



Los ácidos grasos omega-3 y 6 en diferentes matrices de alimentos por cromatografía gaseosa

Omega-3 and 6 fatty acids in different food matrices by gas chromatography

Nuris Iglesias León ^{1*} , Dalila Cárdenas Hernández ² 

¹ Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología. La Habana, Cuba

² Universidad de Ciencias Médicas de la Habana. Facultad de Tecnología de la Salud. La Habana, Cuba.

***Autor para la correspondencia:**
niglesias@infomed.sld.cu

Recibido: 15 de agosto del 2024
Aceptado: 26 de agosto del 2024

Citar como:

Iglesias-León N, Cárdenas-Hernández D. Los ácidos grasos omega-3 y 6 en diferentes matrices de alimentos por cromatografía gaseosa. Rev. Cubana Technol. Salud [Internet]. 2024 [citado:];15(2):e4355. Disponible en: <http://www.revtecnologia.sld.cu/index.php/tec/article/view/4355>

RESUMEN

Introducción: los ácidos grasos esenciales son vitales para la salud humana y deben ser obtenidos a través de la dieta, pues que el organismo no puede sintetizarlos. Este estudio se centra en los ácidos grasos omega-3 y omega-6 en diversas matrices alimenticias, dado que la ingesta adecuada es crucial para prevenir enfermedades crónicas y mantener la salud celular. **Objetivo:** identificar la presencia de ácidos grasos esenciales en diferentes muestras de alimentos mediante cromatografía de gases, para la contribución nutricional. **Método:** estudio descriptivo transversal en el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología de Cuba durante el primer trimestre de 2024. Se analizaron muestras de pescado arenque, queso Gouda, leche entera en polvo y chocolate en polvo. La extracción de grasas se realizó con la utilización de disolventes adecuados, y los ácidos grasos fueron cuantificados mediante la cromatografía de gases con un detector de ionización de llama. **Resultados:** los análisis revelaron que el pescado es una fuente rica en ácidos grasos omega-3 y omega-6, mientras que el queso Gouda y la leche en polvo no presentaron contribuciones significativas de estos nutrientes. El polvo de cacao también mostró bajos niveles de ácidos grasos, a menos que estuviera fortificado. **Conclusiones:** en el presente estudio se identificó la presencia de ácidos grasos esenciales en diferentes muestras de alimentos mediante cromatografía de gases, para la contribución nutricional. Se comprobó que tanto el queso Gouda, la leche y el cacao no son alimentos que contribuyen al suministro de aceites esenciales al organismo, lo cual coincide con lo ya establecido en la literatura científica.

Palabras clave: Ácidos grasos esenciales, Omega-3, Omega-6, Cromatografía de gases, Análisis de alimentos, Composición nutricional

ABSTRACT

Introduction: essential fatty acids are vital for human health and must be obtained through the diet because the body cannot synthesize them. This study focuses on omega-3 and omega-6 fatty acids in various food matrices, since adequate intake is crucial to prevent chronic diseases and maintain cellular health. *Objective:* to identify the presence of essential fatty acids in different food samples by gas chromatography for nutritional contribution. *Methods:* cross-sectional descriptive study at the National Institute of Hygiene, Epidemiology and Microbiology of Cuba during the first quarter of 2024. Samples of herring fish, Gouda cheese, whole milk powder and chocolate powder were analyzed. Fat extraction was performed with the use of appropriate solvents, and fatty acids were quantified by gas chromatography with a flame ionization detector. *Results:* The analyses revealed that fish is a rich source of omega-3 and omega-6 fatty acids, while Gouda cheese and milk powder did not show significant contributions of these nutrients. Cocoa powder also showed low levels of fatty acids, unless fortified. *Conclusions:* in the present study, the presence of essential fatty acids in different food samples was identified by gas chromatography for nutritional contribution. It was found that Gouda cheese, milk and cocoa are not foods that contribute to the supply of essential oils to the body, which coincides with what has already been established in the scientific literature.

Key words: Essential fatty acids, Omega-3, Omega-6, Gas chromatography, Food analysis, Nutritional composition.

INTRODUCCIÓN

Los ácidos grasos esenciales (AGE) no pueden sintetizarse en el organismo y, por tanto, es imprescindible ingerirlos en la dieta. Debido a la estructura molecular de estos, pueden denominarse ácidos grasos poliinsaturados. Existen dos tipos de familias de AGE: los derivados de la serie omega-3, cuyo precursor es el ácido alfa-linolénico, y los de la serie omega-6, formada a partir del ácido linoleico ⁽¹⁾.

El aporte en la alimentación es imprescindible. Participan en el mantenimiento de las membranas celulares y son sustrato de compuestos con actividades biológicas de gran trascendencia (mediadores en procesos inflamatorios, en la respuesta inmune o en el sistema nervioso central) ⁽¹⁾.

Las principales fuentes de omega-3 son el pescado azul, marisco de aguas frías, semillas de lino, semillas de chía, nueces, vegetales de hoja verde y aceites vegetales (linaza, colza, soja). Otros alimentos que contienen omega-3 en menor cantidad son las legumbres y los frutos secos. Además, en la actualidad existen alimentos enriquecidos en omega-3: la leche, los huevos, la carne y los yogures ⁽¹⁾.

Ellos confieren flexibilidad, fluidez y permeabilidad selectiva a las membranas lo que favorece la salud cardiovascular, reduce el riesgo de deficiencias en la visión y el desarrollo neural de bebés, niños, y de demencia en adultos mayores; algunos son precursores en la síntesis de prostaglandinas. También se observan efectos en la prevención y tratamiento de enfermedades coronarias, hipertensión, diabetes, artritis, inflamaciones, desórdenes autoinmunes y cáncer ⁽²⁾.

Los alimentos ricos en omega-6 son: aceites de semillas (girasol, sésamo), frutos secos, aguacate, aves de corral, huevos, soja y cereales ⁽¹⁾. Las dietas de la población son deficitarias en ácidos grasos omega-3 por la baja ingesta de pescado azul y otros alimentos. Eso junto al consumo excesivo de grasas animales ricas en ácidos grasos omega-6, provoca inflamación celular, un envejecimiento acelerado y la aparición de diferentes enfermedades crónicas ⁽³⁾.

Al reconocer lo anterior, se hace necesario emplear métodos de medición para establecer con certeza la composición de los alimentos. De esta manera se obtiene información de qué tan

saludables serían estos para la salud y desde qué puntos de vista. Una de las técnicas más efectivas para este propósito es la cromatografía ⁽⁴⁾.

Las cromatografías son técnicas separativas que utilizan propiedades físicas y químicas de los materiales para descomponer y analizar los componentes de una mezcla. Con el desarrollo de la tecnología, las técnicas cromatográficas se diversifican y mejoran de manera sensible la capacidad para resolver mezclas de distinta naturaleza. Ningún otro método de separación es tan potente y de aplicación tan general ⁽⁴⁾.

La cromatografía de gases, descrita por Martin y James en 1952, constituye un método usado con frecuencia para la separación de los componentes volátiles y semivolátiles de una muestra. La combinación de altas resoluciones, sensibilidad y tiempos de análisis cortos la ha convertido una técnica de rutina usada en la mayoría de los laboratorios químicos ⁽⁵⁾.

A menudo la cromatografía de gases se emplea para confirmar de la presencia o ausencia de un compuesto en una muestra determinada. Esto se lleva a cabo por comparación del cromatograma de la sustancia pura con el de la muestra, siempre que las condiciones para la obtención de ambos sean idénticas ⁽⁵⁾.

Una de las dificultades de esta comparación es que puede haber diferentes compuestos que presenten el mismo comportamiento cromatográfico bajo condiciones idénticas. Por otra parte, utilizan la cromatografía de gases para establecer la cantidad de componentes individuales presentes en una muestra, mediante curvas de calibración de los correspondientes patrones ⁽⁵⁾.

A tal efecto, emplean diferentes detectores basados en la medida de una determinada propiedad física de los componentes a analizar. Algunos son universales, mientras que otros resultan más selectivos y responden solo a algunos de los componentes de una mezcla ⁽⁵⁾. El estudio propone identificar la presencia de ácidos grasos esenciales en muestras de diferentes matrices de alimentos mediante cromatografía de gases, para la contribución nutricional.

MÉTODO

Se realizó un estudio descriptivo transversal en el Instituto Nacional de Higiene, Epidemiología y Microbiología de Cuba, en el primer trimestre del año 2024. En el mismo se identificó la presencia de AGE en muestras de diferentes alimentos, parte de la implementación de nuevos analíticos para la cromatografía de gases.

Se estudiaron diferentes muestras de alimentos con diversidad de matrices alimenticias, que incluyeron: 10 gramos de pescado arenque, dos gramos de queso Gouda, 30 gramos de leche entera en polvo y 10 gramos de chocolate en polvo y polvo de cacao. De estas muestras se estudió la variable presencia de ácidos grasos esenciales. En el proceso fue necesaria la representación de los perfiles cromatográficos de las muestras analizadas.

Para la cuantificación de ácidos grasos, se utilizó una columna capilar *Cyanopropyl polysilphenylene-siloxane* (BPX-70), 70 % de 30 000 mm de longitud por 0.25mm de diámetro interno con espesor de película de 0.2 µm. La inyección del patrón empleó un sistema automático *Shimadzu AOC-20i*, con un error de 0.1 % en cada una de las inyecciones. Además, un detector de ionización de llama (FID) y un gas portador nitrógeno de alta pureza con una velocidad de flujo de 1.10 mL/min.

El método de identificación se realizó mediante estándares externos con un ancho de ventana en segundos del 0.2 %. Se empleó el método de normalización de área. Las áreas de picos por debajo del 0.1% del área total no se consideraron.

Las condiciones cromatográficas establecidas para la separación de los ácidos grasos fueron las siguientes:

- Temperatura del detector: 300 °C
- Temperatura del inyector: 260 °C
- Programa de temperatura inicial del horno: 60 °C durante 2 min.
- Incremento de la temperatura: 10 °C/min, T2= 160 °C, t2 = 0 min
- Incremento de la temperatura: 4 °C/min, T2= 240 °C, tfinal = 25 min
- Modo de control de flujo: velocidad lineal constante
- Modo de inyección: Split

En la figura 1, se observa el perfil cromatográfico del patrón (FAME), en este caso de 37 componentes sólo se pudieron separar 36 componentes debido a que el largo de la columna usada es más corto y el gas utilizado tiene menos resolución que el recomendado. En la tabla 1 se presentan los 36 componentes que se pudieron identificar y la correspondiente concentración. Este marco de valores fue tomado referente para el análisis de las muestras.

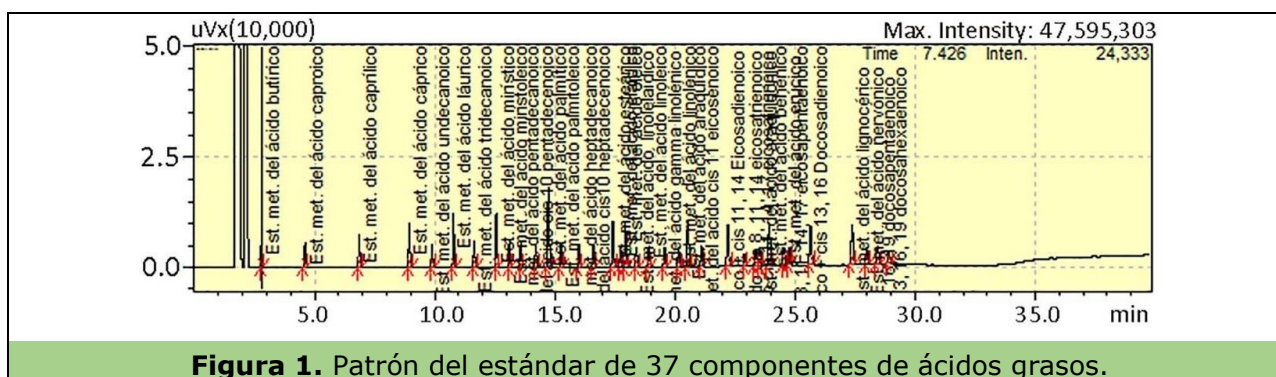


Figura 1. Patrón del estándar de 37 componentes de ácidos grasos.

Tabla 1. Componentes del estándar de ácidos grasos

No.	Componente	Concentración
1	Éster metílico del ácido butírico	1.7876%
2	Éster metílico del ácido caproico	2.2245%
3	Éster metílico del ácido caprílico	2.6506%
4	Éster metílico del ácido cáprico	2.2205%
5	Éster metílico del ácido undecanoico	2.2205%
6	Éster metílico del ácido láurico	3.8311%
7	Éster metílico del ácido tridecanoico	1.9025%
8	Éster metílico del ácido mirístico	4.1451%
9	Éster metílico del ácido miristoleico	1.9929%
10	Éster metílico del ácido pentadecanoico	2.0302%
11	Éster metílico del ácido cis 10 pentadecenoico	1.9380%
12	Éster metílico del ácido palmítico	6.8367%
13	Éster metílico del ácido palmitoleico	2.0564%
14	Éster metílico del ácido heptadecanoico	2.1195%
15	Éster metílico del ácido cis 10 heptadecenoico	2.0624%
16	Éster metílico del ácido esteárico	4.5502%
17	Éster metílico del ácido elaídico	2.1022%
18	Éster metílico del ácido oleico	4.4762%
19	Éster metílico del ácido linolelaídico	1.9963%
20	Éster metílico del ácido linoleico	2.0907%
21	Éster metílico del ácido gamma linolénico	2.0014%
22	Éster metílico del ácido linolénico	1.9742%
23	Éster metílico del ácido araquídico	4.8811%
24	Éster metílico del ácido cis 11 eicosenoico	2.1248%
25	Heneicosanoico + cis 11, 14 Eicosadienoico	4.6077%
26	Éster metílico del ácido cis 8, 11, 14 eicosatrienoico	1.2001%

27	Éster metílico del ácido cis 11, 14, 17 eicosatrienoico	1.7988%
28	Éster metílico del ácido araquidónico	2.0063%
29	Éster metílico del ácido behénico	4.9685%
30	Éster metílico del ácido erúcico	1.8934%
31	Éster metílico del ácido cis 5, 8, 11, 14, 17 eicosapentaenoico(EPA)	1.9234%
32	Tricosanoico + cis 13, 16 Docosadienoico	4.4728%
33	Éster metílico del ácido lignocérico	4.7326%
34	Éster metílico del ácido nervónico	1.7980%
35	Éster metílico del ácido cis 7, 10, 13, 16, 19docosahexaenoico (DHA)	2.2273%
36	Éster metílico del ácido cis 4, 7, 10, 13, 16	1.5449%

Procedimiento para extracción de la grasa en diferentes matrices **Pescado Arenque**

- Se pesó una muestra de 10 g del pescado molido en un vaso de precipitado de 250 mL. Se corrió un duplicado en paralelo.
- Se añadió 100 mL de la mezcla hexano/isopropanol (3:2) v/v que contiene 50 mg/L de BHT con el objetivo de evitar la oxidación de los ácidos grasos poliinsaturados). Después se agitó con vigor, se utilizó un Ultra-Turrax T 25 durante 5 min, hasta la completa extracción de la grasa.
- Se decantó y el sobrenadante se filtró mediante un papel de filtro Whatman hacia un embudo de separación, al cual se le añadió 50 mL de solución saturada de NaCl.
- Se agitó y se dejó reposar hasta la separación de las dos fases.
- Se desechó la fase acuosa y se filtró a través de papel Whatman, que contenía con una pequeña porción de Na₂SO₄ anhidro para un balón de rotoevaporación.
- Se rotoevaporó a 35°C y después con corriente de nitrógeno hasta obtener la grasa.

Queso Gouda

- Se pesó 2 g del queso rallado en un vaso de precipitado de 100 mL, se le añadieron 6 g de Na₂SO₄ anhidro para absorber la humedad y después se acidificó con 0,6 mL de H₂SO₄ 2.5 mol/L. Se Preparó un duplicado de la muestra.
- Se añadió a esta mezcla, 6 mL de éter/hexano (1:1) v/v y se agitó con vigor, se utilizó una Ultra-Turrax T25 hasta la completa extracción de la grasa.
- Se trasvasó la muestra a un tubo de centrifuga.
- Se centrifugó a 2500 rpm por 2 min. Se decantó y filtró con Na₂SO₄ anhidro el sobrenadante a un balón de rotoevaporador y se repitió la centrifugación dos veces, se añadió la misma cantidad de disolvente al residuo. Se mezclaron los tres extractos en este balón.
- Se rotoevaporó a 35°C y después con corriente de nitrógeno hasta obtener la grasa.

Leche entera en polvo

- Se preparó una solución de Tritón X-100, que pesa 30 g del componente y se disolvió en 1 L de agua destilada.
- Se pesó 50 g de la leche en polvo y se añadió a un volumétrico de 100 mL, la muestra se reconstituyó con 50 mL de solución de detergente Triton X-100.
- Se agitó con vigor el volumétrico que contenía la muestra y se colocó en un baño de agua a 90 °C, se invirtió el mismo cada 10 min hasta lograr la separación de la materia grasa.
- Se tomó la capa de grasa para posterior esterificación de los ácidos grasos.

Chocolate en polvo y polvo de cacao

- Se pesó 10 g de muestra y se colocó en un dedal de vidrio. Se preparó en paralelo una muestra por duplicado.
- Se empleó un destilador Soxhlet y en el balón de destilación se añadió 200 mL de una

mezcla de hexano-isopropanol 3:2. Se permitió la recirculación del solvente durante cuatro horas.

- Se colectó el solvente en un balón de rotoevaporación y se rotoevaporó a 35°C hasta obtener la grasa.

Para la esterificación de las grasas, los ácidos grasos metilados se prepararon mediante un método estándar de la IUPAC (2.301), lo que implicó la esterificación de los ácidos grasos por metanol, ácido sulfúrico y calentamiento. La extracción se realizó con una mezcla de agua/n-hexano y agitación vigorosa. La capa orgánica se concentró mediante corriente de nitrógeno seco.

La recolección de los datos acerca de la presencia de AGE en las muestras se realizó a través de una hoja de cálculo de Microsoft Excel. Ella facilitó la presentación de la información.

RESULTADOS

De las matrices analizadas, se presentan los perfiles cromatográficos de algunas. Se identificaron todos los ésteres metílicos de los ácidos grasos del pescado analizado. Los picos señalan el ácido graso omega-3 (EPA), y ácido linoleico, (ácido graso omega-6). Estos sugieren que la muestra es rica en los nutrientes esenciales, lo cual es consistente, el pescado es una excelente fuente de ácidos grasos omega. (Figura 2).

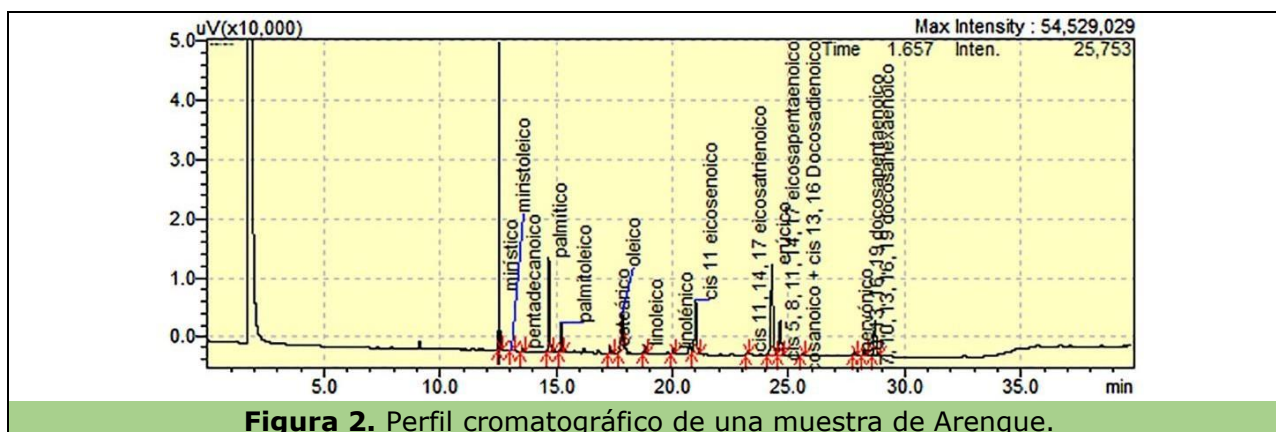


Figura 2. Perfil cromatográfico de una muestra de Arenque.

En la figura 3 se observan múltiples picos que indican la presencia de diferentes ésteres metílicos de los ácidos butírico, caproico, caprílico, y caprónico, que son compuestos relacionados encontrados en muestras de queso. Sin embargo, no existe una contribución en esta matriz de los ácidos grasos omega-3 y omega-6 según la comparación con los valores de referencia.

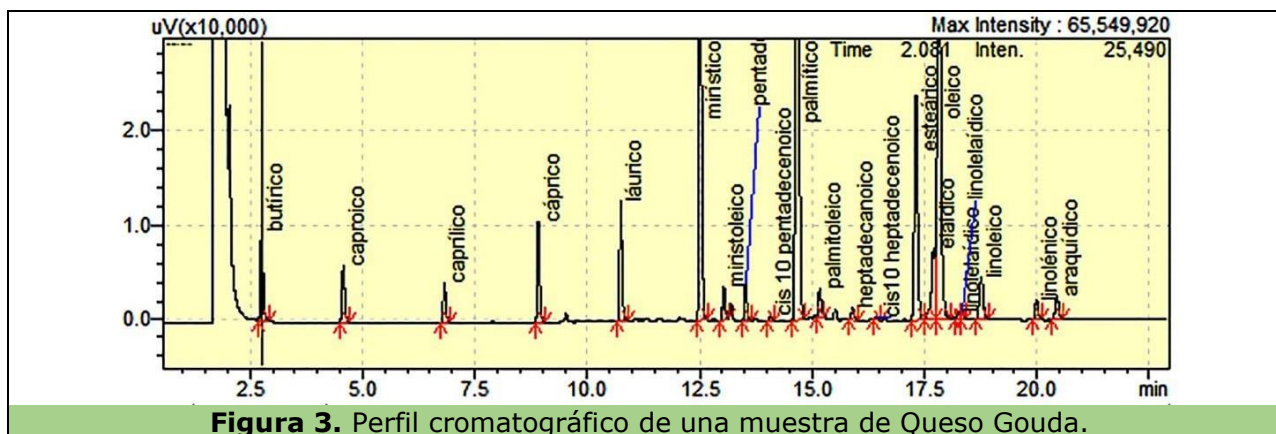


Figura 3. Perfil cromatográfico de una muestra de Queso Gouda.

En el caso de la leche, se comprobó que no es un alimento que contribuya al organismo con los AGE omega-3 y omega-6, a menos que se trate de un producto enriquecido. En la figura 4 se representa el perfil cromatográfico resultante, ahí se aprecian los ácidos grasos identificados en la muestra de leche en polvo entera.

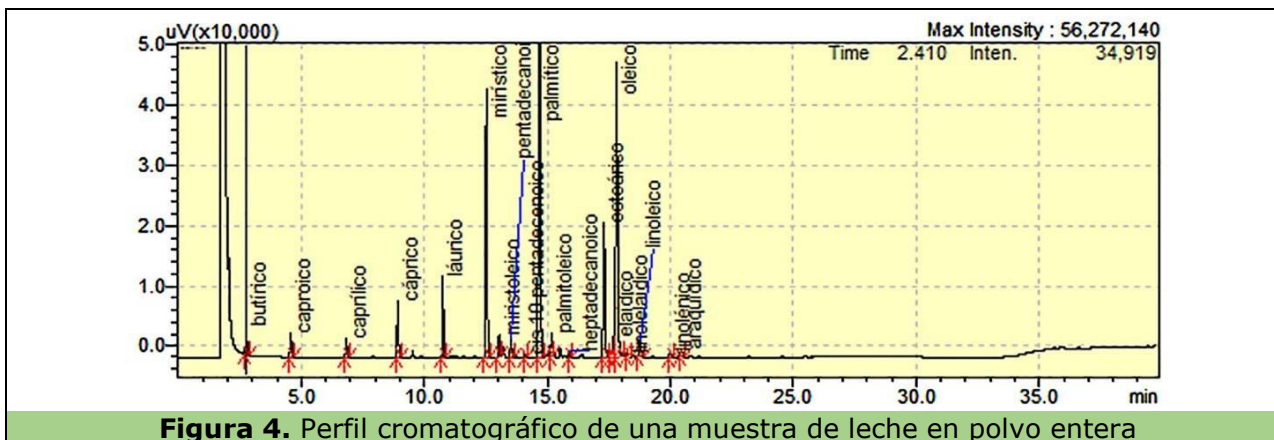


Figura 4. Perfil cromatográfico de una muestra de leche en polvo entera

La muestra de cacao aportó menor cantidad de ácidos grasos en comparación con las otras muestras analizadas. Los valores indican que el polvo de cacao no contribuye a la ingesta de AGE con valores significativos, a menos que se trate de un producto fortificado, al igual que en el caso de la leche.

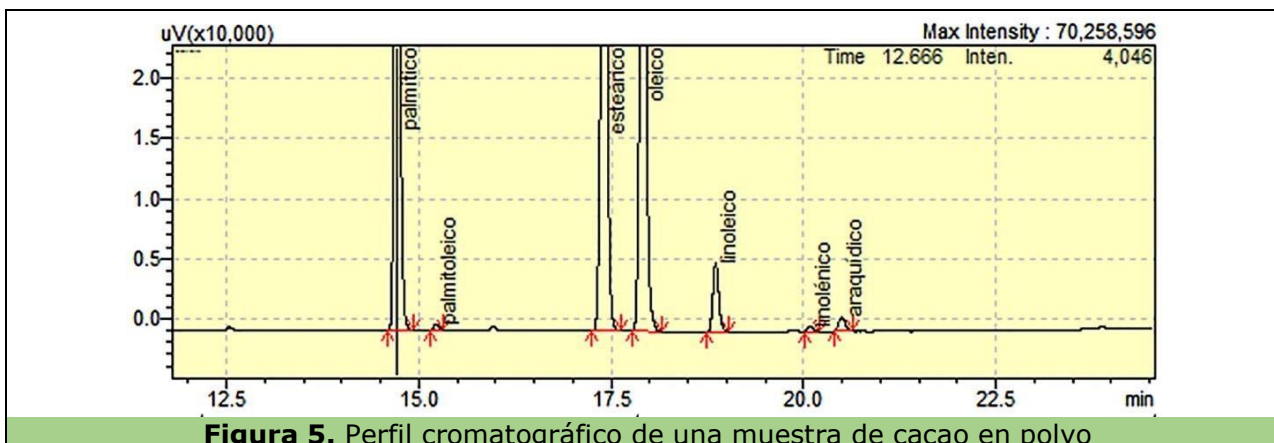


Figura 5. Perfil cromatográfico de una muestra de cacao en polvo

DISCUSIÓN

En los esteres metílicos de los ácidos grasos del pescado analizado, aparecen los AGE omega 3 y 6. Barrera-Hernández ⁽⁶⁾ plantearon que incluyó la cromatografía de gases en la caracterización del producto deshidratado, pues en la composición en macro y micronutrientes, las proteínas y los AGE tipo omega 3 y 6 con los precursores de docosahexaenoico (DHA), EPA se encuentran presentes en cantidades que suplen las necesidades nutricionales diarias.

La composición en el alimento deshidratado es comparable con porcentajes encontrados en filetes de pescado azules y mariscos. Son importantes estos hallazgos porque los alimentos con Omega-3, 6 y 9, no son accesibles a la población vulnerable, incluso a la clase media en ese país ⁽⁶⁾.

Gatti et al. ⁽⁷⁾ mediante el estudio de tres ejemplares de pez boga estableció que los ácidos grasos monoinsaturados fueron predominantes, con una relación ácidos grasos saturados/ ácidos grasos insaturados de 0,6 y un índice aterogénico menor que uno, en todas las muestras ensayadas. Se destacó la presencia de ácidos grasos con importancia nutricional, el ácido linoleico, linoléico, ei cosapentanoico y docosahexaenoico.

Según Torresani ⁽⁸⁾, el pescado de tipo Arenque, se encuentra un aporte de omega-3, por encima de otros pescados: el salmón y el atún. Los datos aportados por el estudio refieren un aproximado de 1600 mg en 100 000 mg de producto ⁽⁹⁾.

Ballestas-Rodríguez et al. ⁽¹⁰⁾ identifican nueve ácidos grasos por cromatografía de gases en el queso Colombia tradicional, o costeño; el perfil de ácidos grasos indica que el ácido palmítico es el más abundante y fue el único con diferencias significativas. También se encontraron niveles apreciables de ácido oleico, ácido linoleico y ácido linolénico. Concuerdan con el estudio en la presencia de ácidos grasos en los quesos, pero difieren en el ácido linoleico.

La comparación de quesos tipo Gouda, basado en el mismo patrón de preparación, con diferencia solo en la estacionalidad del año, mostraron la variación en el perfil lipídico del alimento. Lazzaro ⁽¹¹⁾, observó diferencias entre las muestras de invierno y verano en lo referente a los ácidos grasos omega-3 y 6. En contraste con el presente estudio, los quesos evaluados mostraron este tipo de ácidos grasos.

Una revisión bibliográfica acerca de la composición de ácidos grasos de las leches de consumo en la salud ⁽¹²⁾ reseña que la composición de los ácidos grasos de la leche de los mamíferos es variable, pero se agrupan en ácidos grasos saturados, monoinsaturados, trans, conjugados, omega-3 poliinsaturados y omega-6 poliinsaturados. En forma general, los ácidos grasos poliinsaturados suelen representar un 2,3% de los ácidos grasos presentes.

El porcentaje de ácidos grasos poliinsaturados detectados por Mejía-Uribe ⁽¹³⁾ fue menor al 1,85% en la grasa de la leche entera de cabras. En este caso y en el anterior, se exhiben cantidades insignificantes de los componentes esenciales en los productos lácteos enteros, lo que concuerda con los resultados de la investigación, no se obtuvieron valores de importancia en el análisis de un producto no fortificado.

Las altas temperaturas en los procesamientos del cacao, proceder para la deshidratación y presentación del producto en polvo, pueden provocar la pérdida de AGE, según Tonfack-Djikeng et al. ⁽¹⁴⁾. Por esta razón una formula no fortificada, la empleada en el estudio, en condiciones normales, no muestran valores de estos componentes ⁽¹⁵⁾.

Palacios-Hilario et al. ⁽¹⁶⁾ expresan la presencia de ácidos grasos en la manteca del cacao, y el de Daza La Plata ⁽¹⁷⁾, que mostró estos ácidos en el cacao crudo. En estos estudios ninguno hace referencia a la posible existencia de los componentes en el producto en polvo.

CONCLUSIONES

En el estudio se identificó la presencia de AGE en diferentes muestras de alimentos mediante cromatografía de gases, para la contribución nutricional. El método de cromatografía gaseosa implementado obtuvo resultados satisfactorios dadas la buena separación y cuantificación de los ésteres metílicos de los ácidos grasos de las matrices analizadas. Se comprobó que el queso Gouda, la leche y el cacao no son alimentos que contribuyen al suministro de aceites esenciales al organismo, lo cual coincide con lo ya establecido en la literatura científica.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Vega-García L, Garay Ruiz I, Hernando-Diéquez A, Ganado-Miguélez E. Beneficios de los ácidos grasos esenciales. El Farmacéutico [Internet]. 2021 [citado: 15 Mar 2024]; p. 24-29. Disponible en: <https://www.elfarmacéutico.es/uploads/s1/23/85/ef596-profesion-beneficios-de-los-acidos-grasos.pdf>
2. Feliu MS, Fernández I, Slobodianik N. Importancia de los ácidos grasos Omega 3 en la salud. Actual Nutr. [Internet]. 2021 [citado: 15 Mar 2024]; 22(1). Disponible en: <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/es/biblio-1416624>
3. Larrea-Santos V, Morell-Esteve P, Quiles-Chuliá M, Hernando-Hernando M. Ácidos

- grasos omega 3 y omega 6: Importancia del equilibrio en la dieta. [Tesis] Valencia: Universitat Politècnica de València; 2023 [citado: 15 Mar 2024]. Disponible en: <https://riunet.upv.es/handle/10251/194724>
4. Hernández-Martínez M, Alberto-Vazquez M. La cromatografía gaseosa y la cromatografía líquida de alta resolución en la rama agropecuaria. *Rev Prod Anim.* [Internet]. 2023 [citado: 15 Mar 2024]; 35(1). Disponible en: <http://scielo.sld.cu/pdf/rpa/v35n1/2224-7920-rpa-35-01-10.pdf>
 5. Gutiérrez M, Droguet M. La cromatografía de gases y la espectrometría de masas. *Boletín Intexter (U.P.C.)* [Internet]. 2022 [citado: 15 Mar 2024];(122). Disponible en: <https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099/2733/5CROMGASES.pdf>
 6. Barrera-Hernández M, Jaimes-Ariza LV, Serrano-Osma JC. Utilización de residuos de pescados como alternativa para el mejoramiento de la alimentación humana y disminución del desperdicio de alimentos. *Publicaciones e Investigación.* [Internet]. 2023 [citado: 15 Mar 2024]; 17(3). Disponible en: <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/61157>
 7. Gatti MB, Chaín PN, Cabreriso MS, Ciappini MC. Carne de boga (*Leporinus obtusidens*) sometida a diferentes técnicas de cocción: efectos en las proteínas y lípidos, con énfasis en el perfil de ácidos grasos. *Diaeta.* [Internet]. 2024 [citado: 15 Mar 2024]; 41. Disponible en: <https://diaeta.aadynd.org.ar/index.php/2022/article/view/14>
 8. Torresani ME, Somoza MI. *Lineamientos para el cuidado nutricional.* 3rd ed. Buenos Aires: Universitaria de Buenos Aires; 2014 [citado: 15 Mar 2024]. Disponible en: <https://www.casadellibro.com/libro-lineamientos-para-el-cuidado-nutricional/9789502312798/1014411>
 9. Martínez LI. Presencia de ácidos grasos omega 3 en atunes enlatados. *Repositorio Digital de la UMAZA.* [Internet]. 2020 [citado: 15 Mar 2024]. Disponible en: <http://repositorio.umaza.edu.ar/handle/00261/1881>
 10. Ballestas-Rodríguez I, Tarón-Dunoyer A, Peluffo-Rivera A. Calidad fisicoquímica y perfil de ácidos grasos del queso Colombia tradicional (queso costeño) añadido con cuajo láctico y microbiológico. *@limentech, Ciencia y Tecnología Alimentaria.* [Internet]. 2023 [citado: 15 Mar 2024]; 21(1). Disponible en: <https://scielo.isciii.es/pdf/resp/v93/1135-5727-resp-93-e201904021.pdf>
 11. Lazzaro N, Viglione LV. Contenido de ácidos grasos de dos quesos provenientes de vacas lecheras alimentadas en dos épocas estacionales con distintas pasturas. [Tesis] *Repositorio Digital de la Universidad Fasta;* 2020 [citado: 15 Mar 2024]. Disponible en: <http://redi.ufasta.edu.ar:8082/jspui/handle/123456789/1687>
 12. Gutiérrez-Román AIF, Velarde-Vílchez M, Cruz-Carpio CMS. Implicancias de la composición de ácidos grasos de las leches que consumimos en la salud: una revisión. *Biotempo.* [Internet]. 2022 [citado: 15 Mar 2024]; 19(1). Disponible en: <https://doi.org/10.31381/biotempo.v19i1.4815>
 13. Mejía-Urbe LA. Producción in vitro de intermediarios de la biohidrogenación y metano de oleaginosas forrajeras utilizadas en la alimentación de cabras y su influencia en la calidad nutricional de la leche. [Tesis] Murcia: Universidad de Murcia. 2022 [citado: 15 Mar 2024]. Disponible en: <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/136693>
 14. Tonfack-Djikeng F, Teyomnou WT, Tenyang N, Tiencheu B, Morfor AT, Hako-Touko BA, et al. Effect of traditional and oven roasting on the physicochemical properties of fermented cocoa beans. *Heliyon.* [Internet]. 2018 [citado: 15 Mar 2024]; 4(2). Disponible en: <https://www.cell.com/heliyon/pdf/S2405-8440%2817%2933113-4.pdf>
 15. Maldonado-Mateus LY. Características funcionales y de calidad en granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) producido en el Norte de Santander, Colombia. [Tesis] Granada: Universidad de Granada; 2022 [citado: 15 Mar 2024]. Disponible en: <https://hdl.handle.net/10481/79646>
 16. Palacios-Hilario AY, Aguirre-Vargas EB, Hurtado-Soria BZ, Prieto-Rosales G, Ore-Quiroz HP, Pantoja-Tirado LR, et al. Influencia de la extracción de manteca cacao por lixiviación y prensado hidráulico sobre el perfil lipídico caracterizado por cromatografía y espectroscopía vibracional. *TAYACAJA* [Internet]. 2023 [citado: 15 Mar 2024]; 6(2). Disponible en: <https://revistas.unat.edu.pe/index.php/RevTaya/article/view/212>

17. De La Peña A. Influencia de la fermentación y la temperatura de deshidratado en la capacidad antioxidante, polifenoles y ácidos grasos del cacao crudo. [Tesis] Universidad Nacional del Centro de Perú. 2023 [citado: 15 Mar 2024]. Disponible en: <https://repositorio.uncp.edu.pe/handle/20.500.12894/12345>

CONTRIBUCIÓN DE LOS AUTORES

Nuris Iglesias León: conceptualización, curación de datos, investigación, metodología, software, recursos, supervisión, validación, redacción-borrador original, revisión y edición.

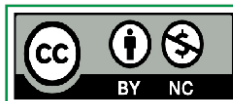
Dalila Cárdenas Hernández: análisis formal, metodología, redacción-borrador original, revisión y edición.

FINANCIACIÓN

Los autores refieren no haber recibido financiamiento para el desarrollo de la investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Los autores no declaran conflictos de intereses.



Los artículos de *Revista Cubana de Tecnología de la Salud* se comparten bajo los términos de la Licencia **Creative Commons Atribución-No Comercial 4.0. Internacional**