

Efecto de la temperatura y tiempo de fritura sobre propiedades físicas de aros de cebolla

Effect of temperature and frying time on the physical properties of onion rings

Valentina Pinto-Buitrago*, Daniel Vargas-Alzate*, Laura Sofía Torres-Valenzuela**, Johanna Andrea Serna-Jiménez***, Alejandra Sanín-Villarreal****

* Facultad de Ingeniería, Programa de Ingeniería Agroindustrial, Universidad La Gran Colombia. Correspondencia: saninvilalejandra@miugca.edu.co

** Ingeniera Agrícola, Maestría en Ingeniería de Alimentos. (e) PhD. Química Fina. Docente Facultad de Ingeniería, Universidad La Gran Colombia.

*** Ingeniería Agroindustrial, Maestría en Diseño y Gestión de Procesos. (e) PhD. Biociencias y Ciencias Agroalimentarias. Docente Facultad de Ingeniería, Universidad La Gran Colombia.

**** Ingeniera Agroindustrial, Maestría en Ingeniería: Biotecnología. Investigadora Facultad de Ingeniería, Universidad La Gran Colombia

Resumen

En los últimos años las tendencias en el sector alimentario se han inclinado hacia los productos listos para el consumo, segmento en el cual, la cebolla mediante un proceso de fritura podría impactar a la población; sin embargo, las propiedades y los atributos sensoriales percibidos por los consumidores, están atribuidos a las características físicas del alimento, las cuales están directamente relacionadas con las condiciones de proceso. Por lo tanto, el objetivo del trabajo fue determinar el efecto de la temperatura y el tiempo de fritura sobre las propiedades físicas de aros de cebolla. A partir del diseño experimental realizado en el alimento frito previamente apanado, se encontró que ambos factores evaluados tienen un efecto significativo sobre las variables de respuesta, textura y color, lo cual puede ser debido a los cambios estructurales acelerados que dan lugar a la formación de la costra y a las reacciones no enzimáticas generadas entre los azúcares y aminoácidos presentes en el vegetal, a altas temperaturas, brindando un color característico al alimento.

Palabras clave: Allium cepa L., color, fritura, textura, cebolla.

Doi: <http://10.18634/ugcj.23v.0i.575>

Recibido: 12/12/2016

Revisado: 20/03/2017

Aceptado: 10/12/2017

Correspondencia de autor:
saninvilalejandra@
miugca.edu.co

© 2017 Universidad La Gran Colombia. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia Creative Commons Attribution License, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que el autor original y la fuente se acrediten.

Cómo citar:

Pinto-Buitrago, V., Vargas-Alzate, D., Torres-Valenzuela, L.F., Serna Jiménez, J.A., Sanín-Villarreal A. (2017) Efecto de la temperatura y tiempo de fritura sobre propiedades físicas de aros de cebolla. *UGCiencia*, 23, 1-6.



Abstract

In recent years, trends in the food sector have tended towards products ready for consumption, a segment in which the onion by frying process could impact the population; however, the properties and sensory attributes perceived by consumers are attributed to the physical characteristics of the food; that are directly related to the process conditions. Therefore, the objective was to determine the effect of temperature and frying time on the physical properties of onion rings. From the experimental design realized in the pre-breaded fried food, it was found that both evaluated factors have a significant effect on the response variables, texture and color; which can be due to accelerated structural changes that lead to the formation of the scab, and non-enzymatic reactions generated between sugars and amino acids in the vegetable, at high temperatures, providing a characteristic color to the food.

Keywords: *Allium cepa* L., Colour, Frying, Texture, onion.

Introducción

La cebolla es uno de los vegetales más consumidos en el mundo, con una ingesta per cápita de 6 kg por año (Page, Gonzalez-Buesa, Ryser, Harte y Almenar 2016). En Colombia hay más de 12000 hectáreas sembradas con una producción superior a 260000 toneladas en el año 2014 y una tasa de crecimiento anual del 0.7% (MADR, 2015).

Debido a que este vegetal tiene múltiples formas de consumo (Casanoves, 2007), y a que en la última década se ha incursionado en la tendencia de productos listos para consumir, a causa del cambio en el estilo de vida de la población (Page *et al.*, 2016), se han desarrollado alimentos para este segmento de mercado a partir de la cebolla; entre los que se encuentran los chips (Garcés, 2013) o aros de cebolla, los cuales son de amplia aceptación en establecimientos de comidas rápidas (Casanoves, 2007). Los aros de cebolla son generalmente obtenidos por fritura, proceso donde ocurre simultáneamente transferencia de calor y masa (Quan *et al.*, 2016), y consiste en la inmersión en un aceite o grasa comestible a una temperatura superior a la del punto de ebullición del agua (Contardo, Parada, Leiva y Bouchon, 2016). Estas condiciones generan cocción rápida, pardeamiento y desarrollo del sabor y la textura (Farkas, Singh y Rumsey, 1996). Esta técnica es considerada compleja, debido a que incluye una interfaz móvil que separa dos regiones con distintas propiedades físicas y térmicas, denominadas costra y núcleo (Farkas, Singh y Rumsey, 1996).

En el proceso de fritura por inmersión ocurren cuatro etapas: calentamiento inicial, ebullición superficial, tasa decreciente y punto final de burbuja. La primera etapa principia con la inmersión inicial de la materia

prima en el aceite que inicia el calentamiento, pero con ausencia de evaporación del agua; la segunda etapa se caracteriza por la pérdida de agua libre, presente en la superficie del producto, lo que genera un incremento en el coeficiente de transferencia de calor y el desarrollo de la costra. La tercera etapa es la más larga y es donde se genera mayor pérdida de humedad y la temperatura del núcleo se aproxima a la temperatura de ebullición del agua, se genera incremento en la costra y cambios en las propiedades termo-físicas del material que generan la etapa final en la cual cesa la pérdida de humedad debido a los cambios en la conductividad térmica de la costra (Farkas, Singh y Rumsey, 1996).

Durante este proceso ocurren diversos cambios, que incluyen reacciones químicas en el aceite como hidrólisis, oxidación y polimerización (Xu, Xiaojing, Ruijie, Qingzhe y Xingguo, 2015) y cambios en el producto como pérdida de humedad, absorción de aceite (Nieva, Goicoechea, Manzano, Guillén, 2016), pirolización, gelatinización de almidón y desnaturalización de proteínas (Farkas, Singh y Rumsey, 1996); lo que a su vez genera cambios en el color y la textura, parámetros que son apreciados por los consumidores, debido a las características sensoriales que generan (Nieva, Goicoechea, Manzano, Guillén, 2016), y que son dependientes de las condiciones de fritura, incluyendo el tiempo y temperatura del aceite (Farkas, Singh y Rumsey, 1996). Por esta razón, es una de las técnicas de cocción más empleadas en la industria y ha sido aplicada en diversas matrices alimentarias como pimientos verdes, calabacines, berenjenas (Kalogeropoulos, Mylona, Chiou, Ioannou y Andrikopoulos, 2007), papas (Pedreschi, 2009), plátano (Gibert *et al.*, 2009) y mango (Torres, Villamizar, Martínez y Hernández, 2014).

Por lo anterior, el objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del tiempo y de la temperatura de fritura sobre el color y la textura de aros de cebolla.

Materiales y métodos

Obtención y adecuación de la materia prima

La cebolla cabezona (*Allium cepa L.*) fue comprada en un mercado local de la ciudad de Armenia, Quindío. Fue sometida a inspección visual y se descartaron aquellas que presentaban defectos de calidad, posteriormente fue lavada con agua corriente y desinfectada con hipoclorito a 200 ppm. La cebolla fue cortada en rodajas de 7 mm de grosor empleando una cortadora (Macchi, Italia).

Proceso de apanado y fritura

Se emplearon 12 aros de cebolla a los cuales se les realizó un doble apanado a partir de una inmersión en huevo batido manualmente y se impregnaron en harina de pan (Bimbo). Luego fueron freídos en una freidora (Intertek, China) a temperatura de 300 y 340°F durante tiempos de 2 y 3 minutos.

Propiedades físicas

Una vez fritos los aros de cebolla se empacaron en bolsas plásticas, y se realizó la evaluación de color y de textura por triplicado a cada una de las muestras.

La prueba de textura se realizó en un texturómetro TVT 6700 (Perten, Suecia) donde se analizó la fuerza máxima que podía adquirir el producto en función a la distancia.

La prueba de color se realizó en un colorímetro (Hunter Lab, Estados Unidos) escala (L*, a*, b*); las mediciones de color se expresaron en términos de luminosidad L* (L* = 0 para el negro y L* = 100 para el blanco), y los parámetros de cromaticidad a* (verde [-], rojo [+]) y b* (azul [-], amarillo [+]). A partir de estos parámetros, se calcularon las coordenadas H* (tono) y C* (croma), utilizando la ecuación 1 y la ecuación 2, respectivamente.

Ecuación 1. Coordenadas de H* (tono)

$$h_{ab} = \tan^{-1} \left(\frac{b^*}{a^*} \right)$$

Ecuación 2. Coordenadas de C* (croma)

$$C^* = \sqrt{a^2 + b^2}$$

Diseño experimental y análisis estadístico

El delineamiento estadístico fue realizado a través de un diseño factorial Anava y una prueba comparativa de mínimos cuadrados para comparar los diferentes tratamientos experimentales (ver tabla 1), bajo un intervalo de confianza del 95%, empleando el programa Minitab 15®.

Tabla 1. Tratamientos experimentales de los parámetros del proceso

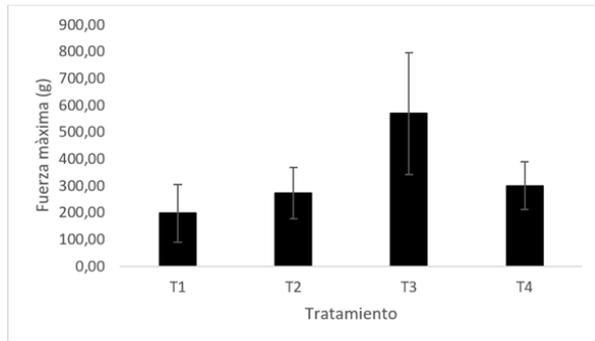
Tratamientos	Tiempo (min)	Temperatura (°F)
T1	2	300
T2	3	300
T3	2	340
T4	3	340

Resultados y discusión

Durante el proceso de fritura se presentan diferentes cambios físicos, químicos y estructurales en la textura de los alimentos debido a la transferencia de calor y de masa, donde se da una etapa inicial en la cual el tejido se ablanda y comienza a cocinarse y una segunda etapa en la cual se forma una costra inicial y se va endureciendo progresivamente (Ortega y Montes, 2015). En el gráfico 1 se observa que la temperatura ejerce un efecto significativo con respecto a la fuerza necesaria para la deformación del alimento, ya que altas temperaturas generan cambios estructurales acelerados que dan lugar a la formación de la costra y reacciones como la gelatinización y caramelización de almidones (Alvis, Villada y Villada, 2008) creando un producto duro como en el caso del tratamiento 3 en el cual se necesitó más fuerza para su deformación, estos resultados presentan comportamientos similares a los reportados por (Ortega y Montes, 2015).

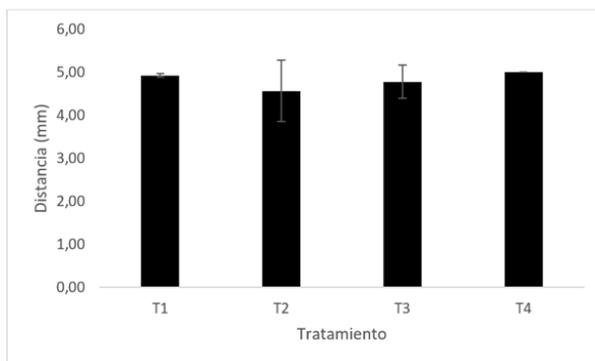
En el gráfico 2 se muestra que no existió efecto significativo en la distancia requerida para obtener la deformación del alimento.

Gráfico 1. Tratamiento vs Fuerza máxima (g) en los aros de cebolla



Fuente: los autores

Gráfico 2. Tratamiento vs Distancia (mm) en los aros de cebolla



Fuente: los autores

Por otro lado, el color está entre los principales factores de calidad que tiene el consumidor, ya que influye en la aceptabilidad sensorial del alimento, pero también es un parámetro de control del proceso de fritura (Crosa *et al.*, 2014; Gómez, 2014). Los cambios de los valores L, a, b del sistema CIE-L* a* b*, permiten determinar los cambios de color en la misma forma que lo hace el ojo humano, y se asocian con reacciones de pardeamiento, degradación o pérdida de pigmentos respecto al vegetal fresco (Lucas y Quintero, 2011).

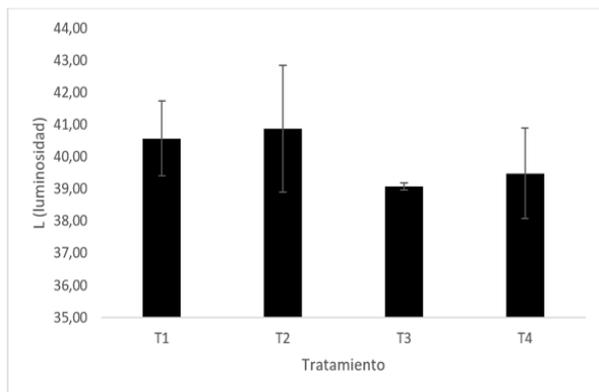
Como se observa en el gráfico 3, no hubo un efecto estadísticamente significativo (p -value > 0,05) de los factores temperatura y tiempo, ni de la interacción de estos, sobre la luminosidad de las muestras sometidas a fritura, lo cual pudo ser debido a que las temperaturas

evaluadas tenían unos valores cercanos, y a que ambos tiempos transcurridos no fueron suficientes para producir un cambio significativo en los snacks, como lo reportó Cueva (2014) en su estudio sobre fritura de papa. Sin embargo, se evidenció una disminución de este parámetro al incrementar la temperatura de 300°F (T1 y T2) a 340°F (T3 y T4), ya que a medida que incrementa la temperatura del aceite, más oscura es la superficie del alimento, debido a que las reacciones de pardeamiento no enzimático son altamente dependientes de este factor (Crosa *et al.*, 2014), debido a que son el resultado de la reacción entre azúcares y aminoácidos a temperaturas elevadas. En estudios realizados por Ling, Gennadios, Hanna y Cuppett (1997) encontraron que al freír aros de cebolla, estos decrecieron su luminosidad al incrementar la temperatura del proceso de 170°C a 190°C.

En el gráfico 4 se presentan los datos obtenidos para el ángulo de tono, donde el tiempo y la interacción de los factores, tuvieron un efecto significativo. Se encontraron valores entre 73° y 83°, indicando un color cercano al amarillo (90°) (Cueva, 2014; Hasbún, Esquivel, Brenes y Alfaro, 2009), lo cual pudo ser debido a que los aros de cebolla fueron apanados previo al proceso de fritura, y el aceite utilizado se encontraba fresco, por lo que el contenido de compuestos polares era bajo, generando por lo tanto esta tonalidad en el alimento (Suaterna, 2009). Además, en el tratamiento 4 se observó que a mayor temperatura y tiempo, el ángulo de tono disminuyó, tendiendo al ángulo del color rojo, debido a la formación de compuestos de la reacción de Maillard (Cueva, 2014) y caramelización de carbohidratos en la superficie (Ortega, 2013).

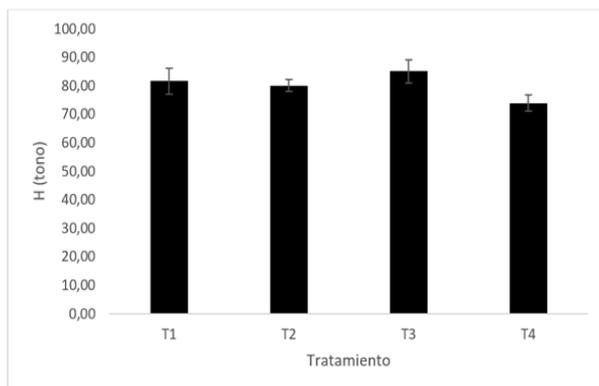
Para el parámetro croma, se obtuvo un efecto estadísticamente significativo de la temperatura del aceite, mientras que por el tiempo de proceso y la interacción de estos factores, no. El croma es una variable que define la pureza (Vázquez *et al.*, 2013) o la intensidad de un color de acuerdo con las combinaciones con el color negro y el blanco; el centro (valor 0) es acromático, pero a medida que los valores de a* y b* aumentan, la saturación se incrementa (Cueva, 2014). En este caso, al aumentar la temperatura, se generó una disminución de este parámetro (ver gráfico 5), a causa de la reducción de a* y b*, posiblemente debido al bajo contenido de azúcares reductores presentes en el vegetal (Alvis *et al.*, 2008).

Gráfico 3. Valores de luminosidad en los tratamiento de fritura



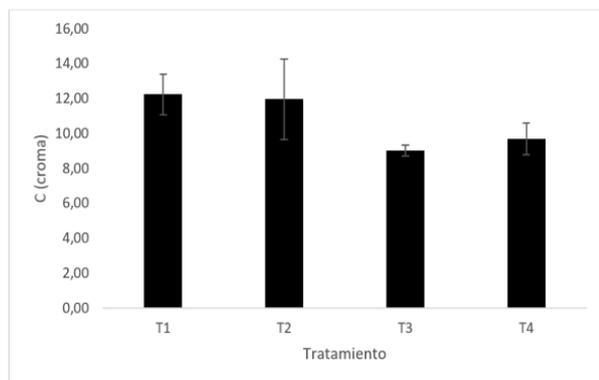
Fuente: los autores

Gráfico 4. Valores de tono en los tratamientos de fritura



Fuente. los autores

Gráfico 5. Valores de croma en los tratamientos de fritura



Fuente: las autoras

Conclusiones

Se encontró que tanto la temperatura del proceso como los tiempos de fritura evaluados tienen un efecto significativo sobre las variables de respuesta, textura y color, lo cual puede ser debido a los cambios estructurales acelerados que dan lugar a la formación de la costra y a las reacciones no enzimáticas generadas entre los azúcares y aminoácidos presentes en el vegetal, a altas temperaturas, brindando un color característico al alimento. Adicionalmente se encuentra potencial agroindustrial en la cebolla como posible snack para el segmento de mercado creciente de alimentos listos para el consumo.

Referencias bibliográficas

Alvis, A., Villada, H. S., Villada, D. C. (2008). Efecto de la temperatura y tiempo de fritura sobre las características sensoriales del Ñame (*Dioscorea alata*). *Información Tecnológica*, 19 (5). doi: 10.1612/inf.tecnol.3958bit.07.

Casanoves Marín, D. (2007). Tendencias de consumo de la cebolla. *Revista Horticultura*, 201, 32-35.

Contardo, I., Parada, J., Leiva, A., Bouchon, P. (2016). The effect of vacuum frying on starch gelatinization and its in vitro digestibility in starch–gluten matrices. *Food Chem*, 197, 353-358. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.10.028

Crosa, M. J., Elichalt, M., Skerl, V., Cadenazzi, M., Olazábal, L., Silva, R., Estellano, G. (2014). Chips de papa, la fritura en vacío y beneficios para la salud. *INNOTEC*, 9,.

Cueva, M. X. (2014). *Evaluación de la cinética de color durante el proceso de fritura al vacío de la papa (Solanum tuberosum)*. (Ingeniería de Alimentos), Universidad Tecnológica Equinoccial.

Farkas, B. E., Singh, R. P., Rumsey, T. R. (1996). Modeling Heat and Mass Transfer in Immersion Frying I. Model Development. *Journal of Food Engineering*, 29, 211-226.

Garcés Contreras, V. G. (2013). *Obtención de chips de cebolla perla (Allium cepa L.) aplicando fritura al vacío*. (Ingeniería de Alimentos), Universidad Tecnológica Equinoccial, Quito.

- Gibert, O., Dufour, D., Giraldo, A., Sánchez, T., Reynes, M., Pain, J.-P., Díaz, A. (2009). Differentiation between Cooking Bananas and Dessert Bananas. 1. Morphological and Compositional Characterization of Cultivated Colombian Musaceae (*Musa* sp.) in Relation to Consumer Preferences. *J Agric Food Chem*, 57 (17), 7857-7869. doi: 10.1021/jf901788x
- Gómez-Daza, J. C. (2014). Evaluación de las propiedades físicas de la masa de las donas durante la fritura profunda a diferentes temperaturas - Análisis crítico. *Revista UGCIencia*, 20.
- Hasbún J., Esquivel, P., Brenes, A., Alfaro, I. (2009). Propiedades físico-químicas y parámetros de calidad para uso industrial de cuatro variedades de papa. *Agronomía Costarricense*, 33 (1), 14.
- Kalogeropoulos, N., Mylona, A., Chiou, A., Ioannou, M. S., Andrikopoulos, N. K. (2007). Retention and distribution of natural antioxidants (α -tocopherol, polyphenols and terpenic acids) after shallow frying of vegetables in virgin olive oil. *LWT - Food Science and Technology*, 40 (6), 1008-1017. doi: 10.1016/j.lwt.2006.07.003
- Ling, D., Gennadios, A., Hanna, M., Cuppett, S. (1997). Quality evaluation of deep-fat fried onion rings. *Journal of Food Quality*, 21.
- Lucas, J. C., Quintero, V. D. (2011). Evaluación de los parámetros de calidad durante la fritura de rebanadas de papa criolla. *Scientia et Technica*, 48, 6.
- MADR. (2015). *Producción de cebolla cabezona en Colombia, 1986 - 2013*.
- Nieva-Echevarría, B., Goicoechea, E., Manzanos, M. J., Guillén, M. D. (2016). The influence of frying technique, cooking oil and fish species on the changes occurring in fish lipids and oil during shallow-frying, studied by 1H NMR. *Food Research International*, 84, 150-159. doi: 10.1016/j.foodres.2016.03.033
- Ortega, F. A. (2013). *Determinación de los parámetros cinéticos de transferencia de masa, color y fuerza máxima de fractura de rodajas de yuca (*Manihot esculenta* Crantz) sometidas a freído por inmersión*. (Maestría en Ciencias Agroalimentarias), Universidad de Córdoba.
- Ortega Quintana, F. A., Montes Montes, E. J. (2015). Efecto del escaldado y la temperatura sobre el color y textura de rodajas de yuca en freído por inmersión. *ION*.
- Page, N., Gonzalez-Buesa, J., Ryser, E. T., Harte, J., Almenar, E. (2016). Interactions between sanitizers and packaging gas compositions and their effects on the safety and quality of fresh-cut onions (*Allium cepa* L.). *Int J Food Microbiol*, 218, 105-113. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2015.11.017
- Pedreschi, F. (2009). Chapter 11 - Fried and Dehydrated Potato Products *Advances in Potato Chemistry and Technology* (pp. 319-337). San Diego: Academic Press.
- Quan, X., Zhanga, M., Fang, Z., Liu, H., Shen, Q., Gao, Z. (2016). French fries produced by combined pre-frying and pulsed-spouted microwave vacuum drying method. *Food and Bioprocess Technology*, 99, 109-115. doi: 10.1016/j.fbp.2016.04.008
- Suaterna, A. C. (2009). La fritura de los alimentos: el aceite de fritura. *Perspectivas en nutrición humana*, 11 (1).
- Torres Valenzuela, L. S., Villamizar Vargas, R. H., Martínez Cortínez, K. G., Hernández Sandoval, M. C. (2014). Producción de producto listos para consumo a partir de productos andinos: mango y yacon. *Cap&Cua*, 6 (12), 29-32.
- Vázquez, M. G., Santiago, D., Ybarra, M. C., Rubio, O. A., Cadena, M. A. (2013). Variables fisicoquímicas y calidad de fritura de clones de papa desarrollados para los valles altos de México. *Agrociencia*, 47, 13.
- Xu, L., Xiaojing, W., Ruijie, L., Qingzhe, J., Xingguo, W. (2015). Effect of frying conditions on fatty acid profile and total polar materials via viscosity. *Journal of Food Engineering*, 166, 349-355. doi: 10.1016/j.jfoodeng.2015.07.007