

Claudia María Ramírez Botero¹; Briana Davahiva Gómez Ramírez¹;
Adriana Cecilia Suaterna Hurtado²; Julián Paul Martínez Galán³;
Luz Margarita Cardona Zuleta¹; Benjamín Alberto Rojano⁴

Resumen

Antecedentes: la concentración de compuestos polares en un aceite es un indicador de deterioro térmico del mismo y de riesgo para la salud, con excepción de algunos aceites en los cuales el aumento de dichos compuesto esta dado por la presencia sustancias benéficas para la salud. Aunque no existe una norma internacional, las investigaciones reportan entre 0,5-3,0% de compuestos polares para aceites previo uso, que dependiendo del compuesto pueden tener efectos benéficos o adversos.

Objetivo: determinar el contenido de compuestos polares totales en aceites uso previo de mayor comercialización en Medellín (Colombia). **Materiales y método:** se analizaron 14 marcas comerciales de aceite (oliva, canola, girasol y mezclas) y se determinó la cantidad de compuestos polares según metodología IUPAC 2000, con modificaciones. **Resultados:** el contenido de compuestos polares fue menor en los aceites de canola ($1,22 \pm 1,70$), seguido por los de girasol ($1,96 \pm 3,30$). Los aceites de oliva y las mezclas de aceite fueron los de mayor contenido ($3,29 \pm 0,14$ y $4,69 \pm 3,90$ respectivamente). En siete muestras, el contenido de estos fue mayor al 3%, y correspondió a los aceites de oliva, las mezclas y una marca de girasol. No se encontraron diferencias significativas entre los promedios según tipo de aceite y marcas. **Conclusiones:** los diferentes tipos de aceites estudiados presentaron un porcentaje de compuestos polares dentro del rango reportado en la literatura.

Palabras clave: aceites, compuestos polares, cromatografía, refinación, ácidos grasos.

- 1 Escuela de Nutrición y Dietética, Grupo de Investigación Impacto de los Componentes Alimentarios en la Salud, Universidad de Antioquia. Medellín-Colombia. claudiamram@yahoo.com
- 2 Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga-Colombia.
- 3 Estudiante Doctorado Alimentos y Nutrición, Universidade Estadual Paulista. Sao Paulo- Brasil.
- 4 Grupo de Investigación Productos Naturales, Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín.

Como citar este artículo: Ramírez Botero CM, Gómez Ramírez BD, Suaterna Hurtado AC, Martínez Galán JP, Cardona Zuleta LM; Rojano BA. Contenido de CP totales en aceites de cocina previo uso más vendidos en Medellín (Antioquia). *Perspect Nutr Humana*. 2012;14: páginas 59-69.

Content of total polar compounds in previously used cooking oils most marketed in Medellín (Colombia)

Abstract

Background: Concentration of polar compounds in cooking oils is an indicator of high temperatures damage and health risks. However, for some oils, the increase of those compounds is due to beneficial health substances. Although there is not an international standard, investigations report between 0,5-3,0% of polar compounds in previously used oil. Depending on the type of compound they may have beneficial or adverse effects. **Objective:** to determine total PC content in previously used cooking oils most marketed in Medellín (Colombia). **Method and materials:** 14 commercial brands of cooking oil were studied (olive, canola, sunflower and blended oils) and polar compound quantity was determined following IUPAC, 2000 methodology, with some modifications. **Results:** PC content was lower in canola oils ($1,22\pm 1,70$), followed by sunflower oils ($1,96\pm 3,30$). Olive and blended oils presented the highest content of PC ($3,29\pm 0,14$ and $4,69\pm 3,90$ respectively). In 7 samples, PC content was higher than 3%. This percentage corresponded to olive, blended and one brand of sunflower oil. No significant differences were found among PC averages according to oil type and brand. **Conclusion:** the different types of cooking oil studied showed a percentage of CP within the range reported in the literature.

Keywords: oils, polar compounds, chromatography, refinement, fatty acids.

INTRODUCCIÓN

Los compuestos polares (CP), según la Norma Técnica Colombiana (NTC 5225), incluyen sustancias presentes en grasas no sometidas a altas temperaturas, tales como monoglicéridos, diglicéridos y ácidos grasos libres, al igual que los productos originados durante el calentamiento (1). La mayoría de los aceites previo uso contienen principalmente triglicéridos, por lo que se consideran no-polares aún después de la refinación, algunos aceites contienen entre 0,5-3% de CP debido, principalmente, a la presencia de ácidos grasos libres que pueden conferir cierta polaridad a los aceites frescos (2-3). Estos ácidos grasos libres son los residuos tras la aplicación de altas temperaturas y vapor de agua en el proceso de refinación, especialmente durante los tratamientos de neutralización y desodorización. En la neutralización, el aceite es tratado con químicos y agua o vapor para retirar ácidos grasos libres, fosfolípidos y otra serie de compuestos como acilglicerol, fosfátidos, pigmentos, esterol,

productos de la oxidación de esterol, tocoferol, hidrocarburos, metales traza y posibles contaminantes (4). La disminución de estos compuestos evita reacciones poco deseables durante la fritura, como la formación de espuma y el rápido oscurecimiento por su acción prooxidante (5). La refinación disminuye la cantidad de CP, sin embargo, si no se realiza monitoreo y control del procedimiento, el tratamiento con vapor puede llevar a una alteración hidrolítica, aumentando la proporción de ácidos grasos libres, de diacilglicéridos y otras sustancias polares (6). Si la eliminación de CP no es efectiva podrían quedar en el aceite, luego del refinamiento, incluso más del 3% de estos compuestos con efectos adversos para la salud; sin embargo, existe otro tipo de CP propios de los aceites con efectos positivos para la salud (7). Por ejemplo, el aceite de oliva contiene naturalmente compuestos como terpenos, carotenoides, clorofilas, tocoferol que le dan la coloración característica, compuestos fenólicos (entre 50-500 mg/kg) y volátiles (aldehídos, cetonas y ésteres) responsables del aroma (8-9). Todos estos modifican la polaridad,

dependiendo del grado de refinación del mismo (10-11), por lo cual sería normal encontrar un valor alto de CP. Además de la composición natural del aceite y el proceso de refinación, la presencia de monómeros, dímeros y triglicéridos oxidados, puede verse incrementada por las condiciones y el tiempo de almacenamiento de los aceites, previo uso (12).

La cuantificación de CP sirve como parámetro para evaluar la calidad de los aceites comestibles que han sido sometidos a algún tipo de fuente térmica (13). El aumento de CP modifica las propiedades nutricionales y sensoriales del aceite posterior al calentamiento (14), además el contenido de estos es un indicador de la vida útil y sirve para establecer la calidad del aceite sometido a calentamiento (15). Por otra parte, algunos investigadores han reportado que cuando se suministran altas cantidades de CP a animales de experimentación, presentan retraso en el crecimiento fetal, hipertrofia o hiperplasia hepática, hígado graso, úlceras gástricas y lesiones tisulares en corazón y riñón (16-17).

En los países europeos los CP se miden como indicador de deterioro debido al calentamiento, pero en aceites, previo uso posterior al refinado y dispuesto para la comercialización su cuantificación sirve de base al evaluarse posteriormente en fritura. Actualmente la evaluación de los aceites posterior al refinado incluye varios índices: cantidad de peróxidos, ácidos grasos libres, restos de la saponificación y presencia de metales (18); en Colombia no se realiza cuantificación de CP totales, sin embargo, se ratifica que puede ser un indicador inicial de la calidad de los aceites que depende además del tipo de aceite empleado (19). La selección de aceites, previo a su uso, con bajo contenido de estos compuestos formados por termooxidación y no de origen natural (como tocoferoles y terpenos) es importante para evitar aceleración en su deterioro y, consecuentemente, tener una adecuada calidad en los alimentos sometidos a fritura (12). Las diferencias iniciales en la composición de los aceites dependen de un gran número de variables, a saber: control durante

la refinación, disponibilidad de la planta de origen, costos de producción, propiedades nutricionales, las cuales se tienen en cuenta para el uso posterior (6).

En Medellín existe una alta comercialización de marcas de aceite, que pueden agruparse en cuatro clases: cocina (por lo general son mezclas vegetales), girasol, oliva y canola; siendo las mezclas de aceites vegetales los aceites más comprados por la población (promedio 44%), seguido de girasol (promedio 37%). En Colombia las normas obligatorias sobre grasas y aceites no tienen establecido como criterio de control el contenido de CP (20), además, existen pocas investigaciones sobre la calidad de las grasas y aceites que consume la población. En el 2010 la Asociación Colombiana de la Industria de Grasas y Aceites Comestibles (Asograsas) denunció la ilegalidad en el expendio de grasas y aceites, centrada principalmente en la práctica de re-ensasar aceites, conocida como “cartel de los aceites comestibles”, por la falta de control y ausencia de los estándares de salubridad en los procesos industriales, que ponen en riesgo la salud del consumidor. Un estudio realizado por la Pontificia Universidad Javeriana (21) en muestras de aceites provenientes de la industria formal e ilegal encontró que uno de cada cinco aceites en el mercado proviene de la industria ilegal, es decir, un 20%. Por tanto, un aceite previo uso bajo inadecuados procesos de manipulación, expuesto a la luz y fuentes de calor, en recipientes inadecuados y/o con residuos de agua, puede contener una elevada cantidad de CP.

El objetivo de este estudio fue determinar el contenido de CP totales en algunos aceites de consumo en Medellín previo uso, que sirva de base para la cuantificación de estos compuestos en investigaciones posteriores en aceites de fritura.

MATERIALES Y MÉTODOS

Muestras

Se analizaron 14 marcas comerciales de aceite previo uso (dos tipo oliva extra virgen, tres de canola,

cuatro de girasol y cinco de mezclas). Los aceites tipo mezclas tenían la siguiente composición: soya y/u oleína de palma y/o algodón y/o maíz y/o girasol. La selección de las marcas se basó en los reportes de venta de una cadena de supermercados de reconocimiento en la ciudad de Medellín y se definió el número de marcas que correspondía a más de 90% de las ventas.

Los aceites se codificaron como O1, O2 para los aceites de oliva, C1, C2, C3 para los de canola, G1, G2, G3, G4 para los de girasol y M1, M2, M3, M4, M5 para las mezclas, almacenados en frasco ámbar a temperatura ambiente (25°C) hasta su análisis.

Se analizaron, por triplicado, cada una de las muestras, para un total de 42.

Tipo de estudio: descriptivo

Determinaciones analíticas

La obtención de las fracciones polares se realizó mediante extracción en fase sólida en colector de vacío, utilizando el método descrito por Dobarganes y acogido por la IUPAC con algunas modificaciones (13).

Preparación de la muestra: 1 g de cada muestra de aceite se disolvió en 8 ml de mezcla éter de

petróleo: éter dietílico (9:1) y se agitó en vortex por un minuto.

La sílica 60 (0,063-0,200mm), se secó a 160°C por 4 horas, y se prepararon cartuchos con 5 g de sílica. Se estabilizó la columna con 15 ml de la mezcla acetato de etilo: éter dietílico (9:1). Se aplicó la muestra preparada, dosolviendo con 60 ml de éter de petróleo: éter dietílico (9:1), en colector de vacío para obtener la fracción apolar. Posteriormente se adicionaron 50 ml de éter dietílico para la obtención de la fracción polar.

Limpieza de columna: después de cada corrida se realizó limpieza del cartucho con 20 ml de acetato de etilo: éter de petróleo (9:1), haciendo recambio de columna cada tres eluciones. Se verificó la eficiencia de separación después de cada corrida por cromatografía en capa fina (TLC) en sílica gel 60 (5x10cm 0,25mm de espesor) (22). Ver Figura 1.

Análisis estadístico

El contenido de CP totales fue reportado en porcentaje junto a su desviación estándar, después de promediar el triplicado de muestras. Se realizó una exploración de los datos para verificar el supuesto de normalidad, aleatoriedad y homocedasticidad,

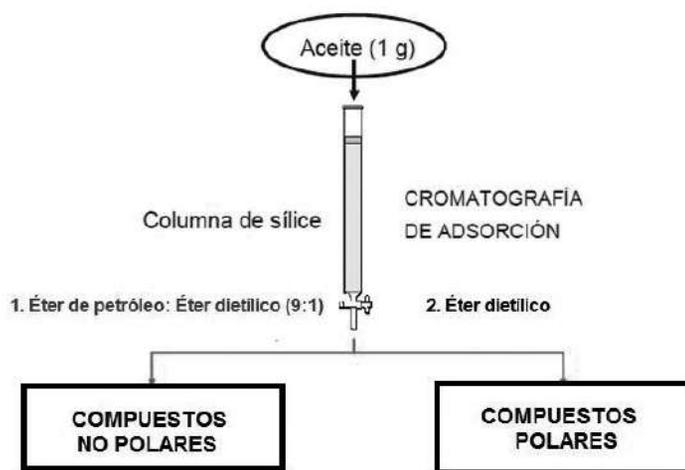


Figura 1. Metodología para la separación de CP y no polares de los aceites.

usando la prueba de Rachas, Shapiro Wilk y estadístico de Levene, respectivamente. Las diferencias en el contenido de CP entre los distintos tipos de aceites fueron analizadas mediante las pruebas de varianza (ANOVA) o Kruskal Wallis según normalidad de datos. Se realizó prueba T para contrastar la diferencia entre la media de los resultados y la descrita por análisis bibliográfico, establecido como 3%. Los datos obtenidos fueron reportados como media. Para el análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico SPSS v 19.0. Se consideró significativa $p < 0,05$.

RESULTADOS

En el análisis de exploración, los datos cumplieron los supuestos de aleatoriedad y homogeneidad, para la normalidad el aceite de girasol mostró un valor de $p=0,005$ en la prueba de Shapiro Wilk. Esto se debe a un dato atípico dentro de este tipo de aceite ($G2= 6,90\%$), el cual sobrepasa hasta 23 veces el promedio de los otros datos dentro de este conjunto (promedio de $G1, G3$ Y $G4= 0,30\%$).

La media del contenido de CP de las 14 muestras de aceites y por grupo se presenta en la tabla. El contenido de CP fue menor al 3% en la mitad de las muestras de aceites analizadas (7 de 14), y el promedio general de CP fue de 2,99%, siendo los aceites de oliva y los de mezclas de aceites vegetales los que presentaron una mayor cantidad en el contenido promedio.

Los aceites que mostraron menor contenido de CP fueron los de canola (media $1,2 \pm 1,7$) seguidos por los de girasol (media $2,0 \pm 3,3$). Los de oliva y las mezclas de aceite fueron los de mayor contenido de CP ($3,3 \pm 0,14$ y $4,7 \pm 3,9$ respectivamente). Las desviaciones estándar más amplias las presentaron el promedio de mezcla de aceites, seguido de las de girasol, siendo desviaciones extensas para el parámetro estudiado. Esto sucede en la mezclas de aceites, por la amplitud del rango (0,3-10,5%) de CP según la marca de aceite y por un dato atípico

Tabla. Porcentaje de CP de aceites sin utilizar de mayor comercialización en Colombia.

Muestra		CP totales
Tipo Aceite	Código	$X \pm DE$ %
Oliva	O1	$3,2 \pm 0,1$
	O2	$3,4 \pm 0,2$
Promedio oliva		$3,3 \pm 1,5$
Mezclas	M1	$0,3 \pm 0,2$
	M2	$10,5 \pm 2,0$
	M3	$6,0 \pm 0,6$
	M4	$3,9 \pm 0,1$
	M5	$2,3 \pm 0,6$
Promedio mezclas		$4,6 \pm 3,7$
Girasol	G1	$0,4 \pm 0,2$
	G2	$6,9 \pm 0,7$
	G3	$0,4 \pm 0,1$
	G4	$0,1 \pm 0,1$
Promedio girasol		$2,0 \pm 3,0$
Canola	C1	$0,1 \pm 0,1$
	C2	$0,3 \pm 0,2$
	C3	$3,2 \pm 0,3$
Promedio Canola		$1,2 \pm 1,5$
Promedio general		$2,9 \pm 3,1$

de (6,9%) para el promedio de las marcas de aceite de girasol (Figura 2).

Al comparar el contenido de CP por grupo no se encontraron diferencias significativas, con un 95% de confianza (ANOVA $p=0,47$). Así mismo, la prueba de Kruskal Wallis mostró que los resultados de los promedios son similares ($p=0,34$).

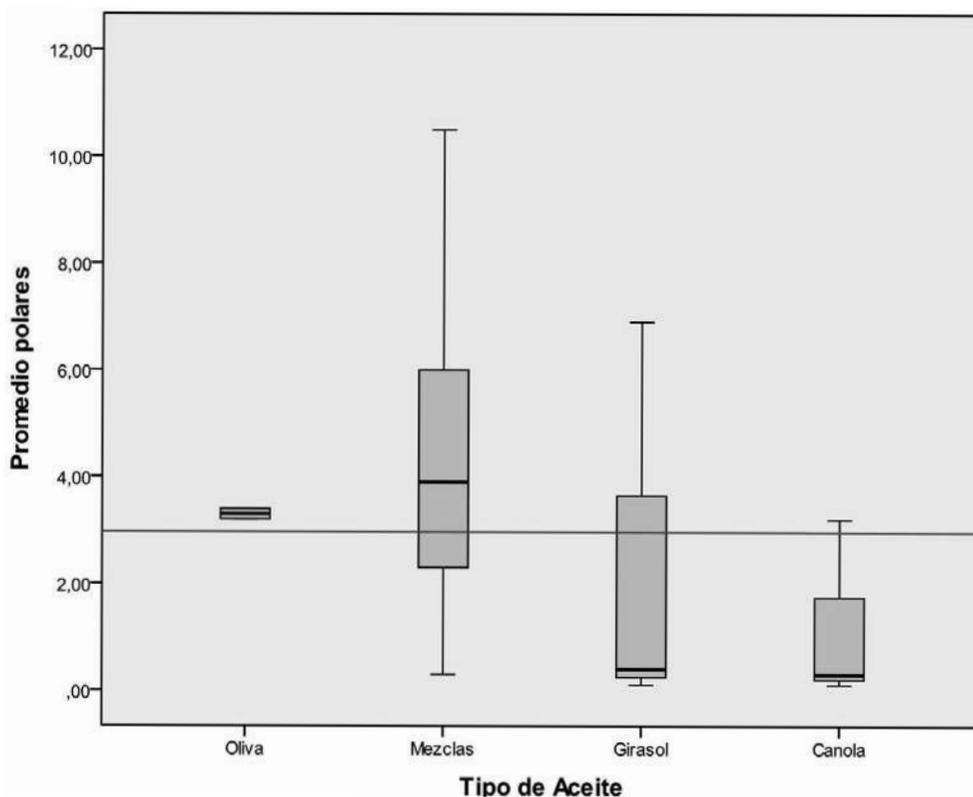


Figura 2. Diagrama de cajas del promedio de CP según tipo de aceite previo uso de mayor comercialización en Medellín.

DISCUSIÓN

En la presente investigación se cuantificó el porcentaje de CP de algunos aceites de alto consumo en Medellín. Teniendo en cuenta las limitaciones debido a que no se contó con un estándar de comparación para verificar la cuantificación total de CP, no se analizaron todos los tipos de aceites ofrecidos en el mercado de uso doméstico, además solo se tuvo en cuenta una cadena de supermercados que pueden reducir variedad de marcas. Las etiquetas de los aceites estudiados reportan no contener tocoferoles y vitamina A, tampoco reportaron CP en conjunto, los cuales, como se mencionó anteriormente, tienen efectos diferentes para la salud según el compuesto.

El estudio realizado es un punto de partida para futuras investigaciones, en especial en aceite previo uso, puesto que el estudio de CP se ha centrado en gran medida en la investigación de grasas o aceites que han sido sometidos a procesos de calentamiento, como ocurre en fritura; sin embargo, para que un aceite llegue al punto de 25% de CP para su descarte debe pasar un número variable de ciclos de fritura, dependiendo de las condiciones de la misma y la composición inicial del aceite empleado (22). Por tanto, si el aceite previo uso presenta un porcentaje elevado de CP originados por hidrólisis debido a procesos incorrectos en la refinación, presentará descomposición más rápida que uno que contenga menor cantidad de CP iniciales (23). En

este estudio se observó que la mitad de las muestras analizadas se encontraron dentro de los rangos que la literatura reporta para un aceite previo uso (menos de 3%) (2-3); sin embargo, no se hallaron diferencias significativas en el contenido de CP en los distintos tipos de aceites analizados.

Dentro de las muestras que exceden el rango de 3% de CP, la mayoría pertenecen a las mezclas de aceite y aceite de oliva (5 de 7 muestras); en este último grupo el contenido de CP fue de 3,2%; valor inferior al promedio en otros aceites estudiados (23-24). Por ejemplo, Sánchez, en 1999 (24), reporta que por cromatografía de exclusión para el aceite de oliva la cantidad de CP fue de 3,6% y Bastidas en el 2002 (23), por un método de análisis similar al del presente estudio reportó 3,6%, Karakaya (25), reportó 3,98%, con metodología distinta a la de este estudio. Incluso se ha llegado a cuantificar hasta 6,2% para el aceite previo uso (26), lo que indica que hay gran variabilidad en la cantidad de CP reportados en aceite de oliva. Como ya se mencionó, el contenido de CP totales varía considerablemente, principalmente en el aceite de oliva, en especial de tipo extravirgen, como el usado en esta investigación, atribuible en gran parte a la presencia de sustancias polares endógenas, como los terpenos, carotenoides, clorofilas, tocoferoles, compuestos fenólicos y volátiles; algunas de estas sustancias con un alto potencial antioxidante y que ingeridas en una dieta habitual tienen efectos benéficos en la salud humana (27). Por lo tanto, aunque en el presente estudio se ubicó en el segundo tipo de aceite con mayor cantidad de CP, estos no son considerados perjudiciales como sí los pueden llegar a ser los monómeros, dímeros y triglicéridos oxidados (28).

En esta investigación no se realizó la determinación de la clase de CP existentes en cada tipo de aceite, por esta razón no se puede asegurar que los aceites de oliva comercializados en Colombia tengan menor cantidad de CP endógenos, si lo comparamos con otros estudios. Los aceites de oliva se consideran benéficos aunque presenten un alto

porcentaje de CP, en el cual se incluyen los polares endógenos; por lo que el uso del aceite de oliva no se recomienda en tratamientos térmicos drásticos, debido a que el calentamiento podría acelerar rápidamente la degradación de sus CP endógenos, recomendándose como aditivo en la mesa (5,29). En consecuencia, el aceite de oliva en su mayoría se consume fresco con una cantidad de CP inocua para la salud.

El tipo de aceite que presentó mayor cantidad de CP (4,6%,) fueron las mezclas vegetales, teniendo en cuenta que también mostró rangos amplios entre 0,3-10,5%, con la desviación estándar también más alta ($\pm 3,7$), siendo el grupo más heterogéneo en la cantidad de estos compuestos. En las bases de datos consultadas solo se encontró la investigación de Karakaya (25), en la que se cuantificaron los CP en este tipo de aceite bajo una metodología similar a la usada en este estudio, dando como resultado 3,6%. Esta diferencia de 1% entre el reporte de Karakaya y el presente estudio puede deberse, en gran parte, al tipo de mezcla de aceite utilizado. Normalmente la industria alimentaria usa este tipo de aceite por su alta estabilidad térmica, atribuida al contenido de ácidos grasos saturados (palma, coco) que soportan altas temperaturas y tiempos de fritura prolongados, pero desde el punto de vista nutricional podrían estar asociados con alteraciones del perfil lipídico por aumento de las LDL y disminución de las HDL (30-31). Las mezclas de aceites de mayor grado de instauración (girasol, soja, canola) presentan desventajas en su estabilidad térmica; sin embargo se podría lograr un aceite con una combinación de ácidos grasos más saludable y a la vez que soporte algunos procesos de fritura (6,32). Por este motivo, cada empresa realiza la mezcla vegetal que considere adecuada para que el aceite cumpla con las características de estabilidad y rendimiento (33), así, las mezclas de aceites vegetales son por excelencia los de mejor acogida en los hogares y en sitios comerciales para la preparación de alimentos, sumado a su bajo costo.

Los resultados pueden verse afectados debido a que en algunos lugares se comercializan aceites reutilizados, reenvasados o que no cumplen las condiciones sanitarias de almacenamiento y manejo. Esta práctica ilegal, no controlada, afecta al consumidor casero e industrial, y en muchos casos estos tipos de aceites se venden con la denominación de mezcla de aceites con marcas propias para su comercialización (21). Si se considera que el 20% de las ventas de aceite en Medellín se ven afectadas por esta práctica, se explicaría el porqué en algunos aceites se pueden encontrar altos porcentajes de CP. El rango de amplitud y heterogeneidad observado en algunas marcas y en especial en el grupo de mezclas puede deberse a procesos inadecuados y no controlados durante la refinación o durante la mezcla, almacenamientos no aptos, malos manejos del aceite o reflejar de algún modo esta problemática que aún no está controlada por los entes reguladores (4).

Los aceites de girasol y canola fueron los grupos que presentaron la menor cantidad de CP (2,0 y 1,2%) respectivamente, valores dentro del rango reportado en la bibliografía en aceites previo uso. Para el aceite de girasol, otras investigaciones (25, 34) han reportado porcentajes de 3,4-3,7%, incluso hasta de 5,1% de CP con metodologías comparables. Estas diferencias pueden deberse a la variabilidad de cultivos y combinaciones genéticas realizadas en las plantas de girasol para disminuir el contenido de saturados e incrementar los insaturados, como también a la cantidad de fosfolípidos presentes en el aceite sin uso previo, que en la mayoría de los casos el proceso de desgomado en la refinación no los reducen adecuadamente. El dato atípico dentro de este grupo ($G_2=6,9\%$) posiblemente se debe a un inadecuado proceso de refinación (35). Para el aceite de canola no se encontraron estudios comparables.

Otros investigadores (23,25,36) han estudiado la cantidad de CP en aceites previo uso de soya y maíz; aunque en Medellín también son altamente comercializados no están dentro del 90% consumido por la población, por lo que no fueron incluidos. En estudios

reportados para el aceite de soya previo uso se han determinado una cantidad de CP de 2,7% (25), 3,3% (36), 6,3% (37) y hasta más de 10% por otro método (23). Estas cifras demuestran la variabilidad de CP en los aceites y cuya cuantificación se afecta por el tipo metodología usada. También Karakaya (25), reportó 3,0% para aceite fresco de maíz alto porcentaje de tocoferoles, como ocurre en el aceite de oliva.

Se concluye, en este primer abordaje, que algunos de los aceites previo uso de mayor consumo en Medellín para uso doméstico, que representan el 90% de los aceites comercializados en una cadena de supermercados de la ciudad, tienen un porcentaje de CP dentro del rango reportado en la literatura, sin caracterización de los mismos. Sin embargo, se recomienda tener precaución en el momento de la compra de aceites, verificando el empaque, sellos de calidad, empresa refinadora, color del mismo, lugar donde se comercializa y precio, en especial en el tipo mezcla de aceites (38), pues la composición inicial del aceite tiene una gran influencia en el proceso de fritura y en las características de estabilidad contra la oxidación y descomposición (6). La calidad de los alimentos fritos, no solo depende del tipo de alimentos y condiciones de fritura, sino también del aceite usado para freír. La selección de aceites de buena calidad inicial es de gran importancia para evitar aceleración en su deterioro y, consecuentemente, tener una alta calidad en los productos fritos que serán ingeridos por el consumidor (38).

Una de los limitantes de este estudio fueron las pocas fuentes bibliográficas que muestran el contenido y la composición de CP en aceites previo uso en Colombia, pues la mayoría de investigaciones dirigidas al estudio de estos compuestos se centran en el ámbito de la fritura, por lo tanto, siempre el contenido de CP inicial se realiza como referente comparativo sin determinar el tipo de CP cuantificados y las razones de su formación.

En conclusión, el contenido de CP en los aceites examinados estuvo dentro del rango reportado en aceites en otros países. Se recomienda seguir con

el estudio de la calidad nutricional y de compuestos xenotóxicos en el área de grasas y aceites, en especial en aceites no certificados para uso doméstico e industrial, incluyendo otras marcas de aceites y otros centros de comercialización masiva de Medellín, además realizar la caracterización de los CP presentes y sus efectos en la salud.

CONFLICTO DE INTERESES

La publicación de los resultados no menciona ningún supermercado ni marcas de aceites en particular,

así como tampoco brinda información que pueda inducir a alguna identificación de ellos.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue financiado por el Comité para el Desarrollo de la Investigación (CODI) y el Centro de Investigación en Alimentación y Nutrición (CIAN) de la Universidad de Antioquia. También se agradece al Laboratorio Ciencia de Alimentos de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, por permitir el desarrollo experimental.

Referencias

1. Icontec. Grasas y aceites animales y vegetales: determinación del contenido de compuestos polares: NTC 5225. Bogotá; 2003.
2. Dobarganes MC, Velasco J, Dieffenbacher A. Determination of polar compounds, polymerized and oxidized triacylglycerols and diacylglycerols in oils and fats: results of Collaborative Studies and the Standardized Method (IUPAC). *Pure Appl Chem.* 2000;72:1563-75.
3. Bilancia MT, Sikorska E, Pasqualone A. Correlation of triacylglycerol oligopolymers and oxidised triacylglycerols to quality parameters in extra virgin olive oil during storage. *Food Res Int.* 2007;40:855-61.
4. Ubhayasekera S.JKA, Dutta PC. Sterols and oxidized sterols in feed ingredients obtained from chemical and physical refining processes of fats and oils. *J Am Oil Chem Soc.* 2009;86:595-604.
5. Pérez-Camino MC, Ruiz-Méndez MV, Márquez-Ruiz G, Dobarganes MC. Aceites de oliva vírgenes y refinados: Diferencias en componentes menores glicéricos. *Grasas Aceites.* 1993;44:91-6.
6. Hazebroek JP. Analysis of genetically modified oils. *Progr Lipid Res.* 2000;39:477-506.
7. Gerde JA, Hardy CL, Hurburgh CR, White P. Rapid determination of degradation in frying oils with near-infrared spectroscopy. *J Am Oil Chem Soc.* 2007;84:519-22.
8. Dellagli M, E B. Minor polar compounds of olive oil: composition, factors of variability and bioactivity. *Stud Nat Prod Chem.* 2007;27:697-734.
9. Koprivnjak O, Skevinb S, Petricević K, Bubolad B, Mokrovcaqb Z. Bitterness odor properties and volatile compounds of virgin olive oil with phospholipids addition. *Food Sci Technol Int.* 2009;42:50-5.
10. Colomer F. Efectos antioxidantes del aceite de oliva y de sus compuestos fenólicos. [Tesis Doctoral]. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de Medicina; 2003. [citado enero de 2012]. Disponible en: <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/4431/mfc1de1.pdf?sequence=1>
11. Librelotto J, Bastida S, Serrano A, Cofrades S, Jiménez-Colmenero F, Sánchez-Muniz FJ. Changes in fatty acids and polar material of restructured low-fat or walnut-added steaks pan-fried in olive oil. *Meat Sci.* 2008;80:431-41.

Compuestos polares en aceites de cocina

12. Marmesat S, Velasco L, Ruiz MV, Fernández JM, Dobarganes C. Thermostability of genetically modified sunflower oils differing in fatty acid and tocopherol compositions. *Eur J Lipid Sci Technol*. 2008;110:776-82.
13. Hein M, Henning H, Isengard HD. Determination of total polar parts with new methods for the quality survey of frying fats and oils *Talanta*. 1998;47:447-54.
14. Kita A, Lisinska G. The influence of oil type and frying temperatures on the texture and oil content of French fries. *J Sci Food Agric*. 2005;15:2600-04.
15. Hara K, Hasegawa K, Endo Y, Fujimoto K. Polymer and polar material content determination as basis for assessing thermally oxidative deterioration of soybean oil for potato heat cooking. *Yukagaku*. 1999;43:57-60.
16. Athias P, Ribot E, Grynberg A, Sebedio JL, Grandgirard A. Effects of cyclic fatty acid monomers on the function of cultured rat cardiac myocytes in normoxia and hypoxia. *Nutr Res*. 1992;6:737-45.
17. Joffre F, Martin JC, Genty M, Demaison L, Loreau O, Noël JP, et al. Kinetic parameters of hepatic oxidation of cyclic fatty acid monomers formed from linoleic and linolenic acids. *J Nutr Biochem*. 2001;12:554-8.
18. Onwumere F PR, Truong J. Methods and devices for measuring total polar compounds in degrading oils. Patent application publication. St Paul, MN: Innovative Properties Company; 2008 [citado enero de 2012]. Disponible en: <http://www.freshpatents.com/Methods-and-devices-for-measuring-total-polar-compounds-in-degrading-oils-dt20070301ptan20070048871.php2008>.
19. Ruiz-Méndes MV, Dobarganes MC. Oil refining. Sevilla: Instituto de la Grasa; 2011. [citado enero de 2012]. Disponible en: <http://lipidlibrary.aocs.org/frying/c-refining/index.htm>.
20. Colombia. Ministerio de Salud. Resolución 000126 de 1964 por la cual se dictan normas sobre la elaboración y control de grasas y aceites comestibles para consumo humano. Bogotá; 1964. [citado enero de 2012]. Disponible en: <http://tinyurl.com/cqe5amw>.
21. Asograsas. El cartel del aceite pirata. Bogotá; 2010. [citado enero de 2012]. Disponible en: <http://www.citytv.com.co/videos/207872/asi-operan-los-carteles-de-aceites-comestibles>.
22. Dobarganes MC, Velasco J, Márquez-Ruiz G. La calidad de los aceites y grasas de fritura. *Alim Nutr Salud*. 2002;9:109-18.
23. Bastida S, Sánchez-Muniz FJ. Polar content vs. TAG oligomer content in the frying-life assessment of monounsaturated and polyunsaturated oils used in deep-frying. *J Am Oil Chem Soc*. 2002;79:447-51.
24. Sánchez-Muniz FJ, Bastida S, González-Muñoz MJ. Column and high-performance size exclusion chromatography applications to the in vivo digestibility study of a thermoxidized and polymerized olive oil. *Lipids*. 1999;34:1187-92.
25. Karakaya S, Ebnem S. Changes in total polar compounds, peroxide value, total phenols and antioxidant activity of various oils used in deep fat frying. *J Am Oil Chem Soc*. 2011;88:1361-6.
26. Sánchez-Gimenoa AC, Negueruela AI, Benito M, Verceta A, Oria R. Some physical changes in Bajo Aragón extra virgin olive oil during the frying process. *Food Chem*. 2008;110:654-8.
27. Kalogeropoulos N, Chiou A, Mylona A, Ioannou MS, Andrikopoulos NK. Recovery and distribution of natural antioxidants (α-tocopherol, polyphenols and terpenic acids) after pan-frying of Mediterranean finfish in virgin olive oil. *Food Chem*. 2007;100:509-17.
28. Gomes T, Delcuratolo D, Michele Paradiso V. Pro-oxidant action of polar triglyceride oligopolymers in edible vegetable oils. *Eur Food Res Technol* 2008;226:1409-41.
29. Ancin MC, Martínez MT. Estudio de la degradación de los aceites de oliva sometidos a fritura I: Determinación estadística del parámetro que mejor cuantifica esta degradación. *Grasas Aceites*. 1991;42:22-31.

30. Tarino PW, Sun Q, Hu FB, Krauss RM. Meta-analysis of prospective cohort studies evaluating the association of saturated fat with cardiovascular disease. *Am J Clin Nutr.* 2010;91:535-46.
31. Strup A, Dyerberg J, Elwood Pet, Hermansen K. The role of reducing intakes of saturated fat in the prevention of cardiovascular disease: where does the evidence stand in 2010? *Am J Clin Nutr.* 2011;93:684-8.
32. FAO. Selección de usos de las grasas y de los aceites en la alimentación Roma, 2005. [citado enero de 2012]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/V4700S/v4700s0a.htm>.
33. Gunstone FD. *Vegetable oils in food technology: composition, properties and uses.* 2 ed. New York: Blackwell Publishing Ltd; 2011.
34. Cuesta O, Sánchez FJ, López S, Garrido MC, García L. Alteración termoxidativa en un aceite de girasol utilizado en 75 frituras de patatas: Efectos de su inclusión en dietas sobre crecimiento e ingesta en ratas. *Grasas Aceites.* 1993;44:263-9.
35. Botega DZ, Bastida S, Marmesat S, Pérez-Olleros L, Ruiz-Roso B, Sánchez-Muniz J. Carob fruit polyphenols reduce tocopherol loss, triacylglycerol polymerization and oxidation in heated sunflower oil. *J Am Oil Chem Soc.* 2009;86:419-25.
36. Cruzian JL, Inhamuns AJ, Barrera Arellano D. Determinación de compuestos polares por TLC-FID en aceites refinado y semi-hidrogenado de soja sometidos a calentamiento prolongado. *Grasas Aceites.* 1997;48:148-53.
37. Pambou NP, Nzikou J, Matos L, Ndangui C, Kimbonguila A, Abena A, et al. Comparative study of stability measurements for two frying oils: soybean oil and refined palm oil. *Adv J Food Sci Technol.* 2010;2:22-7.
38. Rossi M, Alamprese C, Ratti S. Tocopherols and tocotrienols as free radical-scavengers in refined vegetable oils and their stability during deep-fat frying. *Food Chem.* 2007;102:812-7.