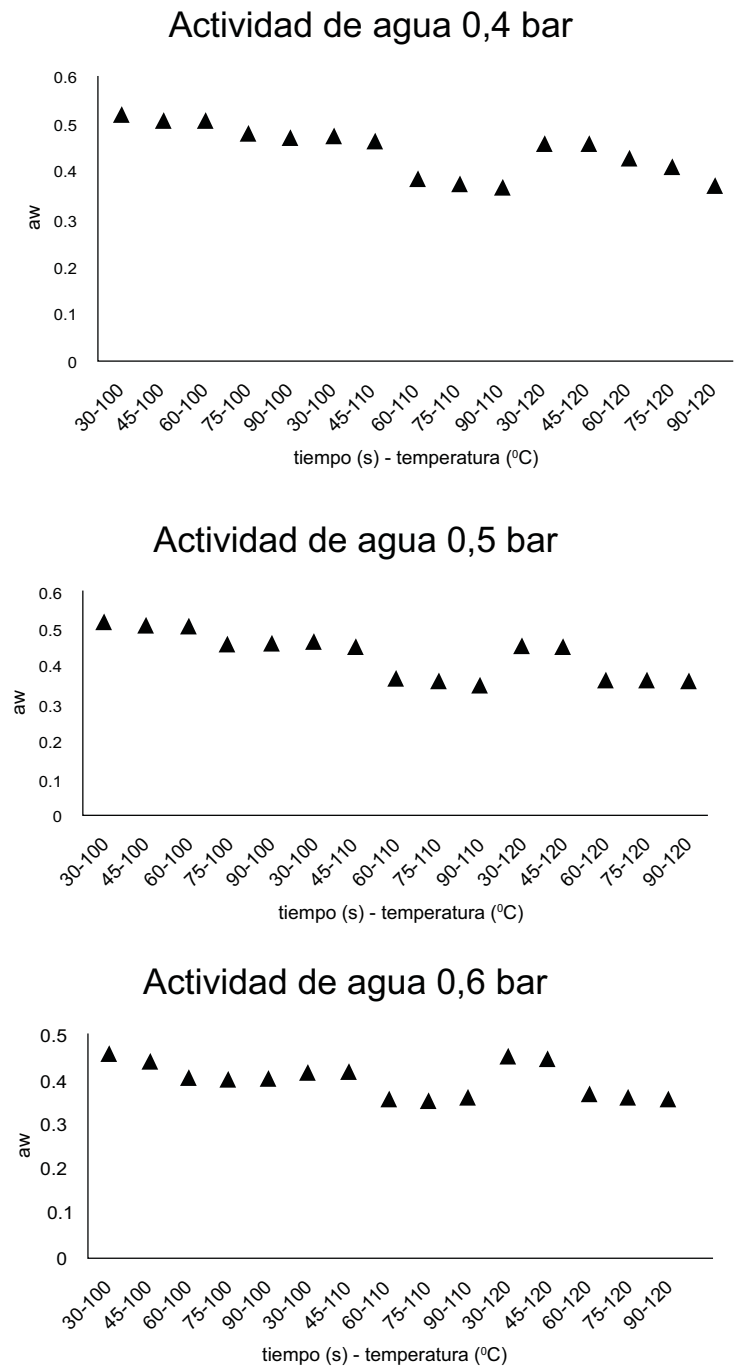


Figura 2. Actividad del agua en pasabocas de mango Tommy Atkins bajo tres presiones de vacío y tiempos x temperatura variables.

tiende a estabilizarse con el tiempo. Igualmente, se observa que aunque la actividad del agua alcanza bajos niveles, el cambio de la presión de vacío tiene escasa influencia en su variación, lo cual puede ser debido a que en la fritura al vacío, la temperatura de ebullición del agua disminuye (Mir-Bel *et al.*, 2009) eliminando con ello un alto volumen de agua libre.

Color

El color en el pasabocas fue afectado por la temperatura y la presión de vacío ($P < 0.05$) pero no por la cinética originada por la temperatura y el tiempo ($P > 0.05$) (Cuadro 1). Los cambios de color (ΔE) con respecto al de la pasta para cada uno de los tratamientos se presentan en la Figura 3. El cambio es representado por el aumento de ΔE que presenta

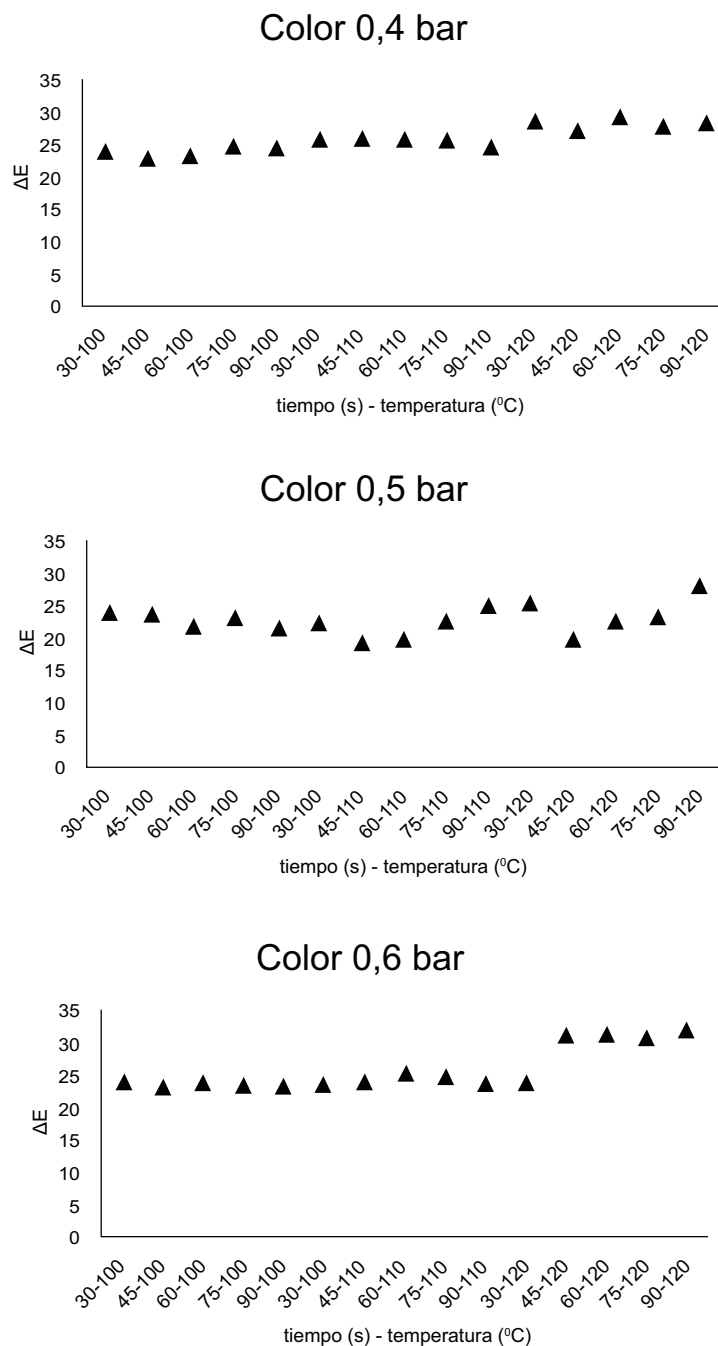


Figura 3. Cambios en color de pasabocas de mango Tommy Atkins bajo tres presiones de vacío y tiempos x temperatura variables.

una leve variación debido a que en los tratamientos de presión de vacío la temperatura de trabajo es relativamente baja, por lo cual no se presentan los productos de Amadori que favorecen las melanoidinas. En frituras a presión atmosférica el oscurecimiento es muy notable, ya que requieren temperaturas mayores a 150 °C (Pokorny, 1999) que causan cambios químicos generadores de acrilamida (Fillion y Henry, 1998). El método de fritura

al vacío evita la generación de acrilamida y de compuestos causantes de colores oscuros propios de la reacción de Maillard, debido a la ausencia de oxidación durante el proceso (Da Silva y Moreira, 2008).

Textura

Esta característica fue afectada por los tratamientos aplicados ($P < 0.05$) (Figura 4). Como resultado de los cambios de la pre-

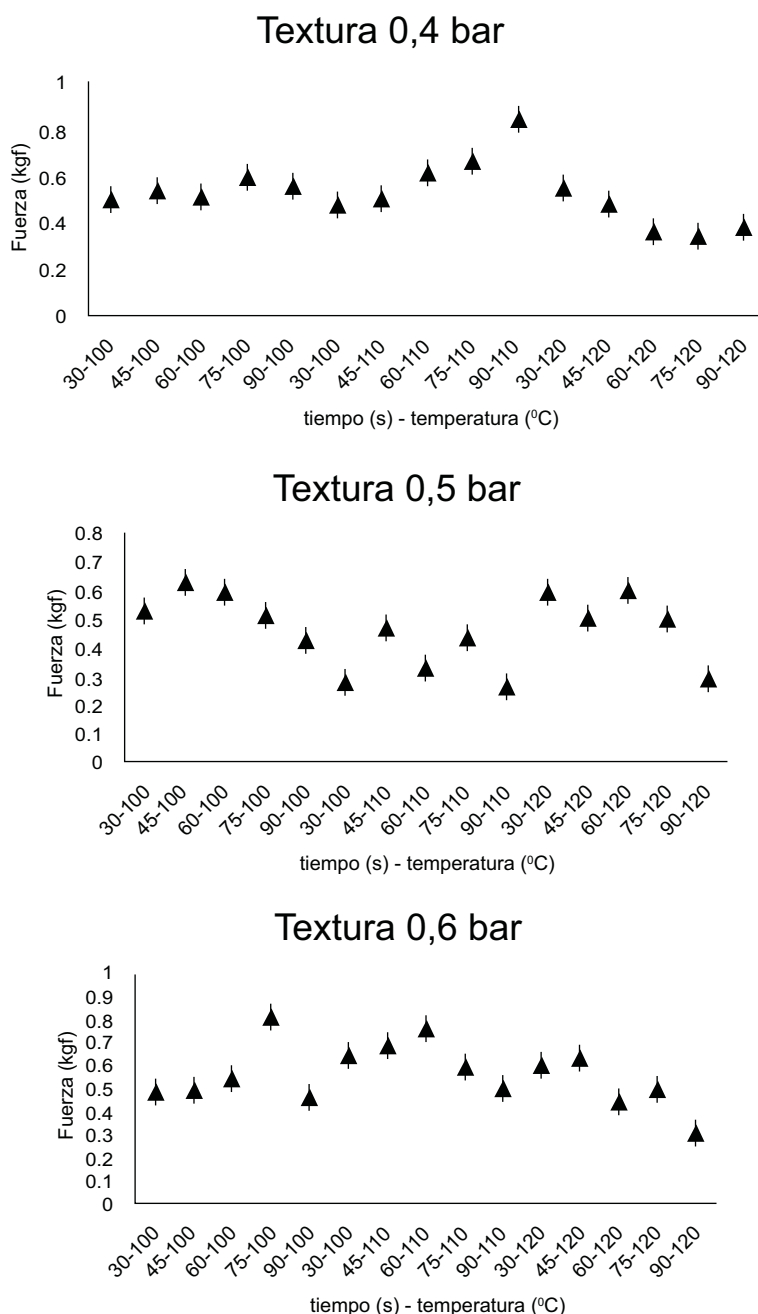


Figura 4. Cambios en textura de pasabocas de mango Tommy Atkins bajo tres presiones de vacío y tiempos x temperatura variables.

sión de vacío, la textura presentó una alta variabilidad en los diferentes tratamientos, lo que no permite determinar su influencia en la reducción de la fuerza necesaria para romper el pasabocas, mostrando una variación representativa al aumentar el tiempo y la temperatura. Lo anterior como resultado de la rápida gelatinización de los gránulos de almidón en contacto con el aceite caliente y la

transformación de su estructura superficial en una corteza crujiente (Pokorny, 1999).

Contenido de grasa

La presión de vacío, la temperatura y el tiempo en el proceso de fritura afectan el comportamiento del contenido de grasa ($P < 0.05$). En la Figura 5 se observa que a medida que la presión de vacío aumenta junto con la tem-

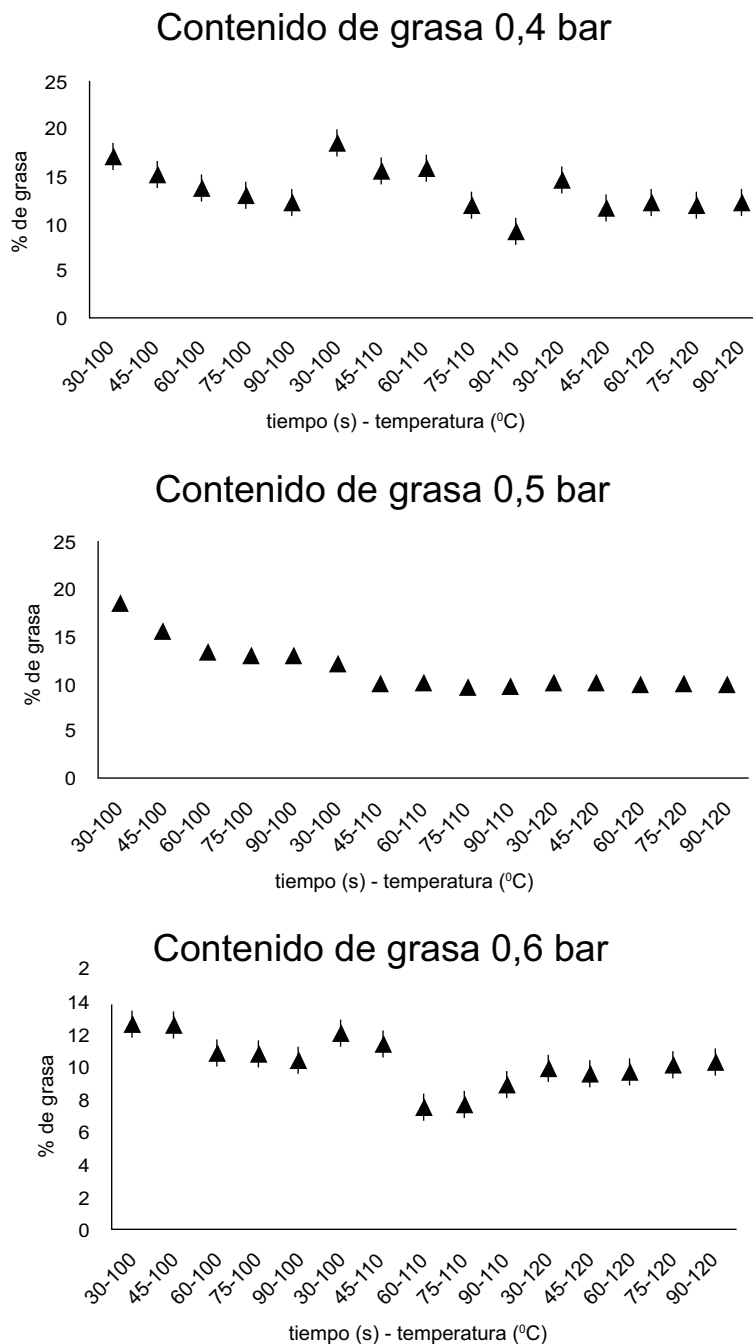


Figura 5. Contenidos de grasa (%) de pasabocas de mango Tommy Atkins bajo tres presiones de vacío y tiempos x temperatura variables.

peratura, el contenido de grasa disminuye y se estabiliza en el tiempo de proceso. El comportamiento del contenido de grasa en el pasabocas presenta dos etapas definidas. En la primera, o fritura propiamente, la alta temperatura produce una evaporación parcial del agua removida del interior del pasabocas, siendo remplazada parcialmente por aceite, esta evaporación es intensa debido a que la presión de vacío incrementa la velocidad de transferencia de masa y calor, lo cual resulta del descenso en el punto de ebullición del agua (76 °C a 86 °C). La segunda etapa, pre-

surización, se presenta cuando el pasabocas se saca del aceite, aumentando rápidamente la presión y la temperatura de los poros, lo cual genera la adherencia del aceite en la superficie del pasabocas y su penetración en él (lo que es conocido como efecto esponja) hasta que la presión en los poros se encuentre en equilibrio con la presión atmosférica (Troncoso *et al.*, 2009).

Mejor tratamiento

La combinación de los mejores tratamientos en cada presión de vacío para las características evaluadas se incluyen en la Figura 6.

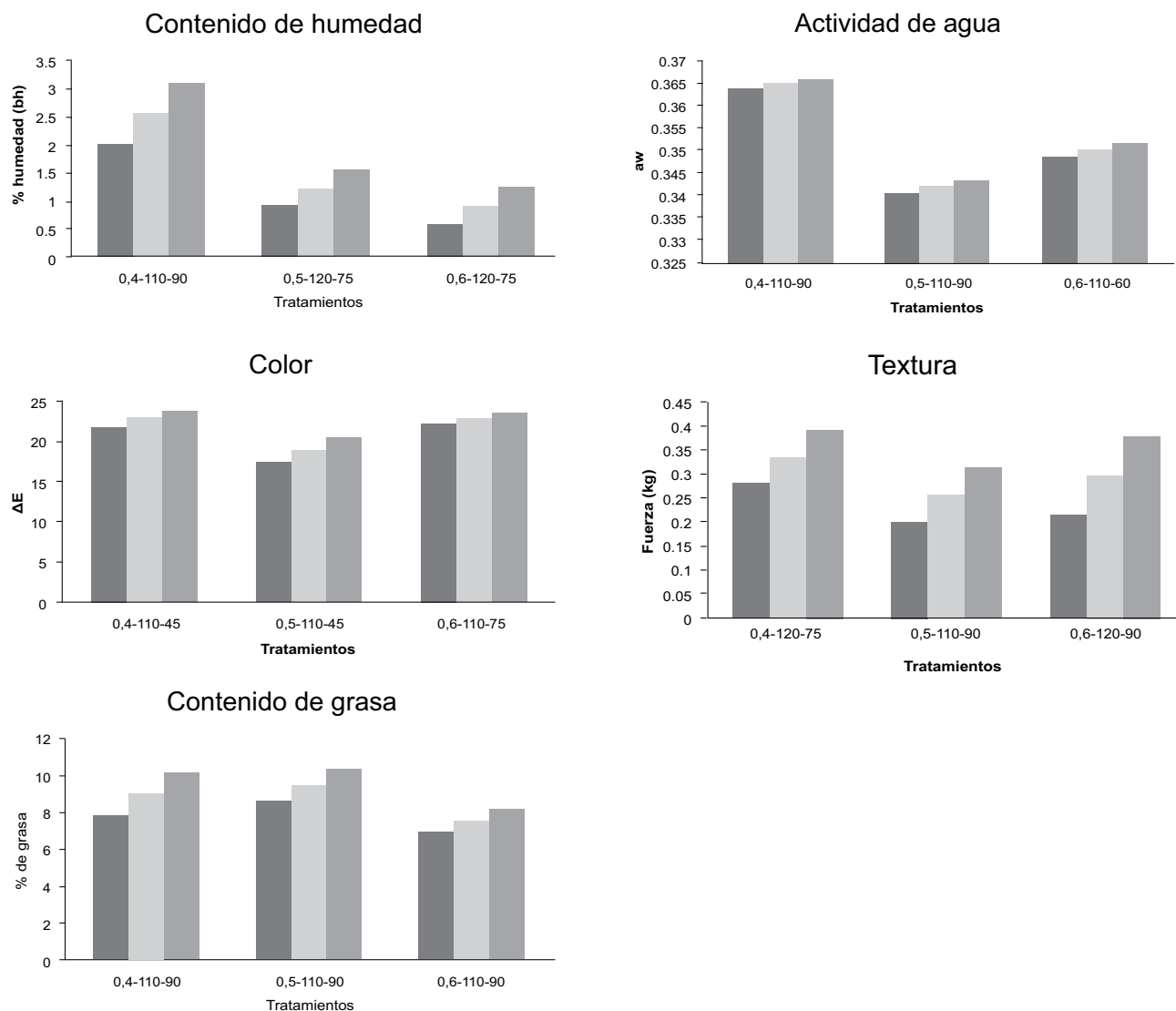


Figura 6. Mejores combinaciones de tratamientos para pasabocas de mango Tommy Atkins bajo tres presiones de vacío y tiempos x temperatura variables.

Se observa que el mejor comportamiento en textura, actividad de agua y color ocurre a 0.5 bar de presión de vacío (-0.5 bar), mientras que el contenido de grasa y de humedad ocurre a 0.6 bar de presión de vacío (-0,6 bar); en consecuencia la presión de vacío de 0.4 bar es muy baja para obtener un pasabocas de buenas características. La diferencia entre el contenido de grasa a 0.5 bar frente a 0.6 bar no fue significativa, al igual que la diferencia entre el contenido de humedad a 0.5 bar frente al contenido a 0.6 bar. Por lo tanto, el tratamiento más adecuado consiste en una presión de vacío de 0.5 bar, 110 °C de temperatura y un tiempo de inmersión de 90 segundos.

Conclusiones

- La presión de vacío afecta en forma positiva las características de calidad del pasabocas frito de mango lo cual hace que resulte crujiente, de color agradable y similar al del fruto, con bajo contenido de grasa y una humedad adecuada para su conservación.
- Las mejores características del pasabocas frito fueron color ($\Delta E = 19 \pm 1.5635$), textura (fuerza de quiebre = 0.256367 ± 0.005736), contenido de grasa (%grasa = 9.4995 ± 0.8744), contenido de humedad (porcentaje de humedad bh = 1.25 ± 0.3037) y actividad de agua ($a_w = 0.342 \pm 0.0014$) características obtenidas a presión de vacío de 0.5 bar, 110 °C de temperatura y un tiempo de inmersión de 90 segundos.
- Las características del pasabocas lo sitúan con valores mejores a los de un pasabocas tradicional, los cuales presentan contenido de humedad menor del 4% y contenido de grasa menor al 30% (Rodríguez *et al.*, 1999).

Referencias

- A.O.A.C. 1980. Método oficial 20.013. Humedad en plantas. Métodos oficiales de análisis AOAC. A Internacional.
- Bouchon, P.; Aguilera, J. M.; y Pyle, D. L. 2003. Structure oil-absorption relationships during deep-fat frying. *Journal. Food Science.* 68:2711 - 2716.
- Da Silva, P. F.; y Moreira, R. G. 2008. Vacuum frying of high-quality fruit and vegetable-based snacks. *LWT - Food Science Technology.* 41:1758 - 1767.
- Fillion, L. y Henry, C. J. 1998. Nutrient losses and gains during frying: A review. *International Journal of Food Science and Nutrition*, 49(2):157 - 168.
- Garayo, J. y Moreira, R. 2002. Vacuum frying of potato chips. *Journal of Food Engineering.* 55(2):181 - 191.
- Granda, C.; Moreira, R. G.; y Tichy, S. E., 2004. Reduction of acrylamide formation in potato chips by low-temperature vacuum frying. *Journal of Food Science*, 69 (8):E405 - E411.
- Mariscal, M. y Bouchon, P. 2008. Comparison between atmospheric and vacuum frying of apple slices. *Food Chemistry.* 107:1561 - 1569.
- Mellema, M. 2003. Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Food Sci. Technol.* 14:364 - 373.
- Mir-Bel, J.; Oria, R.; y Salvador, M. L. 2009. Influence of the vacuum break conditions on oil uptake during potato post-frying cooling. *Journal. Food Engineering. Laboratory of Vegetal Food, University of Zaragoza, Miguel Servet 177, 50013 Zaragoza, Spain. Journal homepage: www.elsevier.com/locate/jfoodeng*
- Pokorny, J. 1999. Changes of nutrients at frying temperatures. En: Boskou, D. y Elmalfa, I. (eds.). *Frying of Food Technomic Publishing Co. Lancaster.* p. 69 - 103.
- Rodriguez, C.; Vitrac, O; y Dufour, D. 1999. Caracterización del proceso de fritura de chips de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) Estudio de algunas variables de proceso. *GeoTropica Revista del área de recursos naturales* 4: 68 - 79.
- Shyu, S. y Hwang, L. S. 2001. Effects of processing conditions on the quality of vacuum fried apple chips. *Food Research International.* 34: 133 - 142.
- Stafford, A. E. 1983. Mango. handbook of tropical foods. En: H.T. Chan, Jr. (ed.). Marcel Dekker, Inc., Nueva York. p. 399 - 431.
- Statgraphics. 2001. Disponible en: <http://www.statgraphics.com>
- Troncoso, E.; Pedreschi, F.; y Zuñiga, R. N. 2009. Comparative study of physical and sensory properties of pre-treated potato slices during vacuum and atmospheric frying. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie. Food Science and Technology.* 42:187 - 195.
- USDA (U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service). 2008. USDA national nutrient database for standard reference. Release 21. Nutrient data laboratory home. Page, <http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/ndl>.

- Velasco, J.; Marmesat, S.; y Dobarganes, C.; 2008. Chemistry of frying. En: Sahin, S. y Sumnu, S.G. (eds.). *Advances in Deep-fat Frying of Foods*. CRC Press, Boca Raton, Fla. p. 33 - 56.
- Villamizar, R. y Giraldo, G. 2010. Obtención y caracterización de un pasabocas a partir de una pasta a base de mango mediante fritura por inmersión. *Rev. Tumbaga UT* 5:149 - 164.
- Ziaiiifar, A. M.; Achir, N.; Courtois, F.; Trezzani, I.; y Trystram, G., 2008. Review of mechanisms, conditions, and factors involved in the oil uptake phenomenon during the deep-fat frying process. *International Journal of Food Science and Technology*. 43(8):1410 - 1423.