

Estudio comparativo, en fritura, de la estabilidad de diferentes aceites vegetales*

• INVESTIGACIONES, TRANSFERENCIA DE TECNOLOGÍA

ALFONSO VALENZUELA¹, JULIO SANHUEZA¹, SUSANA NIETO¹,
GABRIELA PETERSEN² Y MARCELO TAVELLA².

* Trabajo original especialmente preparado para A&G Aceites y Grasas

Resumen:

Los alimentos fritos gozan de una popularidad cada vez mayor. Su preparación es fácil y rápida y su aspecto y sabor sabroso corresponde a los deseos del consumidor. El aceite utilizado es determinante en la calidad y rendimiento resultante del proceso de fritura. El presente estudio tiene como objeto comparar el comportamiento de 4 aceites: aceite puro de oliva, aceite de girasol convencional, aceite de girasol de alto oleico y aceite parcialmente hidrogenado; en frituras de papas bastón en condiciones similares a las de fast-food/restaurantes, desde el punto de vista del rendimiento, la calidad degustativa de la fritura y la calidad nutricional. Se describe la metodología utilizada en la fritura, la caracterización de los aceites (composición en ácidos grasos, test de estabilidad); las técnicas utilizadas para monitorear el proceso (deterioro del aceite y punto de descarte) y el método de evaluación sensorial para establecer la aceptación de la fritura. De todas las técnicas utilizadas, se confirma que el análisis de sustancias polares (criterio internacionalmente aceptado) es el que mejor permite determinar el punto de descarte de los aceites para asegurar su calidad degustativa y nutricional. Se concluye que el aceite de girasol de alto oleico es el que presenta mayor rendimiento con un grado de aceptación degustativa para las papas, similar al de oliva y al del aceite vegetal hidrogenado, con una clara ventaja nutricional sobre este último. El aceite de girasol convencional es el que presenta menor rendimiento y la menor aceptación sensorial.

Abstract:

Popularity of fried food is continuously increasing. Its preparation is easy and fast and its aspect and appealing taste satisfy consumers preferences. The importance of the frying oil used is determinant from the taste quality, from the nutritional quality of the frying food and from the yield and cost. The objective of this study is to compare the behaviour of 4 vegetable oils, in potatoes frying under similar conditions of fast-foods/restaurants frying, from the points of view of yield, taste quality of the fried food and nutritional quality. Methodology used in frying, characterization of the oils (fatty acid composition, stability tests), the techniques used to control the frying process (oil damage, discard point), and the sensory evaluation of frying food, are described. It is confirmed that Polar compounds (internationally accepted criterium) is the best technique for the assessment of sensory and nutritional quality. It is concluded that: high oleic sunflower oil presents the highest yield, with a fries sensory acceptance similar to the food fried in olive oil and hydrogenated vegetable oil, with a clear advantage over HVO. Conventional sunflower presents the lowest yield and sensory acceptance.



Palabras clave: Proceso de fritura, deterioro de aceites, estabilidad de aceites en fritura, aceite girasol de alto oleico.



Key words: Frying process, oils damage, frying oils stability, high oleic sunflower oil.

1: Laboratorio de Lípidos y Antioxidantes, Instituto de Nutrición y Tecnología de Alimentos (INTA), Universidad de Chile. Casilla 138-11, Santiago, Chile.

2: Programa de Prevención del Infarto en Argentina (PROPIA), Universidad de La Plata, Argentina.

* A quien se debe dirigir la correspondencia: FAX 56-2-2214030, E-mail: avalenzu@inta.cl

• **Introducción**

Los alimentos fritos gozan de una popularidad cada vez mayor. Su preparación es fácil y rápida y su aspecto y sabor sabroso corresponde a los deseos del consumidor. La fritura es un proceso físico-químico complejo en el cual el producto a freír (papas, carne, pescado, productos empanados, etc.) se somete a una temperatura alta con el propósito de modificar la superficie del producto, impermeabilizándolo de alguna manera, para controlar la pérdida de agua desde su interior (White, 1991). De esta forma, es posible conservar muchas de las características propias del alimento, mejorando en la mayoría de los casos, su sabor, textura, aspecto y color. Así es posible obtener un producto más "apetecible", lo cual sin lugar a dudas contribuye al éxito de consumo de los productos fritos.

Para lograr un proceso de fritura adecuado es necesario sumergir el alimento en un medio líquido que pueda mantener una temperatura constante y alta sin que se pierdan las características nutricionales del mismo, por efecto del calentamiento (Melnick, 1957). El agua, por ejemplo, no sirve para estos fines ya que cambia de fase líquido-vapor a 100 °C, temperatura que es insuficiente para modificar la superficie de los alimentos de origen proteico o con alto contenido de carbohidratos. Las grasas y aceites, ya sea de origen animal o vegetal, sí son adecuados porque pueden ser sometidos a temperaturas mucho mayores sin inconvenientes en forma estable, dependiendo, eso sí, de su composición de ácidos grasos.

El uso de grasas de origen animal o de aceites vegetales hidrogenados está fuera de toda recomendación nutricional, debido al riesgo potencial para la salud que significa el consumo de ácidos grasos saturados y con isomería *trans* (Curb & Reed, 1985). Además, por esas mismas razones muchos países recomiendan evitar o restringir su uso en procesos de fritura. Los aceites, en los que predominan los ácidos grasos insaturados, son mucho más adecuados desde el punto de vista nutricional, pero presentan desventajas desde el punto de vista de su estabilidad, ya

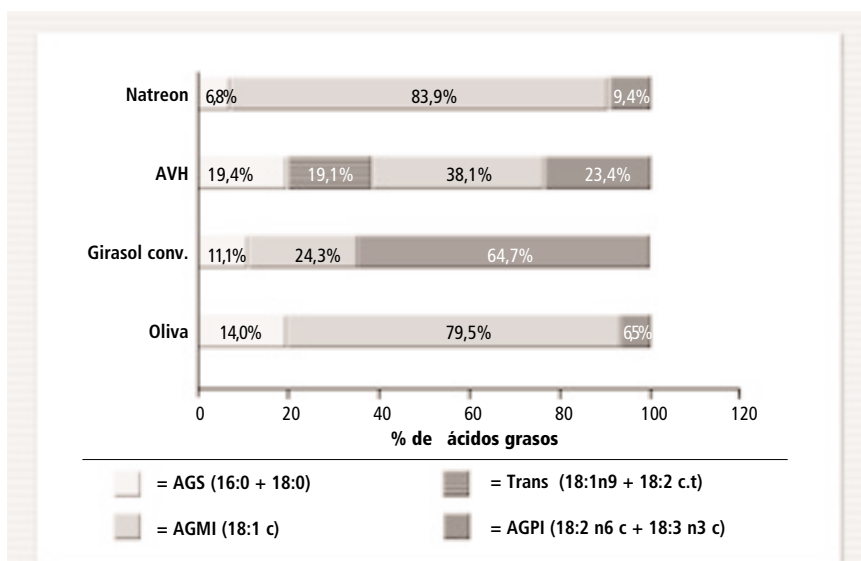


Figura 1 - Composición de ácidos grasos de los aceites vegetales sometidos a fritura expresada en porcentaje de metil ésteres.

que a mayor grado de insaturación el aceite va a ser menos estable al efecto de la temperatura (Jacobson, 1991). La temperatura, que durante el proceso de fritura puede alcanzar los 180 °C, puede deteriorar seriamente la composición química del aceite si este es muy insaturado, ya que se forman productos de oxidación que son potencialmente tóxicos cuando su consumo es agudo, y muy dañinos para la salud cuando se les ingiere en forma crónica. Además, un aceite alterado térmicamente, también va a alterar las características organolépticas del alimento sometido a fritura.

La importancia del aceite utilizado en la fritura, es determinante tanto desde el punto de vista de la calidad degustativa y de la calidad nutricional de la fritura resultante, como desde el punto de vista del rendimiento y del costo. Estos aspectos están ligados fundamentalmente a la composición de los ácidos grasos de los aceites utilizados. Idealmente el mejor aceite para fritura debería ser un producto de consistencia líquida a temperatura ambiente, que no sea deteriorado por el calor aplicado en forma continua o intermitente, que no imparta mal sabor u olor al producto que se fríe, que no tenga los efectos negativos desde el punto de vista nutricional atribuidos a los ácidos grasos saturados e hidrogenados y, muy importante, que su costo

sea razonable. La disponibilidad creciente de híbridos de girasol de alto contenido en ácidos grasos monoinsaturados (ácido oleico) permite la obtención de aceites que se adecuan muy bien a los requerimientos de un aceite ideal para fritura.

Existen diferencias sustanciales entre la fritura industrial (snacks como papas chips, papas pre-fritas congeladas, etc.) y la fritura hogareña, de restaurantes y fast-foods. Mientras que en la primera predominan los procesos continuos, reponiéndose aceite fresco a medida que este es consumido 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 degustativa y nutricional). A nivel hogareño, si bien la práctica de reutilizar el aceite no está tan difundida, la posibilidad de hacerlo mediante condiciones de fritura controlada y el uso de aceites resistentes a la oxidación, puede implicar un considerable beneficio económico.

• **Objetivo del estudio**

El presente estudio tiene como objetivo

comparar el comportamiento de cuatro aceites en fritura de papas bastón en condiciones similares a las del fast-foods/restaurantes, desde el punto de vista del rendimiento, la calidad degustativa de la fritura y la calidad nutricional.

• **Metodología y técnicas analíticas**

En este trabajo se describen los aspectos fundamentales que resultaron de un estudio en el cual se comparó la estabilidad en condiciones de fritura de cuatro aceites diferentes; aceite puro de oliva, aceite 100 % girasol, aceite girasol de alto contenido de ácido oleico y aceite parcialmente hidrogenado.

Para el estudio se utilizó un aceite de oliva puro de procedencia española y que se identificó como "Oliva"; un aceite 100 % de girasol convencional correspondiente a la marca de mayor presencia en el mercado chileno, que se identificó como "Girasol convencional";

un aceite de girasol de alto oleico que se identificó como "Natreon" (marca registrada de DowAgrosciences); y un aceite vegetal parcialmente hidrogenado elaborado para procesos de fritura de fast-food, identificado "AVH". Los aceites de Oliva y Girasol convencional fueron adquiridos en el comercio local (Santiago, Chile). El aceite Natreon, fue suministrado por DowAgrosciences Argentina, y el AVH fue obtenido de un proveedor industrial local (Santiago, Chile). La caracterización de la composición de ácidos grasos y de isómeros trans de cada uno de los aceites se realizó en el laboratorio de PROPIA por cromatografía gaseosa en un cromatógrafo Hewlett Packard 6890, utilizando una columna capilar de 50 metros de longitud, 0,25 mm diámetro-Chromopack CP Sil 88, con una temperatura inicial de 185 °C, un tiempo a la temperatura inicial de 3 min, una temperatura final de 230 °C, rampa de 3 °C/min, y un tiempo a la temperatura final de 25 min. Los ácidos grasos fueron identificados por comparación de los tiempos de retención relativos

respecto de los estándares comerciales.

Las frituras se realizaron en el INTA, para lo cual se utilizaron freidoras domésticas (Moulinex A 08 de 2,5 lts) en ciclos de 180 a 100 °C. Cada ciclo consistió en un calentamiento a 180 °C, agregado de las papas, fritura durante 5 minutos, retiro de las papas fritas, y un enfriamiento espontáneo posterior hasta 100 °C. Cada cinco ciclos se agregó un promedio de 70 mL de cada aceite para compensar la pérdida por absorción y/o evaporación. Como producto a freír se utilizaron papas prefritas congeladas comerciales, las que se obtuvieron en el mercado local (Santiago, Chile). En cada ciclo se agregaron 300 g de papas.

Cada cinco ciclos se tomaron muestras de cada aceite y se sometieron a una caracterización analítica de su estado de conservación a través de las siguientes mediciones según procedimientos de la AOCS: determinación de índice de peróxidos

DACAR Instrumental s.r.l.

U t m t z c n y C n t r l n u s t r l
 Un s u s t a n c i a l e s p e r t o s e n s e r v i c i o s i n s t r u m e n t a l e s h a b i l i d a d e s y c o n s t a n t e m e j o r a m i e n t o s e n s e r v i c i o s.

E u s l i r t r
 M a n t e n i m i e n t o , c o n s e r v a c i ó n y r e p a r a c i ó n i n s t r u m e n t a l e s p a r a t r a b a j o s i n d u s t r i a l e s.

U n c m l t f r t s r v c s , y n l s r r l l n n u s t r s c t r s , l e t s y t r u m e s , n t r l s u s n e u n t r n	> UNGE I. S. R. L. S. A. > NI E . S. S. M. D. R. > E C M G S. R. L. S. A. > V I C E N T I N S. R. L. S. A. > S G S G E N T I N S. S. R. L. S. A. > S C E I F L U I S E Y F U S G. R. L. S. A. > M L I N S I E L L T S. A. > N I E J u n	> UNGE S. R. L. S. A. > C E T E C H S. R. L. S. A. > N E S T L E G E N T I N S. R. L. S. A. > T E M I N L S. R. L. S. A. > G S. R. L. S. A. > U Y T T I S. R. L. S. A. > E S L Y F S. R. L. S. A.
---	--	---

r s n t n t n l V l u l s L L S

r. u c l 1 2 5 - 2 2 \$ n L r n z (\$ n t F)
 T. E. F X \$ 7 2 5 7 7 - E - m l c r n s t l n t e m. r

(IP), determinación de sustancias reactivas al ácido tiobarbitúrico (TBARS), determinación de compuestos polares (CP), determinación de acidez libre y absorción a 490 nm. En forma adicional se aplicaron los test comerciales FriTest (Merck cat. 1.10652.0001) y Oxifri-test (Merck cat. 1.10653.0001) para la determinación semicuantitativa del estado de conservación del aceite (Von Zeddelmann, 1973). Estos dos procedimientos analíticos son los utilizados habitualmente en la industria de frituras e indican el estado de conservación del aceite en los niveles "bueno", "todavía bien" y "alterado". Se realizó, además, una evaluación sensorial proximal de las papas fritas en los diferentes aceites preparados, en el ciclo inmediatamente anterior al descarte del aceite de acuerdo a los indicadores analíticos. Se evaluaron las características "sabor", "color", "aspecto visual", "carácter crocante" y "sensación grasa". El panel de evaluación sensorial perteneciente al Grupo de Alimen-

tos del INTA realizó la evaluación de cada parámetro considerando un score + para el atributo en su grado menor y con un score +++++ para el atributo en su grado mayor. Con el conjunto de todas las características evaluadas individualmente se estableció el score final considerando la evaluación del "sabor", "color", "aspecto visual", "carácter crocante", como atributos aditivos, y la "sensación grasa" como atributo sustractivo. La estabilidad de los aceites antes de ser sometidos al procedimiento de fritura se evaluó mediante la determinación del período de inducción (PI) de la oxidación, según el test de Rancimat 679 a 110 °C y con un flujo de aire de 20L/hr.

• **Caracterización de la composición de ácidos grasos de los aceites y de su estabilidad**

Los cuatro aceites utilizados en el proceso de fritura tienen una composición de ácidos grasos muy diferente como se pue-

de apreciar en la Figura 1. El AVH contiene la mayor proporción de ácidos grasos saturados (AGS) (19,4 %) y es el único que presenta isómeros trans y en una proporción significativa (19,1 %). En cambio, Oliva y Natreon muestran una alta proporción de ácidos grasos monoinsaturados (AGMI), 79,5 % y 83,9 %, respectivamente. Natreon presenta, además, el menor contenido de AGS (menos de 6,8%).

El contenido de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI) es alto en el aceite Girasol (64,7 %), menor en el AVH (23,4%) y bajo en Oliva y Natreon (6,5 % y 9,4 %, respectivamente). La composición de ácidos grasos de los aceites guarda estrecha relación con el Período de Inducción (PI) determinado en el Rancimat 679, ya que estos fueron de 6 horas para Girasol, 25 para AVH, 27 para Oliva y 43 horas para Natreon, lo cual indica que este último aceite muestra una alta estabilidad a la inducción de oxidación.



Fabricados en Argentina por:



4B Sudamérica S.A.
componentes para elevadores

arcos 2967 (1429) buenos aires
email: 4bsa@go4b.com

Cangilones de alto rendimiento SUPER STARCO SPS

- Lo último en tecnología
- Cangilones plásticos de PEAD inyectado
- Cangilones de chapa estampada
- Cangilones en nylon y poliuretano inyectado e inoxidable estampado
- Apto para productos de diferente densidad
- Consulte por reforma de elevadores



Distribuye: 
tecnología en procesos a granol

tel/fax: (011) 4701-5075/4702-2364
email: info@hajnal.com.ar

• **Comportamiento de los aceites durante el proceso de fritura**

No todos los test analíticos aplicados constituyeron criterios que permiten definir el momento de descarte del aceite después de un determinado ciclo de frituras. La Figura 2 (A y B) muestra la evolución del IP (Figura 2 A) y de los TBARS (Figura 2 B) de los cuatro aceites. Las curvas muestran un aumento y posteriormente una disminución, que en el caso del IP indica una formación de peróxidos como consecuencia del proceso de oxidación y posteriormente una disminución de estos como consecuencia de la transformación de los peróxidos en otros derivados químicos (carbonilos alifáticos) (Benzie, 1996). Los TBARS, constituyeron principalmente una evaluación de la forma-

ción de malonaldehído y su posterior transformación y/o reacción con el material a freír (Robey & Shermer, 1994). De esta forma, la evolución de estos parámetros analíticos no permitió establecer un criterio objetivo para el descarte de los aceites.

La determinación de la formación de compuestos polares (CP) es utilizada en la legislación de muchos países como criterio para la estimación de la calidad de un aceite en el proceso de fritura (Dobarganes et al., 1988). Esencialmente el procedimiento mide el deterioro estructural de los ácidos grasos y su transformación en estructuras poliméricas con carga eléctrica (polares). Mediante la aplicación de este test, y considerando como criterio de descarte la formación de más de un 24 % de CP, fue posible establecer un criterio más objetivo. La Figura 3 muestra

la evolución de los CP, especificando el criterio de descarte según el porcentaje de formación de CP. Cabe destacar que este criterio resultó muy coincidente con el resultado de la aplicación de los test comerciales Fri-Test y Oxifri-test. La extrapolación en el gráfico, considerando como criterio de descarte del aceite un nivel de CP de 24%, permite estimar que con el aceite Oliva se podrían realizar 39 ciclos de fritura; con el aceite Girasol, 35 ciclos; con el aceite Natreon, 46 ciclos; y con el AVH, 38 ciclos. Estos resultados permiten concluir que el aceite Natreon posee una gran estabilidad térmica, mejor que la del aceite Oliva, superior a la del aceite Girasol convencional, y también superior al AVH. Este último, es el aceite utilizado actualmente por las principales cadenas de comida rápida para la fritura de papas.

La mejor estabilidad térmica de Natreon puede también apreciarse con la evolución de la acidez después de los diferentes ciclos de fritura. La Figura 4 muestra la evolución de la acidez de los cuatro aceites. Considerando el máximo número de ciclos que es posible realizar con cada aceite antes de su descarte, Natreon y AVH alcanzan un grado de acidez inferior a Oliva y Girasol. Cabe destacar que una mayor acidez significa un mayor grado de deterioro por efecto de la temperatura, ya que se produce una liberación de ácidos grasos desde los triglicéridos que forman los distintos aceites, lo cual puede favorecer la formación de humo y/o de sabores indeseables (rancidez hidrolítica).

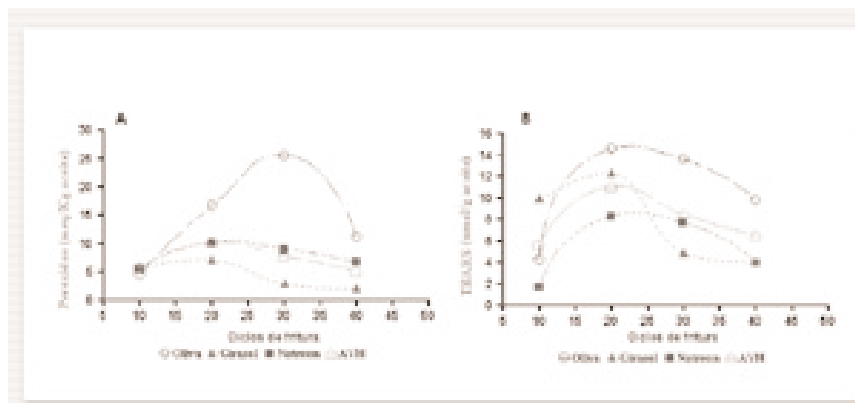


Figura 2 - Evolución del índice de peróxidos (IP) (A) y de los TBARS (B) durante el período de fritura.

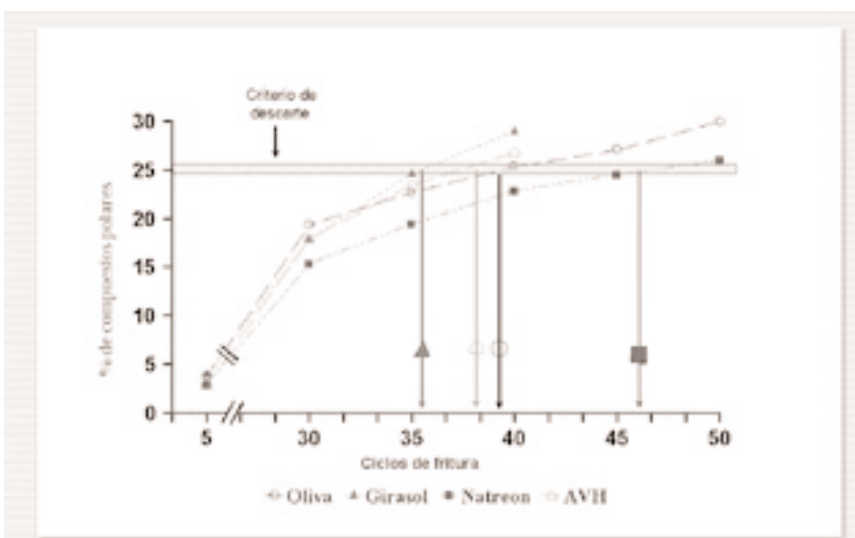


Figura 3 - Evolución de los Compuestos Polares (CP) durante el período de fritura.

La medición de la absorción de los aceites a 490 nm es un parámetro simple que indica la evolución del color de éste con la fritura. Este color es determinado por la variación propia del color del aceite por el efecto térmico y por la coloración que le pueden impartir a éste las papas. Aunque la evolución del color no fue comparada considerando como control el mismo aceite, sino entre los diferentes aceites pero con el mismo producto a freír, es posible estimar que la mayor absorción a 490 nm corresponde a un mayor grado de deterioro comparativo. La Figura 5 muestra la evolución de la absorción a 490 nm de los cuatro aceites. De acuerdo a este criterio y considerando el

mayor número de ciclos de fritura que fue posible aplicar, Natreon y Oliva presentaron una menor formación de productos que absorben a 490 nm.

Otro aspecto interesante es el resultado de la evaluación sensorial del producto de fritura de los cuatro aceites, que se muestra en la tabla I. Al aplicar el test de evaluación sensorial debidamente ponderado (atributos aditivos- atributos sustractivos), las papas fritas en Oliva y Natreon obtuvieron el score final más alto (13+ y 12+, respectivamente). El aceite AVH obtuvo un score intermedio (11+) y el aceite Girasol, el score más bajo (9+). Por lo cual, desde el punto de vista sensorial la fritura de papas con Natreon permite obtener un producto con características prácticamente similares al producto frito en Oliva, aunque con el beneficio adicional de no modificar el sabor de los alimentos y el de un costo mucho menor.

• **Conclusiones**

Del análisis previo puede extraerse las siguientes conclusiones:

- El aceite de girasol alto oleico Natreon presenta el máximo rendimiento, superior en un 31 % al girasol convencional y en un 21 % al AVH.
- El aceite de girasol convencional presenta el menor rendimiento.
- El aceite de girasol Natreon presenta la máxima calidad nutricional, con un 0% de ácidos grasos trans y el menor contenido de ácidos grasos saturados.
- Las frituras efectuadas en todos los aceites utilizados, exceptuando el aceite de girasol convencional, presentan un nivel similar de aceptación degustativa.

• **Agradecimientos**

Los autores agradecen al **Convenio PROPIA-INTA/DowAgrosciences Argentina SA**, el financiamiento parcial del presente trabajo.

• **Bibliografía**

Benzie, I. (1996). Lipid peroxidation: a review of causes, consequences, measurement, and dietary influences. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 46, 233.
 Curb, J., and Reed, D. (1985). Fish consumption and mortality from coronary heart disease. *N. Engl. J. Med.* 313, 821.
 Dobarganes, M., Pérez-Camino, M., and Márquez-Ruiz, C. (1988). High performance size exclusion chromatography of polar compounds in heated and non-heated fats. *Fat Sci. Technol.* 90, 308.

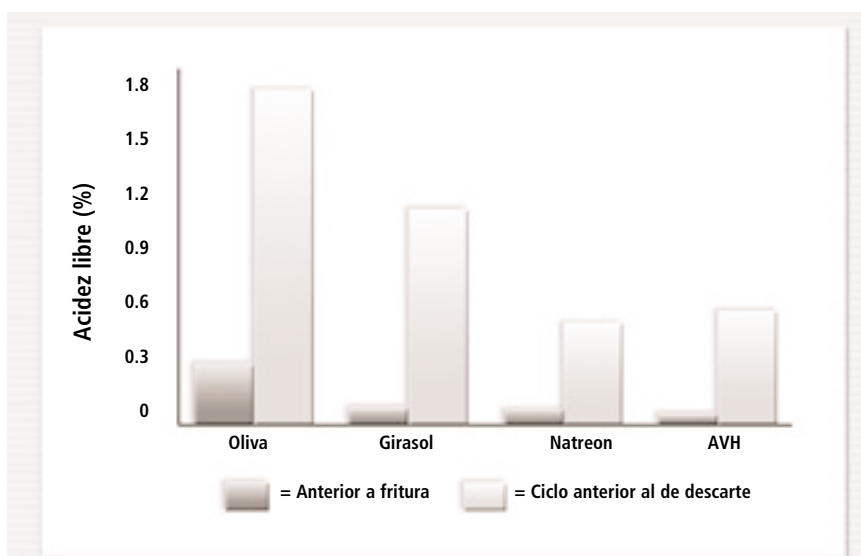


Figura 4 - Evolución de la acidez libre de los diferentes aceites de fritura hasta el ciclo anterior al descarte.

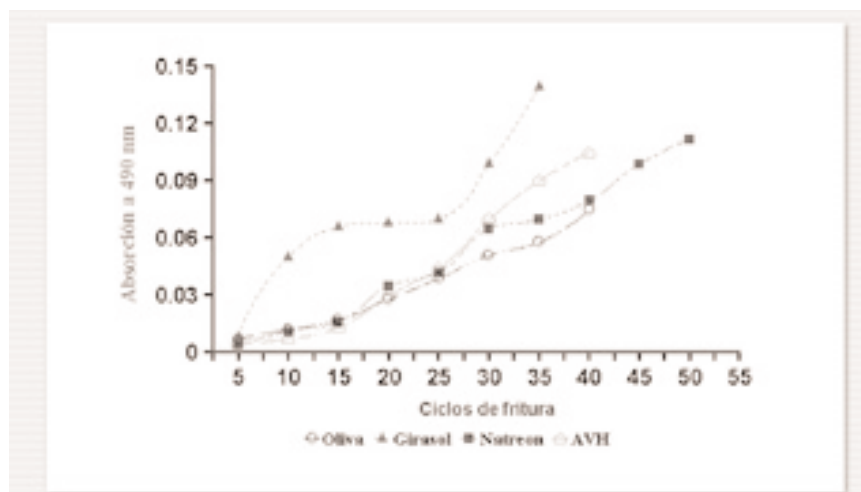


Figura 5 - Evolución de la absorción a 490 nm de los diferentes aceites durante el proceso de fritura.

TABLA 1 – Evaluación sensorial de las papas fritas con diferentes aceites en el ciclo de fritura previo al descarte.

Variable evaluada	OLIVA	GIRASOL	NATREON	AVH
Sabor*	++++	+++	+++	+++
Color*	+++	++	++++	++++
Aspecto Visual*	+++	+++	+++	++++
Carácter Crocante*	++++	+++	++++	+++
Sensación Grasa**	+	++	++	+++
Score Final	13+	9+	12+	11+

* Atributo aditivo - **Atributo sustractivo

Jacobson, G. (1991). Quality control in deep-fat frying operations. *Food Technol.* Febrero, 72.
 Melnick, D. (1957). Nutritional quality of frying fats in commercial use. *J. Am. Oil Chem. Soc.* 34, 578.
 Robey, W., and Shermer, W. (1994). The damaging effects of

oxidation. *Feed Mix* 2, 22.
 Von Zeddelmann, H. (1973). Probleme bei der beurteilung von fritierfetten. *Lebensmittel-rundsch.* 69, 81.
 White, P. (1991). Methods for measuring changes in deep-fat frying oils. *Food Technol.* Febrero, 75.