

## COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE ACEITES DE DISTINTAS VARIETADES DE NUEZ PECÁN [*CARYA ILLINOINENSIS* (WANGENH.) K. KOCH] CULTIVADAS EN LA PROVINCIA DE ENTRE RÍOS.

M. Panozzo<sup>1</sup>; A. Biolatto<sup>2</sup>; L. Consiglio Diez; V. Urbani<sup>2</sup>; L. M. Zapata<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Estación Experimental Agropecuaria Concordia, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Estación Yuquerí, Ruta Provincial 22 y vías del Ferrocarril (3200) Concordia Entre Ríos, Argentina.

<sup>2</sup>Estación Experimental Agropecuaria Concepción del Uruguay, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA), Ruta 39 km 143.5, (3260) Concepción del Uruguay, Entre Ríos, Argentina.

<sup>3</sup>Facultad de Ciencias de la Alimentación de la Universidad Nacional de Entre Ríos

Correo electrónico: [mpanozzo@inta.gob.ar](mailto:mpanozzo@inta.gob.ar)

### RESUMEN

En Argentina, el cultivo comercial de nuez pecán [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] crece exponencialmente. Dado su alto contenido de lípidos, la obtención de aceite es una alternativa de industrialización. El aceite de nuez pecán es rico en compuestos bioactivos, ya que constituyen una fuente importante de ácidos grasos insaturados (UFA) beneficiosos para la salud, además de un bajo contenido en ácidos grasos saturados (SFA). El objetivo de esta investigación fue obtener el perfil de ácidos grasos de aceites de nuez pecán cultivadas en la provincia de Entre Ríos (Argentina). Para ello se elaboró aceite de las variedades Shoshoni, Success, INTA Delta I, Starking, Stuart, Desirable, Kernodle, Mahan y Cheyenne. Los resultados obtenidos revelaron una baja proporción de SFA, alcanzando un rango de 8 - 10% respecto del total de ácidos grasos y una alta proporción, 90 - 92%, de UFA. De los UFA, el ácido oleico fue el que se encontró en mayor proporción, siendo su variación entre 49,44 y 67,71%. El ácido linoleico presente en los aceites estuvo comprendido entre 22,56 y 38,94 % del total de ácidos grasos, mientras que el ácido linolénico varió entre 0,91 y 1,73 %. Esta alta proporción de ácidos grasos insaturados, entre los que se encuentran ácidos grasos omega 3 y omega 6, confiere a los aceites de nuez pecán cultivadas en Argentina propiedades funcionales.

**Palabras clave:** aceite, nuez pecán, perfil lipídico, Argentina.

### ABSTRACT

In Argentina the cultivation of pecan tree [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] is increasing exponentially. Given its high lipid content, the pecan oil production is an industrialization alternative. Pecan oil is rich in bioactive compounds that are an important source of unsaturated fatty acids (UFA) and beneficial to health. In addition pecan oil has a low content of saturated fatty acids (SFA). The objective of this research was to obtain the fatty acid profile of pecan nut oils cultivated in the province of Entre Ríos (Argentina). Pecan oil produced from the Shoshoni, Success, INTA Delta I, Starking, Stuart, Desirable, Kernodle, Mahan and Cheyenne cultivars was investigated. The results obtained revealed a low SFA proportion, reaching a range of 8 - 10% of total fatty acids and a high UFA proportion, 90 - 92%. Of the UFA, the oleic acid was the one that was found in greater proportion, being its variation between 49.44 and 67.71%. The linoleic acid present in the oils was between 22.56 and 38.94% of the total fatty acids, while the linolenic acid varied between 0.91 and 1.73%. This high proportion of unsaturated fatty acids, among which are omega 3 and omega 6 fatty acids, gives the pecan oils grown in Argentina functional properties.

**Keywords:** oil, pecan nut, lipid profiles, Argentina.

### INTRODUCCIÓN

La nuez pecán [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] pertenece a la familia de las Juglandaceae y es un cultivo originario de Estados Unidos y el norte de México (1). Actualmente el cultivo se puede encontrar en otros países de América como Argentina, Chile y Brasil y en Australia, Israel y en el sur de África (2, 3).

El contenido de lípidos de la nuez pecán varía de 65 a 75%. (4, 5, 6, 7). Su composición depende de la variedad, del grado de madurez, de la localización del cultivo, del año de producción y de la composición del suelo (8, 9, 10). En los últimos años se ha valorado el desarrollo de aceites comestibles ricos en compuestos bioactivos, entre los que se encuentran los aceites obtenidos a partir de nueces de pacán (4), que constituyen una fuente importante de ácidos grasos insaturados (UFA) beneficiosos para la salud, además de un bajo contenido en ácidos grasos saturados (SFA) (11).

Entre los UFA presentes en el aceite de nuez de pacán se encuentran principalmente ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) y una buena cantidad de grasas poliinsaturadas (PUFA). Estudios recientes han demostrado que el consumo de MUFA puede disminuir el colesterol LDL, proteger contra enfermedades coronarias, regular la presión arterial y tener efectos beneficiosos sobre los factores de la

coagulación, inflamación y activación endotelial (12, 13). Asimismo, se ha demostrado que el consumo de PUFA ha reducido el riesgo de contraer enfermedades cardiovasculares, inflamatorias (14) hipertensión arterial y resistencia a insulina (15, 16), como así también propiedades antitrombóticas, antiateroscleróticas (17); y efectos protectores contra la diabetes renal (18).

El análisis de ácidos grasos es cada vez más importante, ya que más personas lo demandan por sus atributos nutricionales vinculados en la salud (19). Fernandes y col. (2017) (7) cuantificaron el perfil de ácidos grasos de nuez pacán de Brasil, encontrando que el ácido graso predominante fue el ácido oleico (49,6-62,1 g/100 g aceite), seguido de ácido linoleico (27,2-37,71 g/100 g aceite), ácido palmítico (6,4-7,6 g/100 g aceite), ácido esteárico (2,2-2,81 g/100 g aceite), ácido linolénico (1,4-1,91 g/100 g aceite) y en menor proporción los ácidos mirístico y palmitoleico. Wakeling et al. (2001) (20) determinaron la composición de ácidos grasos en variedades de pecán cultivadas en Australia, encontrando también que el ácido graso predominante fue el ácido oleico (53,38-57,28g/100 g aceite), seguido de ácido linoleico (31,50-34,24 g/100 g aceite), ácido palmítico, ácido esteárico y ácido linolénico. Villarreal-Lozoya y col. (2007) (21) encontraron igual ordenamiento en la composición de ácidos grasos de variedades cultivadas en Estados Unidos. Sin embargo, Rivera-Ranger y col. (2018) (4) obtuvieron que el ácido predominante fue linolénico (60,36-66,81%) para diferentes variedades de nuez pacán cultivadas en México, seguido de los ácidos oleico, palmítico, linolénico, mirístico y trazas de láurico, palmitoleico, esteárico y eicosanoico.

Referido a la obtención de aceite de nuez pacán, éste es un aceite comestible obtenido por prensado de la nuez pacán, pudiendo emplearse prensas hidráulicas o de tornillo. Su sabor es neutro y está considerado como un producto gourmet (22).

Actualmente en Argentina la producción de aceite de nuez pacán es en baja escala. Sin embargo, en los últimos años, el cultivo comercial del pecán ha crecido exponencialmente, lo que permitirá a mediano plazo ubicar a la Argentina como uno de los tres principales productores mundiales de este fruto seco y como el principal exportador mundial de productos en base a pecán con alto valor agregado (23).

A la fecha no se han encontrado publicaciones que hagan referencia al perfil de ácidos grasos de aceites obtenidos a partir de variedades de nuez pacán cultivadas en Argentina, por lo que resulta de interés su estudio con el fin de evaluar sus propiedades funcionales; lo que proporcionaría nuevas oportunidades de comercialización e ingresos para las industrias elaboradoras.

El objetivo de este estudio fue obtener el perfil de ácidos grasos de aceites de distintas variedades de nuez pacán cultivadas en la Provincia de Entre Ríos, Argentina.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Muestras de nuez pecán

Se trabajó con nueces de pecán de las variedades INTA Delta I, Shoshoni, Success, Starking, Stuart, Desirable, Kernodle, Mahan y Cheyenne. La variedad INTA Delta I se recolectó de campo de la Estación Experimental Agropecuaria de INTA Concordia (Entre Ríos) y las restantes variedades fueron adquiridas en comercio de la localidad de San José (Entre Ríos) en la campaña 2016 durante la estación de otoño (de abril a junio).

Una vez adquiridas las nueces estas se limpiaron, clasificaron y secaron hasta un contenido de humedad de 4% y se conservaron a 5°C por un período inferior a 2 meses.

A continuación, las nueces fueron craqueadas mecánicamente con una cascadora marca Lamaza y peladas en forma manual. Después de la eliminación de los granos podridos y necróticos, las mitades sanas de nuez pecán se almacenaron a -30 °C en freezer marca Gafa hasta el momento de elaborar el aceite.

### Extracción de aceite

Para la elaboración del aceite, las nueces congeladas se molieron en trituradora industrial Marca Freire, modelo 32, a continuación se envolvió en tela filtrante en lotes de 2kg, se ajustó la temperatura a 40°C en estufa (Instrumentalia modelo DHG-9240) y se extrajo el aceite en prensa hidráulica abierta marca Morano a la que se le adaptó un sistema de platos en la Estación Experimental Agropecuaria del INTA Concordia, a una presión de 200kgf/m<sup>2</sup>. El aceite obtenido se dejó decantar 20 días a 5 °C para separar las impurezas. Los aceites se transvasaron y se guardaron a -30 °C en freezer marca Gafa hasta el momento en que se realizaron los ensayos en laboratorio.

### Preparación de metil éster de ácidos grasos

La determinación del perfil de ácidos grasos del aceite de pecán se realizó mediante la síntesis directa de metil éster de ácidos grasos (FAME) acorde a lo publicado por O Fallon y col. (2007) (19). A continuación se describe la metodología: se colocó 40 µL de aceite en un tubo apto para centrifugar, 1 mL de estándar interno ácido undecanoico (C11:0) de 0,5 mg/mL; 0,7 mL de KOH 10N y 5,3 mL de CH<sub>3</sub>OH. Una vez mezclado el tubo se incubó a 55±0,1 °C en baño de agua durante 90 minutos con vigorosa agitación durante 5 segundos cada 20 minutos con la ayuda de un agitador vórtex (VELP Científica modelo ZX3) para permear, disolver e hidrolizar la muestra. A continuación se enfrió en un baño de agua fría hasta aproximadamente 20 °C y se agregaron 0,6 mL de solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 24N, formándose un precipitado de K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Seguidamente el tubo se incubó y enfrió nuevamente en las condiciones antes señaladas. Posteriormente, se añadieron al tubo 3 mL de hexano, y se mezcló en equipo vórtex durante 5 minutos. Por último, se centrifugó en centrífuga MRC, modelo CENHBN-600ML-2 a 2000 rpm durante 5 minutos. La capa de hexano se colocó en un vial de cromatografía gaseosa (CG) para su posterior inyección en cromatógrafo gaseoso. Por cada aceite de cada variedad de nuez pecan se realizaron 3 repeticiones del procedimiento.

### Perfil de ácidos grasos

Se determinó mediante CG con un equipo, marca Perkin Elmer, modelo CLARUS 680, equipado con automuestreador Combi PAL. Se utilizó columna capilar HP-88 de 100 m de largo × 0,25 mm de diámetro interno × 0,25 μm de espesor de película. El programa de temperatura de la columna fue el siguiente: temperatura inicial de 70°C, la que se mantuvo durante 2,5 minutos, posteriormente se aumentó a 165°C a una velocidad de 10 °C/ minuto y, finalmente a una velocidad de 3 °C/ minuto se elevó a 240 °C, permaneciendo 10 minutos. Se utilizó nitrógeno como gas portador a una velocidad de flujo de 1,0 mL/minuto. Tanto el inyector como el detector se mantuvieron a una temperatura de 250 °C. La identificación de los componentes se realizó comparando los tiempos de retención de los componentes en las muestras con la de aquellos de estándar puro (FAME 37, Supelco Inc. Bellefonte, PA, Estados Unidos). La cuantificación de los componentes se realizó mediante el método de estándar interno, empleando ácido undecanoico. El contenido de cada uno de los ácidos grasos identificados se expresó como valor porcentual en relación al contenido total de los mismos (24).

**Análisis estadístico**

Las medias del valor porcentual de cada ácido graso de las diferentes variedades de aceites fueron comparadas mediante Análisis de Varianza y Test de Rango Múltiple según Tukey (p<0,05) con software MiniTab versión 16.

**RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

La composición de ácidos grasos en los aceites de nuez pecan dependió de la variedad estudiada. La Tabla 1 muestra que la composición de ácidos grasos insaturados (UFA) varió entre 90 y 92% del total de ácidos grasos presentes en los aceites, siendo los aceites de Kernodle, Desirable y Shoshoni los que presentaron mayor proporción de estos ácidos.

De los UFA el ácido oleico fue el que se encontró en mayor proporción, siendo su variación entre 49,44 y 67,71%; para las variedades Starking y Desirable, respectivamente. Estos resultados coinciden con la literatura que señala que el ácido oleico es el ácido graso más comúnmente encontrado en la naturaleza y el ácido omega 9 más abundante en los alimentos; por lo que resulta de interés desde el punto de vista de las industrias nutricionales y alimenticias, además de sus propiedades beneficiosas en la reducción de la oxidación del colesterol LDL y de ser un precursor de la producción de la mayoría de los otros ácidos grasos poliinsaturados y hormonas (7, 25).

Dependiendo de la variedad de nuez pecan, el ácido linoleico presente en los aceites estuvo comprendido entre 22,56 y 38,94 % del total de ácidos grasos, mientras que el ácido linoléico varió entre 0,91 y 1,73 %. Estos ácidos grasos omega 6 y omega 3, respectivamente, son catalogados como esenciales ya que no pueden ser sintetizados por el organismo [26], por lo que deben ser aportados por la dieta (27). Los aceites de Starking, Cheyenne e INTA Delta I fueron los que tuvieron mayor proporción de estos ácidos grasos esenciales. De acuerdo con la FAO (2010) (28) el requerimiento mínimo diario es del 1% del total de ácidos grasos de la dieta para omega 6 y 0,2% para omega 3, por lo que todos los aceites de nuez pecan caracterizados cumplen con el requerimiento señalado por la FAO.

Al agrupar datos de todas las variedades, se encontró una correlación inversa entre ácido oleico y linoleico (R<sup>2</sup> = 0,956 ácido linoleico = -2,1563 ácido oleico + 70,197), indicando una posible interconversión entre estos ácidos grasos en una determinada variedad de nuez pecan (9, 21).

**Tabla 1:** Composición de ácidos grasos monoinsaturados (MUFA) y poliinsaturados (PUFA) correspondiente a aceites de distintas variedades de nuez pécan cultivadas en la provincia de Entre Ríos, Argentina. Los resultados se encuentran expresados en porcentaje (%) referido al total de ácidos grasos presentes en el aceite.

Variedad	Ác. Palmitoleico (C16:1)	Ác. Heptadecanoico (C17:1)	Ácido Oleico (C18:1 T)	Ácido Oleico (C18:1 C)	Ác. Linoleico (C18:2 n-6)	Ác. Linoléico (C18:3 n-3)	Ác. Erú dico (C20:1)
Shoshoni	0,07±0,01 cd	0,05±0,00 abc	0,03±0,00 a	62,64±0,10 c	27,27±0,07 f	1,20±0,00 e	0,27±0,01 a
Desirable	0,08±0,01 bc	0,06±0,00 ab	0,01±0,01 a	67,71±0,04 a	22,56±0,02 h	0,99±0,01 g	0,26±0,01 a
Kernodle	0,07±0,00 d	0,06±0,01 ab	0,02±0,01 a	62,26±0,41 c	28,40±0,32 e	1,12±0,01 f	0,27±0,01 a
Success	0,10±0,01 a	0,06±0,00 a	0,02±0,00 a	65,01±0,11 b	25,07±0,06 g	0,91±0,00 h	0,26±0,00 a
Mahan	0,07±0,00 cd	0,05±0,01 bc	0,03±0,01 a	59,63±0,02 e	29,37±0,05 d	1,29±0,02 d	0,20±0,00 bc
Starking	0,08±0,00 bc	0,04±0,00 c	0,02±0,01 a	49,44±0,01 h	38,94±0,02 a	1,73±0,01 a	0,18±0,01 c
Stuart	0,08±0,00 bcd	0,05±0,00 abc	0,02±0,01 a	60,99±0,06 d	28,61±0,03 e	1,22±0,01 e	0,27±0,01 a
Cheyenne	0,08±0,00 bc	0,05±0,00 bc	0,02±0,01 a	52,52±0,04 g	36,77±0,01 b	1,33±0,00 c	0,28±0,01 a
INTA Delta I	0,09±0,00 b	0,06±0,01 abc	0,02±0,01 a	54,54±0,09 f	33,90±0,08 c	1,47±0,00 b	0,21±0,00 b

Valores medios ± desviación estándar (n=3). Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias de diferentes variedades para un mismo ácido graso (p ≤ 0,05).

La proporción de SFA en los diferentes aceites de nuez pecan fue baja, alcanzando un rango de 8 y 10% respecto del total de ácidos grasos. Los ácidos grasos saturados predominantes fueron palmítico y esteárico; los aceites de Starking e INTA Delta I tuvieron mayor cantidad de estos ácidos.

**Tabla 2:** Composición de ácidos grasos saturados (SFA) correspondiente a aceites de distintas variedades de nuez pécan cultivadas en la provincia de Entre Ríos, Argentina. Los resultados se encuentran expresados en porcentaje (%) referido al total de ácidos grasos presentes en el aceite.

Variedad	Ác. Palmítico (C16:0)	Ác. Margárico (C17:0)	Ác. Esteárico (C18:0)	Ác. Araquidónico (C20:0)	Ác. Behénico (C22:0)
Shoshoni	5,79±0,07 d	0,05±0,00 a	2,47±0,02 e	0,13±0,01 c	0,03±0,00 ab
Desirable	5,40±0,02 f	0,06±0,00 a	2,72±0,02 cd	0,14±0,01 abc	0,02±0,00 b
Kernodle	5,65±0,10 de	0,06±0,01 a	1,96±0,03 h	0,10±0,00 d	0,03±0,00 ab
Success	5,52±0,12 ef	0,06±0,00 a	2,82±0,04 b	0,15±0,00 a	0,02±0,00 b
Mahan	6,11±0,10 c	0,06±0,00 a	3,02±0,02 a	0,14±0,00 a	0,03±0,01 ab
Starking	6,68±0,01 a	0,06±0,01 a	2,65±0,01 d	0,14±0,00 abc	0,03±0,00 a
Stuart	6,33±0,04 bc	0,06±0,00 a	2,22±0,04 g	0,12±0,01 c	0,03±0,00 ab
Cheyenne	6,42±0,03 b	0,06±0,00 a	2,34±0,02 f	0,13±0,00 bc	0,03±0,00 ab
INTA Delta I	6,69±0,13 a	0,07±0,01 a	2,78±0,01 bc	0,14±0,00 ab	0,03±0,00 ab

Valores medios ± desviación estándar (n=3). Letras diferentes indican diferencias significativas entre las medias de diferentes variedades para un mismo ácido graso (p ≤ 0,05).

A los aceites de perfil lipídico como los caracterizados en la presente investigación, que poseen con alto contenido de UFA y el bajo contenido en SFA se les atribuye propiedades saludables, tales como menor riesgo y prevención de contraer enfermedades coronarias, mejora del perfil lipídico sanguíneo asociado a la reducción de los niveles de lipoproteína de baja densidad (LDL) e incremento de los niveles de lipoproteína de alta densidad (HDL), mejora de la presión arterial y papel protector en las enfermedades neurodegenerativas (27).

## CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación posibilitaron la obtención del perfil de ácidos grasos de aceites de nuez pecán de las variedades Shoshoni, Success, Cheyenne, Stuart, Desirable, Kernodle, Mahan, Starking e INTA Delta I; cultivadas en Entre Ríos, Argentina. Los aceites mostraron diferente perfil de ácidos grasos, dependiendo de la variedad de la materia prima empleada; lo que podría ser utilizado para la fabricación de aceites orientados a mercados específicos, como una herramienta de marketing.

En todos los aceites se observó una alta proporción de ácidos grasos monoinsaturados, particularmente de ácido oleico (omega 9), cuyo rango de variación fue entre 49,44 y 67,71 %; además, el ácido linoleico (omega 6) estuvo comprendido entre 22,56 y 38,94 %, y el ácido linoléico (omega 3) varió entre 0,91 y 1,73 %. El contenido de ácidos grasos cumple con los requerimientos señalados por la FAO, por lo que podría atribuirse a estos aceites de nuez pecan propiedades beneficiosas para la salud.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria por la financiación de la presente investigación en el marco del Proyecto PNAIyAV 1130043.

Los autores agradecen al Lic. Leonardo Consiglio Diez, pasante de la EEA INTA Concepción del Uruguay, por la colaboración en el análisis del perfil de lípidos presentado en el trabajo. .

## REFERENCIAS

- Hal, G. D. (2000) Pacán food potential in prehistoric North America. *Economic Botany* 54:103–112
- Ortiz, E.R.N. (2000). Propiedades nutritivas e nutracéuticas das nozes. Monografía (Especialização em Ciência de Alimentos). Universidade de Santa Cruz do Sul, UNISC, Santa Cruz do Sul, Brasil.
- Call, R.E.; Gibson, R., Kilby, M. (2006). Pacán production guidelines for small orchards and home yards. Tucson-AZ: College of Agriculture and Life Sciences. College of Agriculture and Life Sciences, University of Arizona (Tucson, AZ).
- Rivera-Rangel, L.R., Aguilera-Campos, K.I., García-Triana, A., Ayala-Soto, J.G., Chavez-Flores, D., Hernández-Ochoa, L. (2018). Comparison of Oil Content and Fatty Acids Profile of Western Schley, Wichita, and Native Pacán Nuts Cultured in Chihuahua, Mexico. *Journal of Lipids* 2018:1-6
- Santerre, C.R. (2012). Pacán Technology. Chapman & Hall.

6. Toro-Vazquez, J.F., Charo-Alonso, M.A., Perez-Briceno, F. (1999). Fatty acid composition and its relationship with physicochemical properties of pacán (*Carya illinoensis*) oil. *Journal of the American Oil Chemists Society*, 76: 957–965.
7. Fernandes, G.D., Gómez-Coca, R.B., Pérez-Camino, M.C., Moreda, W., Barrera-Arellano, D. (2017). Chemical characterization of major and minor compounds of nut oils: almond, hazelnut, and pacán nut. *Jornal of Chemistry*. Article in press. [https:// doi.org/10.1155/2017/2609549](https://doi.org/10.1155/2017/2609549).
8. Heaton, E.K., Shewfelt, A.L., Badenhope, A.E, Beuchat, L.R. (1977). Pacáns: Handling, Storage, Processing and Utilization, University of Georgia AES Research Bulletin 197.
9. Rudolph, C.J., Odell, G.V., Hinrichs, H.A., Hopfer, D.A., Kays, S.J. (1992). Genetic, environmental, and maturity effects on pacán kernel lipid, fatty-acid, tocopherol, and protein-composition. *Journal of Food Quality*, 15 (4): 263–278.
10. Grauke, L.J., Thompson, T.E., Storey, J.B., Sistrunk, L. (2001). In Abstracts of the 98th annual international conference of the American society for horticultural science (p. 498). ASHS.
11. Ros, E., Mataix, J. (2006). Fatty acid composition of nuts – Implications for cardiovascular health. *British Journal of Nutrition*, vol. 96 (2): 29–35.
12. Rajaram, S., Burke, K., Connell, B., Myint, T., Sabat´e, J. (2001). Amonounsaturated fatty acid-rich pacán-enriched diet favorably alters the serum lipid profile of healthy men and women. *Journal of Nutrition* 131: 2275–2279
13. Alonso, A., Ruiz-Gutierrez, V., Martínez-González, M.A. (2006). Monounsaturated fatty acids, olive oil and blood pressure: Epidemiological, clinical and experimental evidence, *Public Health Nutrition* 9: 251–257
14. Finley, J.W., Shahidi, F. (2001). Omega-3 fatty acids, chemistry, nutrition and health effects, W. J. John and F. Shahidi, Eds., American Chemical Society, Washington, DC, USA, 1st edition
15. Manco, M., Calvani, M., Mingrone, G. (2004). Effects of dietary fatty acids on insulin sensitivity and secretion. *Diabetes, Obesity and Metabolism* 6:402–413
16. Hermansen, K. (2000). Diet, blood pressure and hypertension. *British Journal of Nutrition* 83:113–119.
17. Simopoulos, A. P. (1991). Omega-3 fatty acids in health and disease and in growth and development. *American Journal of Clinical Nutrition* 54:438–500
18. Garman, J.H., Mulroney, S., Manigrasso, M., Flynn, E., Marie, C. (2009). Omega-3 fatty acid rich diet prevents diabetic renal disease. *American Journal of Physiology-Renal Physiology* 296:306–316
19. O'Fallon, J.V., Busboom, J.R., Nelson, M.L., Gaskins, C.T. (2007). A direct method for fatty acid methyl ester synthesis: Application to wet meat tissues, oils, and feedstuffs. *Journal of Animal Science* 85:1511–1521
20. Wakeling, L. T., Mason, R. L., D'Arcy, B. R., Caffin, N. A. (2001). Composition of pacán cultivars Wichita and Western Schley [*Carya illinoensis* (Wangenh.)K. Koch] grown in Australia. *Jornal of Agricultural and Food Chemistry*; 49(3):1277-1281.
21. Villarreal-Lozoya, J., Lombardini, L., Cisneros-Zevallos, L. (2006). Phytochemical constituents and antioxidant capacity of different pacán [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars. *Food Chemistry* 102: 1241–1249
22. Cockerham, S., Gorman, W., Maness, N., Lillywhite, J. (2012). Feasibility assessment of investing in a pacán oil and flour processing facility using new extraction technology. Research Report 778 of Agricultural Experiment Station. College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences.
23. Frusso, E. A. (2014). Influencia del nitrógeno, fósforo y cinc sobre la composición química y rendimiento de la nuez pecán y su relación con la variabilidad de nutrientes en hoja. Tesis presentada para optar al título de Magister de la Universidad de Buenos Aires, área Producción Vegetal.
24. Maestri, D.M., Labuckas, D.O., Meriles, J.M., Lamarque, A.L., Zygadlo, J.A., Guzman, C.A. (1998). Seed composition of soybean cultivars evaluated in different environmental regions. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 77: 494-498
25. Freitas, T.B., Felix, T.L., Pedreira, M.S., Silva, R.R., Silva, F.F., .Silva. H.G.O, Moreira, B.S. (2017). Effects of increasing palm kernel cake inclusion in supplements fed to grazing lambs on growth performance, carcass characteristics, and fatty acid profile. *Animal Feed Science and Technology* 226: 71-80.
26. Atehortúa Osorno, A. C., Velásquez Rodríguez, C. M., López Marín, B. E. (2017) Caracterización de diversas especies de peces como fuente de PUFAs y omega 3 según su perfil de ácidos grasos. *Perspect Nutr Humana*. 19:93-108.
27. Borges, T.H., Pereira, J.A., Cabrera-Vique, C., Lara, L., F., Oliveira, A.F., Seiquer, I. (2017). Characterization of Arbequina virgin olive oils produced in different regions of Brazil and Spain: Physicochemical properties, oxidative stability and fatty acid profile. *Food Chemistry* 215: 454–462
28. FAO (2010). Fats and fatty acids in human nutrition. Report of an expert consultation. Geneva, November 10-14, 2008.