

# MODIFICACIONES FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES PRODUCIDAS DURANTE LAS FRITURAS DOMÉSTICAS SOBRE ACEITE DE GIRASOL REFINADO Y ACEITE DE OLIVA VIRGEN EXTRA

María C. Ciappini - María B. Gatti -  
María S. Cabreriso - Priscila Chaín\*

**RESUMEN:** Reutilizar el aceite destinado a las frituras es una práctica frecuente en el hogar. Sabiendo que someter los aceites a sucesivos ciclos de calentamiento causa deterioros, el objetivo de este trabajo fue evaluar los cambios fisicoquímicos y sensoriales del aceite de girasol refinado y de oliva virgen extra, en el proceso de fritura doméstico. Se encontró que ambos aceites modificaron sus parámetros fisicoquímicos a partir del segundo ciclo de fritura, mientras que se percibieron cambios sensoriales sólo para el aceite de oliva virgen extra, en el cuarto ciclo. Resulta necesario revisar estas prácticas hogareñas, que según diversos autores originan la formación de aldehídos nocivos para la salud.

**Palabras clave:** modificaciones fisicoquímicas y sensoriales - frituras domésticas - aceite de girasol refinado - aceite de oliva virgen extra

**ABSTRACT:** *Physicochemical and Sensory Changes Produced During Frying on Domestic Refined Sunflower Oil and Extra Virgin Olive Oil*

Reusing oil for frying is a common practice at home. Knowing that subjecting oils to successive heating cycles cause damage, the objective of this study was to evaluate the physicochemical and sensory changes of refined sunflower oil and extra virgin olive oil, in the process of domestic frying. It was found that both oils modified their physicochemical parameters from the second frying cycle, while sensory changes only were perceived for extra virgin olive oil, in the fourth cycle is perceived. It is necessary to review these homey practices which, according to various authors, it also cause the formation of aldehydes harmful to health.

**Keywords:** physicochemical and sensory changes - domestic frying - refined sunflower oil - extra virgin olive oil

## Introducción

La fritura es un método popular y antiguo de preparación de alimentos, que se utiliza tanto en el sector industrial como en el doméstico (Franco, 2012). Es una técnica de cocción por calor seco, que se realiza a temperaturas que varían entre 160°C y 180°C (Garda, 2000). Implica la cocción de los alimentos sumergidos en aceite o grasa caliente, las que actúan como transmisores del calor, produciendo un calentamiento rápido y uniforme del producto (Hurtado, 2008; Nasi, 2012).

Químicamente, la fritura es un proceso de deshidratación, con tres características distintivas: corto tiempo de cocción debido a la rápida transferencia de calor; tempe-

\* Universidad del Centro Educativo Latinoamericano. Avda Pellegrini 1332. 2000 Rosario (Santa Fe). Argentina. E-mail: laboratorio@ucel.edu.ar

ratura en el interior del alimento menor a 100°C y absorción de la grasa del medio por el alimento (Hurtado, 2008).

Existen diferencias sustanciales entre la fritura industrial (*snacks* como papas chips, papas pre-fritas congeladas, entre otros) y la fritura hogareña, de restaurantes y *fast-foods*. Mientras que en la hogareña predominan los procesos continuos, repitiéndose aceite fresco a medida que éste es absorbido por el alimento y prácticamente no se descarta aceite, en las otras dos, los procesos son discontinuos. En restaurantes y *fast-foods* es crítica la posibilidad de reutilizar el aceite y establecer criterios objetivos para determinar el momento de descarte del aceite, por pérdida de calidad sensorial y nutricional. A nivel hogareño, la posibilidad de hacerlo mediante condiciones de fritura controlada y del uso de aceites resistentes a la oxidación puede implicar un beneficio económico y es una costumbre relativamente arraigada (Nieto y col., 2003; Gatti y col., 2015).

Sin embargo, los nutricionistas recomiendan consumir los aceites crudos, por el riesgo que ofrecen los alimentos fritos (Lemas y col., 2003). Los productos alimenticios generados a partir de frituras con aceites comestibles alterados por recalentamiento contienen hidrocarburos aromáticos policíclicos de gran potencia carcinogénica; la importancia de un uso adecuado de los aceites en el campo de la seguridad alimentaria es fundamental, dada su incidencia directa o indirecta en muchos problemas de salud pública (Yagüe, 2003).

Cuando la fritura se realiza con aceite, éste sufre tres reacciones de deterioro: la hidrólisis causada por el agua liberada por los alimentos, la oxidación (primaria, secundaria y terciaria) y las alteraciones causadas por las altas temperaturas. Las reacciones de oxidación son las más relacionadas con la salud y la nutrición, ya que a partir de éstas se forman hidroperóxidos y aldehídos, que han sido identificados como productores de retraso en el crecimiento, hipertrofia o hiperplasia hepática, hígado graso, úlceras gástricas y lesiones tisulares en corazón y riñón, en animales de experimentación (Hurtado, 2009); se les reconoce la capacidad de acelerar el desarrollo de arterioesclerosis y de modificar las unidades básicas del ADN, así como propiedades mutagénicas y teratogénicas (Grootveld y col., 2015).

Desde hace varios años, los tecnólogos alimentarios se han preocupado por controlar estos cambios, por establecer indicadores del deterioro y fijar sus límites y por ofrecer al mercado aceites más estables y resistentes al deterioro (Grootveld y col., 2015).

De las técnicas utilizadas para la evaluación de la calidad del aceite, la determinación de compuestos polares (CP) representa un criterio internacional ampliamente aceptado para determinar el punto de descarte de los aceites y asegurar la calidad sensorial y nutricional de los alimentos procesados. Sin embargo, este análisis presenta la limitante de tener aplicación restringida al laboratorio (Rivera y col., 2014).

El incremento de la acidez (IA), producto de la hidrólisis de los ácidos grasos libres presentes, es otro indicador de interés (Rivera, 2014). Históricamente, los índices de peróxido (IP) y de anisidina (IA) o su combinación para determinar el índice de TOTOX se aplicaron para medir el deterioro de los aceites comestibles. En cambio,

el valor del ácido tiobarbitúrico (TBA) ha dejado de considerarse una reacción específica para investigar la presencia de los productos secundarios resultantes de la oxidación de los aldehídos, ya que se producen interferencias con otros compuestos presentes en el aceite (Wai y col., 2009).

La fritura, tanto industrial como doméstica, podría constituir también una fuente de formación de ácidos grasos trans (AGT) cuando los aceites que se utilizan son relativamente poliinsaturados. Nutricionalmente, aceites con mayor contenido de ácido linolénico se consideran buenos para la salud y la prevención de problemas cardíacos. Sin embargo, estos aceites se oxidarán más rápidamente, produciendo aldehídos  $\alpha$  y  $\beta$  insaturados, de extrema toxicidad (Grootveld y col., 2014; Guillen y col. 2008).

Los consumidores, por su parte, otorgan altas calificaciones hedónicas a los alimentos fritos y disfrutan al consumirlos. Por acción del oxígeno y de la temperatura durante la cocción, aparecen sabores desagradables. También se pueden observar modificaciones en el color y el olor de los aceites y pueden tornarse defectuosos los sabores de los alimentos procesados en estos aceites. Sus descripciones típicas varían desde insípidos hasta rancios, con sabores intensos a pintura o a pescado, pasando por sabores a nuez, frutados o a manteca. Las características sensoriales de un aceite y de los alimentos procesados, cuando se tornan defectuosos, tienen una intensidad límite por encima de la cual los consumidores no están dispuestos a ingerirlos (Peterson y col., 2004).

Existe entonces una genuina preocupación por parte de tecnólogos en alimentos y nutricionistas por establecer los riesgos ligados al consumo de alimentos fritos, así como por solucionar esta problemática. La mayoría de los estudios publicados, algunos de los cuales fueron citados con anterioridad, se realizaron en frituras industriales, sometiendo a los aceites a ciclos de calentamiento muy prolongados; todos se alejan de las prácticas domésticas.

Este trabajo propone, entonces, aportar información acerca de las modificaciones fisicoquímicas y sensoriales producidas durante la fritura doméstica, donde los ciclos de cocción son más breves y sus condiciones no representan el mismo grado de estrés térmico que en las frituras industriales. Sin embargo, pueden involucrar un riesgo para la salud, tal como lo mencionan Grootveld y col. (2015), quienes informan sobre la presencia de compuestos nocivos aun en aceites frescos.

## **Materiales y métodos**

De acuerdo con los antecedentes, que consideran como uno de los factores de formación de productos de la oxidación lipídica (LOPs) al tipo de aceite, se seleccionaron para este estudio aceite de girasol refinado (AG), rico en ácidos grasos polinsaturados, y aceite de oliva virgen extra (AO), rico en ácidos grasos monoinsaturados. Se utilizaron aceites comerciales, adquiridos en el comercio minorista, para reproducir las prácticas domésticas. Se verificó que ambos aceites cumplieran con las especificaciones del Código Alimentario Argentino (CAA, 2015), establecidas en los Artículos 528 (AG) y 535 (AO). A este aceite fresco se le asignó el Ciclo 0.

Para los ensayos, se reprodujeron las prácticas de fritura doméstica detectadas en

encuestas realizadas a consumidores de alimentos fritos (Gatti y col., 2015). Se utilizaron papas tipo bastón, que se frieron hasta el punto de dorado establecido como el preferido por los consumidores en la encuesta mencionada.

La fritura se realizó manteniendo una relación aceite/alimento: 3/1, el aceite se mantuvo a 180 °C y se introducían las papas en el aceite caliente. El tiempo de cocción fue, en promedio, de 32 minutos para el aceite de girasol refinado y de 26 minutos para el aceite de oliva virgen extra. No se agregó aceite fresco en ningún momento, habiéndose calculado la cantidad suficiente de aceite inicial que permitiera completar los cuatro ciclos. Las papas fritas se constituyeron en las muestras de análisis para evaluar el impacto en sus características sensoriales, luego de la cocción.

El aceite fue conservado en condiciones ambientales y al abrigo de la luz, en el recipiente de cocción, tapado, durante una semana entre cada ciclo de fritura. Este procedimiento se repitió 4 veces (Ciclos 1 a 4). El procedimiento completo fue realizado de igual manera con aceite de girasol y aceite de oliva virgen extra y se tomaron muestras de aceite para su posterior análisis, al terminar cada ciclo.

Para evaluar las modificaciones en los parámetros de calidad de los aceites, se determinó la acidez (IRAM 5512, 1988), la pérdida por calentamiento (IRAM 5510: 1980), el índice de Peróxido (IRAM 5551, 1980) y el índice de Anisidina (AOCS Official Method Cd 18-90, 1995). Se analizó el perfil de ácidos grasos y la presencia de ácidos grasos trans (ISO 15304, 2002), utilizando un cromatógrafo gaseoso Hewlett Packard 5890 Serie II, con columna capilar. Para las determinaciones espectrofotométricas, se empleó un equipo Varian Cary 50 y cubetas de cuarzo.

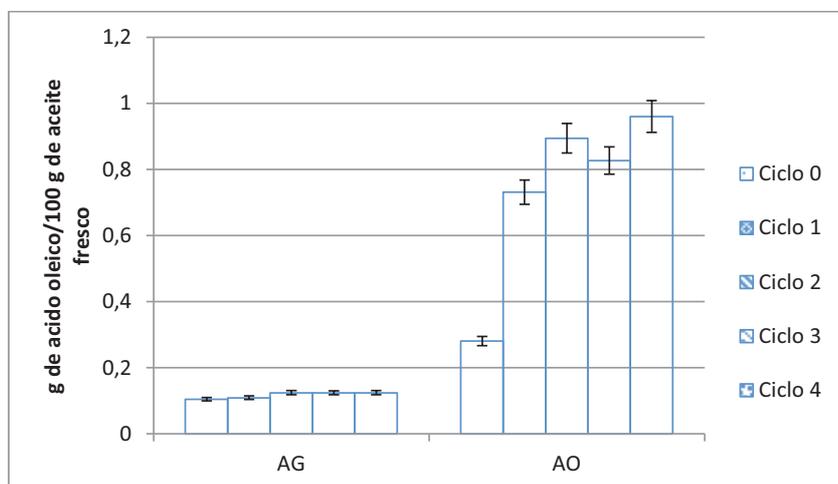
Con el propósito de detectar diferencias en los atributos sensoriales, capaces de ser percibidas por los consumidores, entre las papas freídas con aceite fresco en comparación con las cocidas en el aceite reutilizado en los sucesivos ciclos, se realizaron pruebas sensoriales discriminativas. Éstas consisten en comparar dos o más muestras de un producto alimenticio presentadas de la misma forma a un panel de evaluadores seleccionados. Entre los ensayos sensoriales discriminativos, se seleccionó la Prueba de Triángulo (IRAM 20008, año), que consiste en presentar a los panelistas simultáneamente tres muestras codificadas con números aleatorios de tres cifras, de las cuales dos son iguales y una diferente. El evaluador sensorial debe identificar la muestra diferente (ISO 4120: 2004). Participaron 26 evaluadores seleccionados y entrenados de acuerdo con ISO 8586 (2012) y los ensayos se llevaron a cabo en ambientes acordes a IRAM 20003 (1995). Los resultados se evaluaron aplicando estadística binomial, con un nivel de significación del 0,05.

Se calcularon promedios y desviaciones estándar y se aplicó el análisis de varianza para evaluar diferencias significativas, utilizando Excel 2007, *software* que también se empleó para el análisis de los datos sensoriales y para la construcción de las figuras.

## **Resultados y discusión**

Los aceites frescos cumplían con los requisitos de calidad establecidos por el CAA. A lo largo de los ciclos de fritura, la pérdida por calentamiento se mantuvo por debajo de 0.10 g/100 g para ambos aceites.

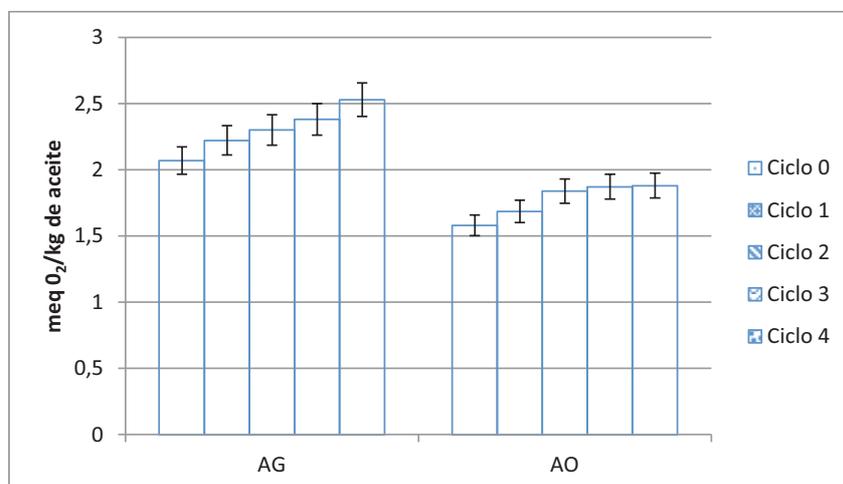
Figura 1. Acidez en aceites de girasol refinado y de oliva virgen extra frescos y expuestos a cuatro ciclos de fritura a 180°C



La acidez del aceite de girasol fresco fue significativamente inferior ( $p=0.05$ ) al valor obtenido para el aceite de oliva, como corresponde a las especificaciones de estos productos (CAA, 2015). Como se observa en la Figura 1, este parámetro de calidad se modificó a través de los ciclos de fritura. No se encontraron diferencias significativas en el índice de acidez para cada aceite en los sucesivos ciclos. El comportamiento observado para este parámetro se asemeja a lo informado por Rivera (2014) y por Valenzuela (2003) para el aceite de girasol, aunque resulta inferior a los valores máximos encontrados por este último autor para el aceite de oliva.

En diferentes países, la legislación establece valores máximos de acidez; en Chile, por ejemplo, se fija en 1% el valor para proceder al descarte; la norma panameña fija el 3% como valor máximo permisible en ácidos grasos libres y otras normativas utilizan como criterio de descarte valores que superan el 2,5% (Rivera y col., 2014).

Figura 2. Índice de peróxido en aceites de girasol refinado y de oliva virgen extra frescos y expuestos a cuatro ciclos de fritura a 180°C

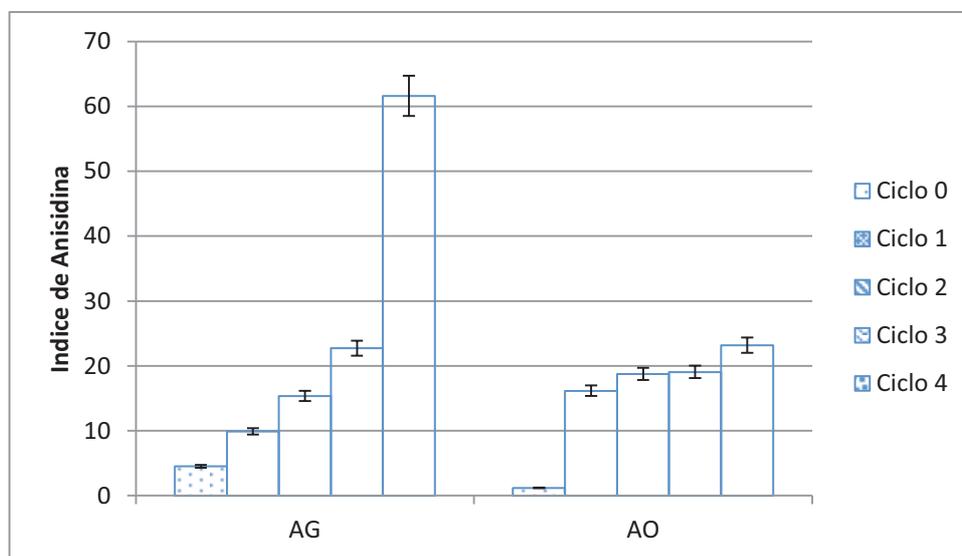


En relación al índice de peróxido, fue significativamente mayor ( $p=0.05$ ) para el aceite de girasol que para el aceite de oliva, cuando los aceites no habían sido sometidos a los ciclos de calentamiento. La Figura 2 muestra la evolución de este parámetro para ambos aceites; su aumento conserva la relación encontrada para los aceites frescos. En ningún caso se superó el límite admitido para el índice de peróxido (MAGyP, 2011).

En la Figura 3 se observa la evolución del índice de anisidina. El valor obtenido para el AG en el cuarto ciclo de fritura difiere significativamente del resto ( $p=0.05$ ). El aumento observado para ambos aceites es similar al obtenido en ensayos de fritura continua de maní durante 5 horas con aceite de girasol alto oleico y con aceite de girasol convencional (Blanco y col., 2006).

La oxidación se favorece a medida que se incrementa la concentración de ácidos grasos insaturados, ya que este proceso es iniciado por el ataque del oxígeno molecular a los dobles enlaces de estos ácidos grasos. Esto explicaría que el AO, rico en ácidos grasos monoinsaturados, sea más resistente a la oxidación que el AG, rico en ácidos grasos poliinsaturados (Blanco y col., 2006), como lo indican los índices de peróxido y anisidina obtenidos en este trabajo.

**Figura 3. Índice de anisidina en aceites de girasol refinado y de oliva virgen extra frescos y expuestos a cuatro ciclos de fritura a 180°C**



El impacto de la fritura en la formación de AGT es particularmente importante en la alimentación institucional y en la industria de comida rápida (Valenzuela, 2008). Sin embargo, no se detectaron ácidos grasos de configuración trans (AGT) en los aceites ensayados en ninguno de los ciclos. Haciendo referencia a la formación de AGT, Abdulkarim y col. (2007) informaron que el aceite de oliva mezcla era más resistente a la formación de AGT que el aceite virgen y en un estudio realizado por Ali y col. (2013), la cantidad de AGT en el aceite de girasol refinado fue mayor que

en el aceite de girasol alto oleico. En ambos estudios, los tiempos de exposición al calor de los aceites fueron más prolongados que en el presente.

En el aceite de oliva se observó un aumento de los ácidos grasos saturados (AGS) evidenciado por el incremento del ácido palmítico. Se observa una reducción en el ácido oleico, predominante en este tipo de aceite, y en ácido linoleico, entre los ácidos grasos polinsaturados (AGPI) (Tabla 1). Ancín Azpilicueta y Martínez Remírez (1991) encontraron que el porcentaje de ácido linoleico disminuía y el del ácido oleico prácticamente no sufría alteraciones en ensayos de calentamiento de aceite de oliva. Los otros ácidos grasos analizados no presentaron modificaciones significativas ( $p < 0.05$ ).

En el aceite de girasol se detectó un aumento de los AGS totales, a expensas del ácido esteárico, desde el primer ciclo de fritura. En cuanto a los ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), el ácido linoleico disminuyó proporcionalmente a la ganancia de ácido oleico. Otros estudios sobre el deterioro de aceite de girasol también señalaron un aumento de los AGS y una pérdida de los AGPI luego de 20 horas de calentamiento; con una reducción de 58,07 g/100 g a 45,4 g/100 g para el ácido linoleico cuando el calentamiento se prolongaba durante 50 horas (Zamorano y col., 2013).

Esto confirma que los aceites en los que predominan los AGI presentan desventajas desde el punto de vista de su estabilidad al ser calentados. En ensayos sobre estrés térmico de aceites, Berdeaux concluyó que el ácido graso que más disminuía era el linoleico, mientras que el oleico era el que menos se modificaba (Berdeaux y col., 2012).

**Tabla 1: Modificaciones en el perfil lipídico de aceite de oliva virgen extra y de aceite de girasol refinado según los ciclos de fritura a 180 °C**

Ácidos grasos*	Aceite de oliva					Aceite de girasol				
	CICLOS					CICLOS				
	0	1	2	3	4	0	1	2	3	4
<b>Mirístico</b>	0,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>Pentadecanoico</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0
<b>Palmítico</b>	<b>15,1</b>	<b>15,7</b>	<b>15,7</b>	<b>15,6</b>	<b>15,8</b>	6,0	5,7	5,8	5,9	5,8
<b>Palmitoleico</b>	1,9	2,0	2,0	2,0	2,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
<b>Margárico</b>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
<b>Margaroleico</b>	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
<b>Esteárico</b>	2,0	1,9	1,9	1,9	1,9	<b>3,2</b>	<b>3,6</b>	<b>3,6</b>	<b>3,6</b>	<b>3,6</b>
<b>Oleico</b>	<b>64,9</b>	<b>64,1</b>	<b>64,2</b>	<b>64,3</b>	<b>64,2</b>	<b>29,8</b>	<b>36,8</b>	<b>37,0</b>	<b>37,4</b>	<b>37,3</b>
<b>Linoleico</b>	<b>14,6</b>	<b>14,4</b>	<b>14,2</b>	<b>14,2</b>	<b>13,9</b>	<b>59,5</b>	<b>52,0</b>	<b>51,8</b>	<b>51,8</b>	<b>51,6</b>
<b>Linolénico</b>	0,7	0,7	0,7	0,7	0,6	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
<b>Araquídico</b>	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	0,2
<b>Gadoleico</b>	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2

<b>Araquidónico</b>	0,0	0,1	0,0	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0	0,0
<b>Behémico</b>	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7
<b>Erúcido</b>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,0
<b>Docosadienoico</b>	0,0	0,1	0,0	0,1	0,1	0,0	0,1	0,1	0,2	0,1
<b>Lignocérico</b>	0,0	0,2	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2

\* No se expusieron los ácidos Láurico, Nonadecanoico, Pentadecenoico, Isomerolinolenico y Eicosadienoico ya que se mantuvieron nulos en ambos aceites y en todos los ciclos.

El panel de evaluadores sensoriales no detectó diferencias cuando analizó las papas fritas obtenidas en los tres primeros ciclos de cocción. Sólo se percibieron diferencias significativas ( $p=0.05$ ) cuando probaron las papas freídas en aceite de oliva virgen extra en el cuarto ciclo.

Considerando que las características sensoriales son las únicas que el consumidor puede reconocer, resulta evidente que éste carece de herramientas que le permitan detectar los deterioros.

### Conclusión

Los aceites reutilizados a nivel hogareño en condiciones de fritura controlada modifican sus parámetros de calidad a partir del segundo ciclo, resultando necesario revisar estas prácticas, que según diversos autores originan también la formación de aldehídos nocivos para la salud.

Considerando que el consumidor carece de herramientas sencillas para percibir el deterioro, es probable que tecnólogos, médicos y nutricionistas debieran trabajar en la educación para las buenas prácticas de cocción hogareña.

*Recibido: 25/11/15. Aceptado: 08/01/16.*

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdulkarim, S. M.; Long, K.; Lai, O. M.; Muhammad, S. K. S.; Ghazali, H. M. "Frying quality and stability of high-oleic Moringa oleifera seed oil in comparison with other vegetable oils". *Food Chem.* 2007, Vol. 105, pp.1382-9.
- Ali, M.; Najmaldien, H.; Latip, R.; Othman, N.; Majid, F.; Salleh, L. "Efectos del calentamiento y la temperatura de fritura sobre las características del aceite de girasol y el aceite de girasol alto oleico". *Acta Sci. Pol., Technol. Aliment.* 2013, Vol. 12(2), pp. 159-167.
- AOCS. *Official Methods and Recommended Practices of the AOCS*. Illinois, USA, The American Oils Chemists Society, 1995, 6th Edition, 3rd printing.
- Ancin Azpilicueta, M. C.; Martínez Remírez, M. T. "Estudio de la degradación de los aceites de oliva sometidos a fritura. I. Determinación estadística del parámetro que mejor cuantifica esta degradación". *Grasas y Aceites*, 1991, Vol. 42 (1), pp. 22-31,
- Blanco, N.; Lopez, M. L.; Lopez, M. S. "Vida útil del aceite de girasol Alto Oleico y del aceite de girasol convencional durante el proceso continuo de fritura de maní". Universidad Nacional de Córdoba Facultad de Ciencias Médicas – Escuela de Nutrición Facultad de Ciencias Agropecuarias, 2012. Disponible en: [http://www.nutrinfo.com/libros\\_articulos\\_sitios\\_guias\\_consenso\\_nutricion.php?tipoNoticia=Tesis y Monografias](http://www.nutrinfo.com/libros_articulos_sitios_guias_consenso_nutricion.php?tipoNoticia=Tesis y Monografias).
- Berdeaux, O.; Marmesat, S.; Velasco, J.; Dobarganes, M. C. "Apparent and quantitative loss of fatty acids and triacylglycerols at frying temperatures". *Grasas y Aceites*, 2012, Vol. 63 (3), pp. 284- 289.
- CAA. Código Alimentario Argentino. Ley 18282. Disponible en [http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas\\_](http://www.anmat.gov.ar/alimentos/normativas_)

*Modificaciones fisicoquímicas y sensoriales producidas durante las frituras domésticas sobre aceite de girasol refinado y aceite de oliva virgen extra*

- alimentos\_caa.asp. Consultado: marzo 2015.
- FAO. *Grasas y ácidos grasos en nutrición humana. Consulta de expertos*. FINUT. España. Estudio FAO, 2012, Vol. 91, n° 17.
- Franco, D. "Aceites para frituras". *Revista Alimentaria Argentina*. [En línea] 2012; Edición Marzo (53): p. 23. (Fecha de acceso 23 de junio de 2012). Disponible en: [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/ediciones/53/productos/r53\\_06\\_Aceites.pdf](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/revista/ediciones/53/productos/r53_06_Aceites.pdf). (2012).
- Gatti, M. B.; Cabreriso, M. S.; Chaín, P.; Coniglio, A.; Manin, M.; Ciappini, M. C. "Evaluación de la frecuencia de consumo de alimentos fritos y de las técnicas de frituras domésticas en adultos rosarinos". *Trabajos Completos del XV Congreso Argentino de Ciencia y Tecnología de los Alimentos CYTAL*. AATA (2015).
- Grootveld, M.; Ruiz Rodado, V.; Silwood, C. "Harmful health effects of lipid oxidation products (LOPs) generated in edible oils during episodes of heat stress". *Inform*, 2014, Vol. 25, n° 10, pp. 236-250.
- Grootveld, M.; Ruiz Rodado, V.; Silwood, C. "Detección, monitoreo y efectos perjudiciales para la salud de los productos de oxidación lipídica (LOPs) generados en los aceites comestibles durante episodios de estrés térmico". *Grasas y Aceites*, 2015, Vol. 100, n° 3, pp. 444 - 462.
- Guillen, M.; Goicoechea, E. "Toxic oxygenated a b unsaturated aldehydes and their study in foods: a review". *Crit. Rev.Food Sci. Nutr.* 2008, Vol. 48, pp. 119-136.
- Hurtado A. "La fritura de los alimentos: pérdida y ganancia de nutrientes en alimentos fritos". *Perspectivas en Nutrición Humana*, 2008, Vol. 10, n° 1, pp. 77-88. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia.
- Hurtado A. "La fritura de los alimentos: el aceite de fritura". *Perspectivas en Nutrición Humana*, 2009, Vol. 1, n° 1, pp. 39-53. Universidad de Antioquia. Medellín. Colombia
- Lemas, S.; Longo, L.; Lopresti, L. *Guías Alimentarias para la Población Argentina*. -1ª. Ed. 1ª reimp. Buenos Aires, Asociación Argentina de Dietistas y Nutricionistas Dietistas, 2003.
- MAGyP (2011). *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca de la Nación. Protocolo de calidad para aceite de girasol*. Disponible en: [http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sello/sistema\\_protocolos/Protocolo\\_Aceite\\_Girasol.pdf](http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sello/sistema_protocolos/Protocolo_Aceite_Girasol.pdf). Consultado en octubre de 2015.
- Nasi, M. "Análisis de grasas y vitamina C en papas congeladas fritas en diferentes aceites". *DIAETA*, 2012, Vol. 30, n° 139.
- Nieto, S.; Peterson, G.; Sanhueza, J.; Tavella, M.; Valenzuela, A. "Estudio comparativo, en fritura, de la estabilidad de diferentes aceites vegetales". *Aceites y Grasas*, 2003, Vol. 53, XIII. N° 4, pp. 568-573.
- Normas IRAM. Instituto Argentino de Normalización y Certificación. Decreto PEN N° 1474/1994. Sistema Nacional de Normas, Calidad y Certificación. Buenos Aires.
- Normas ISO. *International Organization for Standardization*. Londres, Reino Unido.
- Peterson, G.; Aguilar, D.; Espeche, M.; Mesa, M.; Jauregui, P.; Diaz, H.; Simi, M.; Tavella, M. "Ácidos grasos trans en los alimentos consumidos habitualmente por los jóvenes de Argentina". *Archivos Argentinos de Pediatría*, 2004, Vol. 102, (2), n° 8.
- Rivera, Y.; Gutiérrez, C.; Gómez, R.; Matute, M.; Izaguirre, C. "Cuantificación del deterioro de aceites vegetales usados en procesos de frituras en establecimientos ubicados en el Municipio Libertador del Estado Mérida". 2014,. Vol. 35, n° 3, pp. 157-164.
- Valenzuela, B. "Ácidos grasos con isomería trans I, su origen y los efectos en la salud humana. *Rev. Chi. Nutr.*, 35(3), 102-104 (2008).
- Valenzuela B. "Ácidos grasos con isomería trans II. Situación de consumo en Latinoamérica y alternativas para su sustitución", *Rev. Chi. Nutr.*, 2008, Vol. 35, n° 3, pp. 105-109.
- Valenzuela, A.; Sanhueza, J.; Nieto, S.; Petersen, G.; Tavella, M. "Estudio comparativo en fritura de la estabilidad de diferentes aceites vegetales", en *Aceites y Grasas*, 2003, Vol. 53, pp. 568-573.
- Wai, W. T.; Saad, B.; Peng Lim, B. "Determination of TOTOX value in palm oleins using a FI-potentiometric analyzer" en *Food Chemistry*, 2009, Vol. 11, n° 3(1), pp. 285-290.
- Yagüe M, "Estudio de utilización de aceites para frituras en establecimientos alimentarios de comidas preparadas" en *Escola de Prevenció i Seguretat Integral*. UAB. Bellaterra, 2003, Vol. 34.
- Zamorano, M.; Martínez, S.; Medel, J. "Comportamiento del perfil de ácidos grasos de aceites y materias grasas hidrogenadas sometidos a calentamiento prolongado" en *Rev. Fac. Cienc. Agrar, Univ. Nac. Cuyo*, 2013, Vol. 45, n° 1, pp. 32-38.