

## Cinéticas de deterioro de aceite de canola y oleína de palma sometidas a freído repetido de alitas de pollo

Gutiérrez-Moreno A.G., Abraham Juárez M.R., Sosa-Morales M.E.\*

Departamento de Alimentos, División de Ciencias de la Vida, Campus Irapuato-Salamanca, Universidad de Guanajuato, Ex-Hacienda El Copal, Carretera Irapuato-Silao km 9, Irapuato, Gto., 36500 México

[ag.gutierrezmoreno@ugto.mx](mailto:ag.gutierrezmoreno@ugto.mx); [msosa@ugto.mx](mailto:msosa@ugto.mx)

### RESUMEN:

Las alitas de pollo sometidas al freído se han convertido en alimentos de gran importancia, ya que son consumidas comúnmente en México y Estados Unidos; su consumo es demandante para eventos deportivos, fines de semana o algunas promociones de los establecimientos que las ofrecen. Un método de cocción de las alitas es el freído, en los establecimientos, el aceite de freído se usa repetidamente. Los cambios químicos que sufre el aceite sometido a este proceso incluyen la rancidez, que genera compuestos dañinos a la salud. Este trabajo se realizó con el objetivo de analizar el desempeño de aceite de canola y oleína de palma usada para el freído repetido de alitas y generar la cinética de deterioro a través de índices de rancidez oxidativa (peróxidos) y rancidez hidrolítica (ácidos grasos libres). Al aplicar la cinética de primer orden la velocidad de formación de peróxidos fue menor en oleína de palma, mientras que la velocidad de formación de ácidos grasos libres fue menor en aceite de canola. Se recomienda el uso de oleína de palma, ya que resiste mejor el proceso de freído repetido de alitas de pollo.

**Palabras clave:** alitas de pollo, freído repetido, cinética de primer orden.

### ABSTRACT:

Chicken wings subjected to frying have become foods of great importance, since they are consumed commonly in Mexico and the United States; its consumption is demanding for sporting events, weekends or some promotions of the establishments that offer them. One method of cooking wings is frying. In establishments, frying oil is used repeatedly. The chemical changes undergoing this process include rancidity, which generates compounds harmful to health. The objective of this study was to analyze the performance of canola oil and palm olein used for the repeated frying of chicken wings and to evaluate the deterioration kinetics through oxidative rancidity (peroxides) and hydrolytic rancidity (free fatty acids) indices. When applying the first order kinetics, the peroxide formation rate was lower in palm olein, while the free fatty acid formation rate was lower in canola oil. The use of palm olein is recommended as this frying medium is more resistant for the repeated frying process of chicken wings.

**Key words:** chicken wings, repeated frying, first order kinetics.

**Área:** Otros

### INTRODUCCIÓN

El proceso de freído es un proceso excelente para someter a un alimento para aportarle una buena cocción y buenas propiedades organolépticas. El freído es un proceso simultáneo de transferencia de calor y masa que consiste en sumergir un alimento en aceite caliente (Song et al., 2017). El aceite usado en freído ha sido medio de calentamiento para alimentos desde hace muchos años. Sin embargo, hasta hace algunas décadas, se describieron cambios físicos y químicos que ocurren durante el proceso de freído (Badui Dergal, 2006). Existe diversa variedad de aceites y grasas para el freído. En la industria alimentaria y restaurantes se utilizan distintas mezclas de grasa animal y aceite vegetal. Entre los aceites vegetales están el de soya, maíz, oliva, canola, girasol, cártamo y palma que son comúnmente los más usados (AAK, 2016). La oxidación en los aceites sometidos al freído repetido es una reacción muy común, y se ha relacionado con un aumento en enfermedades cardiovasculares, sobrepeso y algunos tipos de cáncer en sus consumidores (Mellema, 2003; Sosa-Morales y Vélez-Ruiz, 2009).

Los aceites o grasas son mezclados con antioxidantes, que como su nombre lo indica, previenen la oxidación de las grasas y aceites sometidos al freído repetido; se pueden clasificar como naturales y sintéticos (Wanasundara y Shahidi). Por lo general, en las grasas y aceites industriales se emplean los antioxidantes

sintéticos con el fin de evitar la oxidación durante el almacenamiento y la fritura, tales como butilhidroxitolueno (BHT), butilhidroxianisol (BHA), terbutilhidroquinona (TBHQ). Con el fin de reemplazar los antioxidantes comunes, se están realizando estudios sobre antioxidantes naturales. Los antioxidantes naturales pueden ser una buena opción para reemplazar el antioxidante sintético TBHQ, restringido ya en algunos países (como en Estados Unidos), porque tienen tiempos aceptables de inducción, previene la oxidación primaria y reduce la rancidez hidrolítica durante freído repetido (Leal-Torres *et al.*, 2014).

Las alitas de pollo que son sometidas al proceso de freído se han convertido en un snack consumido muy frecuentemente y de gran importancia en Estados Unidos y México. Semanalmente se consume una gran cantidad. La gran mayoría de las alitas, especialmente las destinadas a restaurantes, están desarticuladas, con la tercera articulación (la parte delgada conocida como punta o aleta) que se exporta a los países asiáticos. Las otras dos articulaciones más carnosas que se venden en los restaurantes son dos segmentos o porciones conocidas como *drumette* y plano. Cada pollo produce 4 segmentos de ala (National Chicken Council, 2019.). Se consumen aún más durante eventos deportivos y promociones de restaurantes. Uno de los medios de freído usados para la cocción de alitas es la oleína de palma (Yusnita *et al.*, 2007). El objetivo del presente trabajo fue analizar el desempeño de oleína de palma usada para el freído repetido de alitas y generar la cinética de deterioro a través de índices de rancidez oxidativa (peróxidos) y rancidez hidrolítica (ácidos grasos libres).

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Freído.** Se usó una freidora doméstica (Tefal) de 3 L de capacidad. Se pesaron lotes de aproximadamente 300 g a -3°C (6 piezas de alitas), 5 lotes conformaban un ciclo de freído. Cada lote se sometió al freído por 10 min a 180°C. Los medios de freído usados fueron aceite de canola con una concentración de TBHQ de 0.01% y oleína de palma con una concentración de BHT de 0.02%. Las grasas se almacenaron bien cerradas en oscuridad y a temperatura ambiente.

Se tomó muestra del aceite cada ciclo de freído para su análisis, las pruebas se realizaron por duplicado.

**Ácidos grasos libres.** Se pesaron 3 g de muestra, se añadieron 30 mL de 2-propanol y fenoltaleína como indicador, posteriormente se tituló con NaOH 0.1 N hasta un tono rosa (el tono debía permanecer mínimo 10 s para ver los mL gastados). Los AGL se calcularon mediante (AOAC, 1984):

$$\%agl = \frac{(mL_{NaOH})(0.1 N)(meq \text{ ácido})}{W_{muestra}} \times 100$$

donde W es el peso de la muestra en gramos, y meq son los miliequivalentes del ácido graso mayoritario (0.282, ácido oleico).

**Peróxidos.** Se pesó 1 g de muestra, se añadió 1 g de Ioduro de potasio (KI) y 20 mL de una mezcla ácido acético-cloroformo (3:2). Se agitó hasta disolver y se calentó por 1 min, se añadió 0.5 mL de IK saturado al 5 % y se dejó reposar 1 min, se añadieron 30 mL de agua caliente y 2 mL de solución indicadora de almidón, se tituló con tiosulfato de sodio 0.01 N hasta el vire del color amarillo a blanco (NMX-F-154-1987). El índice de peróxido (IP), se expresó como meq de oxígeno/kg de aceite y se calculó con:

$$IP \left( \frac{meq}{kg} \right) = \frac{ml Na_2S_2O_3 \cdot N \text{ de } Na_2S_2O_3 \cdot 1000}{peso muestra}$$

**Viscosidad.** Se midió con un viscosímetro Brookfield DV-II Pro (Middleboro MA, Estados Unidos) a 40°C, velocidad de 100 rpm y usando la aguja HB2 (Rocha, 2016). Se colocaron 400 mL en un vaso de 600 mL y después de 30 s de encendió el motor, se tomó la viscosidad (cP)

**Cinética de reacción.** Los datos obtenidos se ajustaron a una cinética de primer orden (Mba *et al.*, 2016) para calcular la velocidad de reacción de la formación de peróxidos y ácidos grasos libres con respecto a los ciclos de freído.

$$\pm \frac{dA}{dt} = KA^0; \quad \pm \frac{dA}{dt} = K;$$

$$\int_{A_0}^A dA = K \int_0^t dt;$$

$$A|_{A_0}^A = Kt|_0^t;$$

$$A - A_0 = Kt$$

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El valor de peróxidos aumentó en ambos aceites conforme aumentó el tiempo de uso (ciclos de freído). La Norma Mexicana NMX-F-154-1987 establece como límite de peróxidos un valor de 20 meq/kg, durante 6 ciclos de freído ninguno de los dos aceites rebasó el límite (Fig. 1(a)). El aceite de canola tuvo una disminución de la cantidad de peróxidos después del ciclo 5, esto se debe a que los peróxidos alcanzaron su máximo y formaron otros compuestos de degradación (rancidez oxidativa secundaria). La formación de peróxidos es mayor en el aceite de canola, por lo que no es recomendable usarlo en el freído.

La rancidez hidrolítica (contenido de ácidos grasos libres) también aumentó en ambos aceites, debido a la humedad que migra de las alitas al medio de freído (Fig. 1(b)). La formación de ácidos grasos libres es mayor en la oleína de palma. Por Norma (NMX-F-109-1982), el límite es 2% de ácidos grasos libres, por lo que ambos aceites cumplieron con la Norma y mostraron bajos contenidos de rancidez hidrolítica.

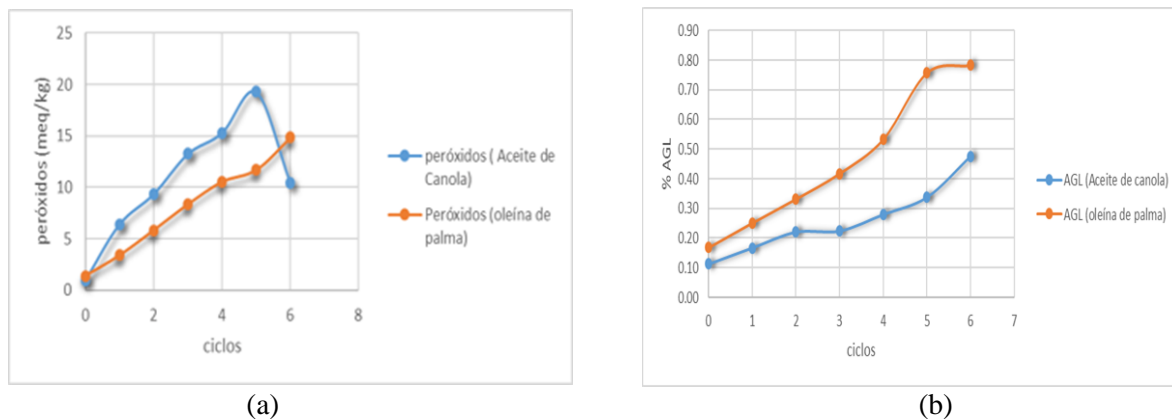


Fig. 1. Incremento en peróxidos (rancidez oxidativa) y ácidos grasos libres (rancidez hidrolítica) en aceite de canola y oleína de palma usadas para el freído repetido de alitas de pollo a 180°C.

La viscosidad inicial de las grasas fue diferente, el aceite de canola es líquido a temperatura ambiente, y tuvo un valor de viscosidad de 73.2 cP. La oleína de palma es sólida a temperatura ambiente, y tuvo un valor de 84.1 cP. En ambos aceites, la viscosidad aumentó durante el freído repetido (Fig. 3). Este efecto ocurre por la polimerización de compuestos de degradación y ha sido observada en otros procesos de freído repetido, como el caso de churros (Castro López, 2017)

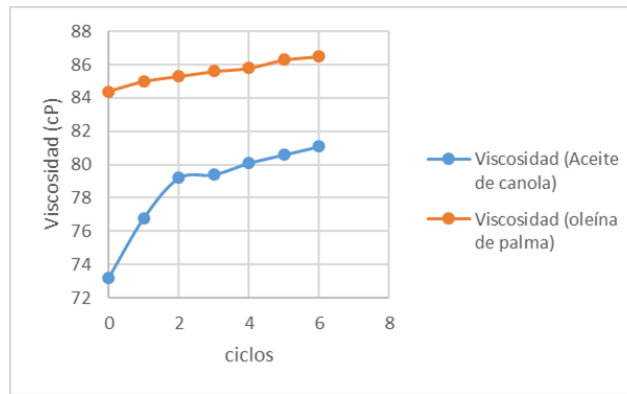


Fig. 2. Aumento de la viscosidad de aceite de canola y oleína de palma durante el freído repetido de alitas de pollo a 180°C.

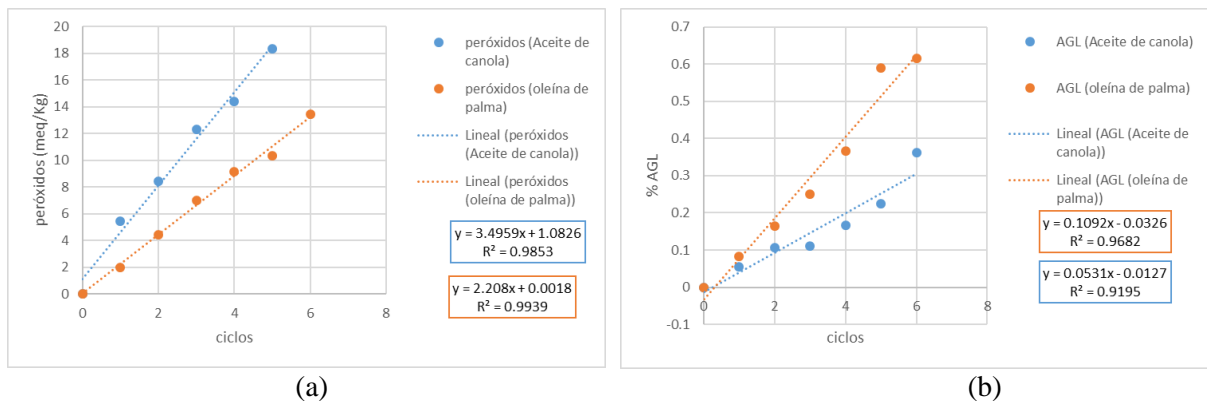


Fig. 3 Cinética de orden 0 para a) formación de peróxidos y b) formación de ácidos grasos libres durante el freído repetido de alitas de pollo a 180°C.

La velocidad de formación de peróxidos fue de 3.49 meq/kg/ciclo de freído para el aceite de canola, mientras que para la oleína de palma fue menor (2.21 meq/kg/ciclo de freído). En cuanto a la formación de ácidos grasos libres, la oleína de palma tuvo una velocidad de 0.109 % por ciclo de freído, mientras que el aceite de canola tuvo menor velocidad (0.059% por ciclo de freído).

## CONCLUSIÓN

Se recomienda usar oleína de palma con 0.02% de BHT para procesos de freído repetido de alitas de pollo, ya que resiste más la rancidez oxidativa (menores velocidades de formación de peróxidos de acuerdo a la cinética de primer orden aplicada). Aún cuando hay mayor rancidez hidrolítica en oleína de palma, los niveles de ácidos grasos son bajos.

## BIBLIOGRAFIA

- AOAC. (1984). Official Methods of Analysis. 14a. Edición. Association of Official Analytical Chemists. Inc. Washington, D.C. E.U.A.
- Badui Dergal S. (2006). Química de los Alimentos. Ed. Pearson. 4ta Edición. México. (pp. 281-293.)
- Rocha, D. (2016). Desempeño de aceite con mezcla de antioxidantes primario y secundario durante el freído repetido de papas a la francesa. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guanajuato, México.
- Leal-Torres, E., Sosa-Morales, M.E., López-Malo, A. y Morlán-Palmas, C.C. (2014). Potential of natural antioxidants to replace TBHQ during repeated frying of French fries. IFT Annual Meeting. 21-24 Junio, Nueva Orleans, LO.
- Mba, O., Dumont, M.J., y Ngadi, M. 2016. Deterioration Kinetics of Crude Palm Oil, Canola Oil and Blend During Repeated Deep-Fat Frying. *Journal of American Oil Chemistry* 93, 1243–1253
- Mellema, M. (2003). Mechanism and reduction of fat uptake in deep-fat fried foods. *Trends in Food Science and Technology*, 14(9), 364-373.
- National Chicken Council. (2019). Americans to Eat More than 1.3 Billion Chicken Wings for Super Bowl. de National Chicken Council Sitio web: <https://www.nationalchickencouncil.org/americans-to-eat-more-than-1-3-billion-chicken-wings-for-super-bowl/>
- Norma Mexicana NMX-F-109-1982. ALIMENTOS. ACEITE DE OLIVA. FOODS. OIL OLIVE. NORMAS MEXICANAS. Dirección General de Normas. Gobierno de México.
- Norma Mexicana NMX-F-154-1987. Alimentos. Aceites y grasas vegetales o animales. Determinación del índice de peróxido. Normas Mexicanas. Dirección General de Normas. Gobierno de México.
- Castro López, R. (2017). Evaluación de distintos antioxidantes en aceites durante el freído repetido de churros dulces de harina de trigo. Tesis de Maestría. Universidad de Guanajuato, México.
- Song J., Kim, M.-J., Kim, Y.-J. y Lee, J.H. (2016). Monitoring changes in acid value, total polar material, and antioxidant capacity of oils used for frying chicken. *Food Chemistry* 220, 306-312
- Sosa-Morales, M.E. y Vélez-Ruiz, J.F. (2009). Effects of frying and combined treatments on fried foods. *Food Processing and Engineering Topics*. (M.E. Sosa-Morales and J.F. Vélez-Ruiz, Eds.). Pp. 437- 562. Ed. Nova Pub. Nueva York, EU.
- Wanasundara, P. K. J. P. D., & Shahidi, F. (2005). Antioxidants: Science, technology, and applications. *Bailey's industrial oil and fat products*.
- Yusnita, H., Aida, W.M.W., Maskat, M y Aminah, A. (2007). Processing performance of coated chicken wings as affected by wheat, rice and sago flours using response surface methodology. *International Journal of Food Science and Technology* 41, 535–542