

21TCA - Efecto de la cantidad de nuez prensada en la calidad y rendimiento de obtención de aceite de nuez pecán Starking [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K.Koch]

Effect of the amount pressed nut on the quality and yield of obtaining Starking pecan oil [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K.Koch]

Marina Panozzo¹; Luz Marina Zapata²; Andrea Biolatto³; Santiago Araujo³; Francisco Federico³

1. INTA EEA Concordia. CC 34. Concordia, Entre Ríos.
2. Laboratorio de Análisis de Metales en Alimentos y Otros Sustratos (LAMAS) de la Facultad de Ciencias de la Alimentación de la Universidad Nacional de Entre Ríos. Entre Ríos, Argentina.
3. INTA EEA Concepción del Uruguay.
Correo electrónico de contacto: panozzo.marina@inta.gob.ar

Resumen

El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar el efecto del tamaño de la muestra, en la etapa de prensado, en el rendimiento y cantidad de finos presentes en aceite de nuez pecán. Se elaboró aceite de nuez pecán de la variedad Starking con una prensa hidráulica abierta empleando 3 tamaños de paquetes (1,0kg, 1,5Kg y 2,0kg). Para cada paquete se cuantificó el rendimiento de extracción de aceite y la proporción de finos presentes en dichos aceites. Además, se determinó la humedad inicial de las nueces, su contenido de aceite y perfil de ácidos grasos. La humedad inicial fue de $5,25 \pm 0,42\%$ mientras que el contenido graso fue $72,7 \pm 0,4g/100g$. Los ácidos grasos predominantes en el aceite fueron los insaturados oleico y linoleico. El contenido de finos en los tratamientos de 1,0; 1,5 y 2,0 kg fue $0,79 \pm 0,04$; $0,87 \pm 0,07$ y $1,05 \pm 0,16\%$, respectivamente; mientras que los rendimientos de aceite fueron: $43,52 \pm 1,76\%$, $39,03 \pm 2,35\%$ y $35,37 \pm 1,36\%$. En el tratamiento de 1,0 kg se obtuvo un 18% más de aceite y 31% menos de finos que en el tratamiento de 2,0kg. Se concluye que el contenido de finos en los aceites y el rendimiento de extracción dependieron de la cantidad de nuez pecán introducida en la prensa.

Palabras clave: sedimentos, salud, calidad organoléptica.

Abstract

The present work aimed to study the effect of the sample size, in the pressing stage, on the yield and quantity of fines present in pecan oil. Pecan oil of the Starking cultivar was produced with an open hydraulic press using 3 pack sizes (1.0kg, 1.5Kg and 2.0kg). The oil extraction performance and the proportion of fines present in said oils were quantified for each package. In addition, the initial moisture of the nuts, their oil content and fatty acid profile were determined. The initial humidity was $5.25 \pm 0.42\%$ while the fat content was $72.7 \pm 0.4g / 100g$. The predominant fatty acids in the oil were the unsaturated oleic and linoleic. The content of fines in the treatments of 1.0; 1.5 and 2.0 kg was 0.79 ± 0.04 ; 0.87 ± 0.07 and $1.05 \pm 0.16\%$, respectively; while the oil yields were: $43.52 \pm 1.76\%$, $39.03 \pm 2.35\%$ and $35.37 \pm 1.36\%$. In the 1.0 kg treatment, 18% more oil and 31% less fines were obtained than in the 2.0 kg treatment. It is concluded that the content of fines in the oils and the extraction performance depended on the amount of pecan nut introduced into the press.

Keywords: sediments, health, organoleptic quality.

1. Introducción

La elaboración de aceite de nuez pecán es una alternativa de agregado de valor en la cadena productiva de este fruto seco, debido al creciente interés de la población por el consumo de alimentos que contengan compuestos con propiedades beneficiosas para la salud (Rivera-Rangel *et al.*, 2018). Este aceite tiene un potencial importante, ya que es rico en vitamina E y en ácidos grasos insaturados, beneficiosos para la salud, como ácidos oleico y linoleico (Panozzo *et al.*, 2018). Su sabor es neutro y está considerado como un producto gourmet (Marchetti *et al.*, 2018), pudiendo ser utilizado tanto en preparaciones dulces como saladas.

Actualmente Argentina produce aceite de nuez pecán 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 (Frusso, 2014). La producción de nuez pecán en Argentina se encuentra cercana a las 3000 t. Las provincias de Entre Ríos y Buenos Aires concentran el 64 % de la superficie implantada en el país, con 6000 ha y el 80 % de la producción; ascendiendo la misma a 2400 t de pecanes. Otras provincias que siguen en orden de importancia en superficie implantada son: Santa Fe, Corrientes y Catamarca (Frusso, 2020).

En el caso de las nueces, la estabilidad de las semillas y de los aceites obtenidos a partir de ellas, depende directamente del manipuleo que ocurre durante el período de la cosecha, procesamiento y almacenaje (García-Pascual *et al.*, 2003). Otros factores que influyen son la región de producción, la variedad cultivada y las características del suelo y del clima (Heaton, *et al.*, 1977; Rudolph *et al.*, 1992; Grauke, *et al.*, 2001).

Las principales fuentes de lípidos en la dieta humana son los aceites comestibles, las grasas, la carne, los productos lácteos, el pescado y las nueces. Los aceites y grasas vegetales comestibles son una parte vital de la dieta humana, no solo por sus atributos sensoriales, sino también por proporcionar ácidos grasos esenciales y energía (Dorni *et al.*, 2018).

Uno de los factores que afecta negativamente la calidad de los aceites es la presencia de finos. Cuando estos están presentes, inicialmente el aceite se ve opaco y a medida que los finos se van depositando en el fondo de la botella, en ésta se

observa una “borra”, que al verter el aceite se vuelve a dispersar enturbiándolo.

El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar cómo afecta el tamaño de la muestra introducida en la prensa en el rendimiento de extracción y en la proporción de finos presentes en los aceites de nuez pecán.

2. Materiales y métodos

2.1. Muestras

Se trabajó con nueces pecán de la variedad Starking sin cáscara, proporcionadas por un productor perteneciente al Cluster de la Nuez Pecán de Entre Ríos. Inicialmente se realizó una selección, eliminando los granos podridos y necróticos.

2.2. Obtención de aceite de nuez pecán y de finos

A continuación, se llevó a cabo el triturado de las nueces, envoltura de las nueces trituradas en tela filtrante, ajuste de temperatura a 35 ± 2 °C y prensado para la obtención del aceite (Figura 1).

Para el triturado de las mitades sanas de nuez pecán se empleó una picadora industrial de acero inoxidable marca Pagani.

El empaquetado se realizó envolviendo las nueces trituradas en telas filtrantes (lienzo natural), según el siguiente esquema:

Tratamiento Starking 1,0 kg: paquetes de 1,0 kg

Tratamiento Starking 1,5 kg: paquetes de 1,5 kg

Tratamiento Starking 2,0 kg: paquetes de 2,0 kg

El atemperado de los paquetes a la temperatura de 35 ± 2 °C se llevó a cabo en estufa Instrumentalia modelo DHG-9240.

Para el prensado se trabajó con una prensa hidráulica abierta (marca Morano) a la que se le adaptó un sistema de platos provistos por IDEM Alimentos S.H. El prensado consistió en tres etapas de compresión sucesivas, según se muestra a continuación.

1- Compresión durante 5 minutos a 100 kgf/cm²

2- Compresión durante 10 minutos a 200 kgf/cm²

3- Compresión durante 5 minutos a 300 kgf/cm²

Al finalizar cada etapa de compresión, se descomprimió la muestra, antes de pasar a la siguiente etapa de compresión. Finalizado el prensado, se tomaron muestras de aceite para determinar el contenido finos y muestras de la

torta de prensado (expeller) para cuantificar el contenido de aceite.

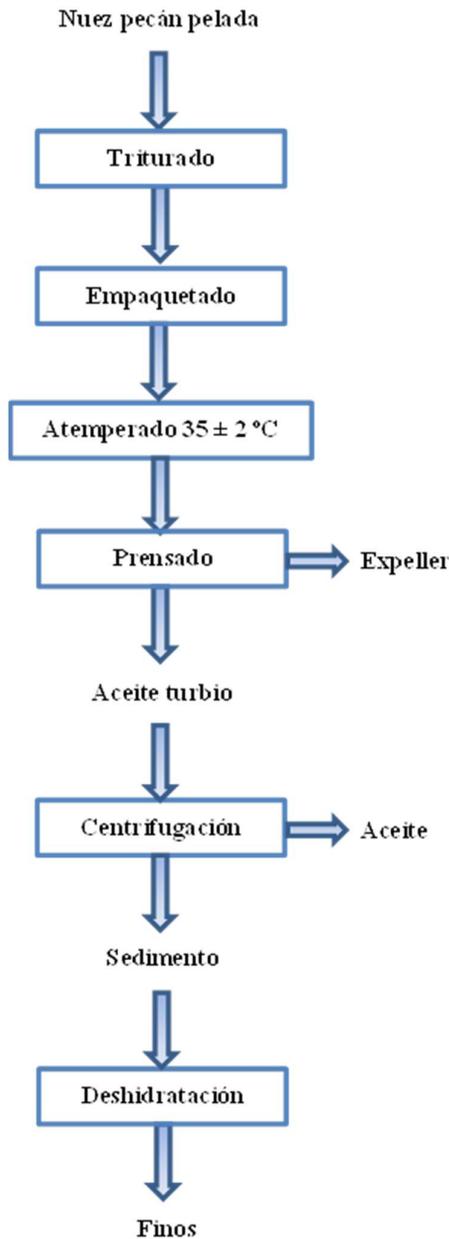


Figura 1: Flow-sheet obtención de aceite de nuez pecán y de finos.

2.3 Técnicas analíticas

Humedad. Se cuantificó el contenido de humedad en la nuez pecán según AOAC 925.40.2005.

Contenido de aceite en la nuez pecán y en la torta de prensado. El contenido de aceite en los frutos de nuez pecán y en la torta de prensado se

cuantificó mediante análisis de materia grasa (Soxhlet, base seca).

La cantidad total de aceite extraído (% AE) se calculó en base al contenido inicial de aceite en el material de partida (x_i) y al contenido de aceite residual en la torta de prensado (x_f) según la ecuación 1:

$$AE = \frac{x_i - x_f}{x_i} \times 100 \quad (1)$$

Contenido de finos. Para la determinación del contenido de finos las muestras se centrifugaron en centrífuga (Thermo Scientific Sorvall modelo ST 8) a 4000 rpm por 30 min. El sobrenadante (aceite) fue separado y los sedimentos fueron lavados con ciclohexano, para lo cual se aplicó bortex (marca DeCaLab S.R.L.) durante 1 minuto y luego se centrifugó a 4000 rpm durante 15 min.

Posteriormente, los sedimentos recuperados se deshidrataron a 40 °C en estufa (Instrumentalia modelo DHG-9240) hasta peso constante. El producto de la deshidratación se denominó “finos”.

El contenido de finos se calculó con la Ecuación 2 a partir de los pesos de finos (Pf) y del aceite con finos (Pa+f).

$$\text{Contenido de finos (\%)} = \frac{P_f}{P_{a+f}} \times 100 \quad (2)$$

Para todos los pesos se utilizó en balanza analítica marca Ohaus modelo Pioneer (sensibilidad 0,0001 g).

Perfil de ácidos grasos en aceite de nuez pecán.

La determinación del perfil de ácidos grasos del aceite de pecán se realizó mediante la síntesis directa de metil ester de ácidos grasos (FAME) acorde a lo publicado por O'Fallon *et al.*, (2007). El perfil de ácidos grasos se determinó mediante cromatografía gaseosa empleando un equipo marca Perkin Elmer, modelo CLARUS 680, equipado con automuestreador Combi PAL. Se utilizó columna capilar HP-88 de 100 m de largo \times 0,25 mm de diámetro interno \times 0,25 μ m 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 (Maestri *et al.* 1998).

2.4 Análisis estadístico

El contenido de finos y el rendimiento de extracción de aceite se evaluaron mediante Análisis de Varianza y Test de Rango Múltiple con software R versión 3.4.3.

3. Resultados y Discusión

La humedad de las semillas de nuez es un parámetro de calidad que influye en la etapa de recuperación de aceite, ya que no sólo aumenta la plasticidad del material, sino que también contribuye al prensado por su acción lubricante (Martínez *et al.*, 2008). Sin embargo, altos contenidos de humedad pueden afectar negativamente la extracción y/o alterar la calidad química del aceite, a través de la hidrólisis de glicéridos con el consiguiente incremento de la acidez (Ixtaina 2010). Se ha observado que la humedad ideal para el prensado de nuez pecán (datos no publicados) es de 5,5 %. La humedad inicial de las nueces trituradas fue de $5,25 \pm 0,42$ % por lo que no fue necesaria su modificación.

Se señaló en la metodología que las nueces trituradas fueron prensadas en paquetes de 3 tamaños para la obtención de aceites y que estos aceites contenían sedimentos, que fueron separados por centrifugación; obteniendo por un lado los aceites y por otro lado los finos.

El contenido de finos fue perceptible desde el punto de vista sensorial. Se puede visualizar en la Figura 2 la turbidez del aceite con contenido de finos en suspensión, mientras que el aceite obtenido luego de la etapa de centrifugación se encuentra límpido y brillante (Figura 3).



Figura 2: Aceite turbio de nuez pecán. *Tratamiento Starking 2,0 kg.*



Figura 3: Aceite de nuez pecán sin presencia de finos en el seno del líquido. Se visualizan los finos sedimentados. *Tratamiento Starking 2,0 kg.*

Desde el punto de vista analítico, se obtuvo que el contenido de finos en los aceites fue mayor en los paquetes de 2,0 kg; alcanzando el valor de $1,05 \pm 0,16$ %; mientras que no se observó diferencias significativas en el contenido de finos de los

aceites extraídos de los paquetes de 1,0 y 1,5 kg (Figura 4).

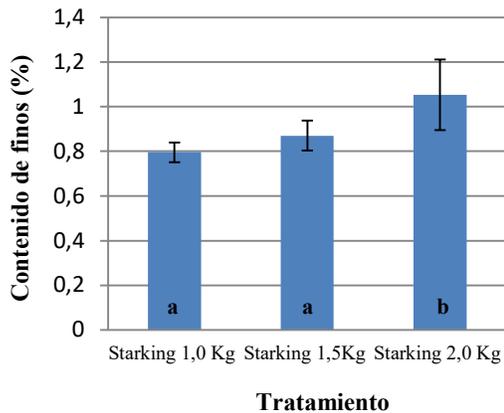


Figura 4: Contenido de finos presentes en aceites de nuez pecán de la variedad Starking.

Letras minúsculas distintas señala diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

Los contenidos de finos obtenidos en la presente investigación fueron inferiores a los publicados por Martínez *et al.* (2012), quienes obtuvieron contenido de finos en aceite en el rango de 5,7 – 16,8 % para nuez de castilla y de 2,6 – 28,6 % para almendras. En otros estudios de Martínez (2010) en aceite de nuez de castilla el contenido de finos estuvo comprendido entre 11,4 – 16,7 %. La diferencia entre estos autores y los resultados obtenidos en el presente estudio fue atribuido a que, los primeros trabajaron con prensa helicoidal, mientras que en esta investigación se utilizó una prensa hidráulica.

En la literatura se encontraron otros estudios en los que también la cantidad de sedimentos presentes en aceites de diferentes materias primas fueron superiores a los señalados para este estudio. Vargas-Lopez *et al.* (1999) obtuvieron sedimentos en el aceite de semillas de Crambe “*Crambe abyssinica*” comprendido entre 2,3 - 4,4 %; mientras que Singh *et al.* (2002) registraron para semillas de Cambré cocidas y crudas 0,9 -7,8 % y de 1,1 - 5,4 %, respectivamente.

Referido al contenido inicial de aceite, la cantidad contenida en los frutos de nuez pecán de variedad Starking fue $72,7 \pm 0,4$ g/100g en base seca. Este valor está dentro del rango encontrado por otros autores. Oro *et al.* (2008) evaluaron una mezcla de nuez pecán de las variedades Barton, Shoshoni, Shawnee, Choctaw y Cape Fear, y hallaron un valor de 69,4% de lípidos. Por su parte, Fernandes *et al.* (2017) reportaron contenidos de aceite entre 58 y 74 % para nueces pecán obtenidas en un local comercial de Brasil. Ros (2010) mencionó el valor de 72,0 % para nuez pecán en Estados Unidos. También Descalzo *et al.* (2021)

reportaron un contenido de aceite de $77,5 \pm 1,3$ % para la variedad Stuart cultivada en el Delta del Paraná. Las variaciones entre el resultado obtenido y los publicados por los diferentes investigadores fueron atribuidos a que el contenido de aceite depende de la variedad de nuez, de la localidad y del año de producción (Shahidi y Miraliakbari, 2005).

Los ácidos grasos predominantes en el aceite fueron los ácidos insaturados: oleico (18:1) 49,5 %; linoleico (18:2) 38,9 % y linolénico (18:3) 1,7 %. Mientras que los ácidos grasos saturados presentes fueron palmítico (16:0) 6,7 % y esteárico (18:0) 2,7 %. El 0,5 % restante estuvo compuesto por los ácidos aráquidónico (C20:0), palmitoleico (16:1), margárico (C17:0), heptadecanoico (C17:1), y behénico (C22:0).

Estos valores coinciden con los encontrados por Fernandes *et al.* (2017). Estos autores cuantificaron el perfil de ácidos grasos de nuez pecán 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.

Otros autores han encontrado mayores proporciones de ácido oleico en nuez pecán argentina. Marchetti *et al.* (2017) indicaron 65,1 % mientras que Guidi *et al.* (2019) encontraron una proporción de 65,7 % de este ácido graso. Sin embargo, dichos autores no señalaron la variedad de nuez pecán utilizada. En un trabajo anterior Panozzo *et al.* (2018) encontraron que, en esta variedad, la menor proporción de ácido oleico se compensa con una mayor cantidad de ácido linoleico. Marchetti *et al.* (2017) y Guidi *et al.* (2019) indicaron 28,6 y 23,2 % respectivamente, para dicho ácido graso.

Como puede observarse este aceite de nuez pecán es valioso desde el punto de vista nutricional ya que contiene una elevada proporción de ácidos grasos omega 9, omega 6 y omega 3; siendo estos dos últimos, esenciales para el organismo humano y por lo tanto, deben ser aportados por la dieta (Atehortúa Osorno *et al.*, 2017; Borges *et al.* 2017). Sin embargo, este elevado porcentaje de ácidos grasos insaturados (90,1%) hace que estos aceites sean susceptibles de oxidación (Atanasov *et al.*, 2018), proceso que se vería favorecido por la presencia de finos.

Con respecto al rendimiento del proceso de prensado, la cantidad de aceite extraído en el

tratamiento de 1,0 kg fue un 18 % más que en el tratamiento de 2,0 kg (Figura 5). Esta diferencia fue atribuida a que una menor cantidad de nuez permitió un mejor trabajo de la prensa hidráulica.

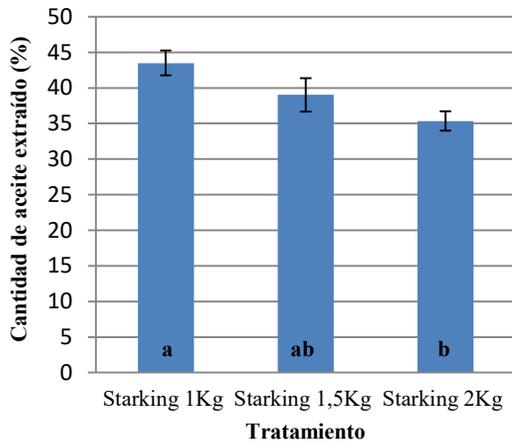


Figura 5: Rendimiento de obtención de aceite de la etapa de prensado.

Letras minúsculas distintas señala diferencias significativas entre las medias de los tratamientos.

Pardo *et al.*, (2019), encontraron que los rendimientos de obtención de aceite con prensa hidráulica oscilaron entre 33 y 43 % para almendra, 46 y 55 % en el caso de la nuez de castilla y 26 a 31% para el pistacho. Estos investigadores, en los estudios realizados sobre la optimización de la extracción del aceite de frutos secos mediante esta prensa, evaluaron la influencia de la presión y del tiempo de extracción, considerando tres presiones de extracción (80 kgf/cm², 120 kgf/cm² y 160 kgf/cm²) y tres tiempos de extracción (2 min, 3 min y 4 min, para la almendra; 1 min, 2 min y 3 min, para la nuez, y 10 min, 12 min y 15 min. La cantidad de materia prima de partida fue, en todos los casos, de 800 g (200 g por paquete). Los resultados de la presente investigación, serían semejantes a los obtenidos para almendra.

Se observa que, en los paquetes más pequeños (1 kg) se obtuvo un mayor rendimiento de aceite y menor proporción de finos en dichos aceites.

4. Conclusiones

De lo expuesto, se concluye que tanto el rendimiento de extracción de aceite de nuez pecán, como el contenido de finos presentes en los mismos, dependió de la cantidad de nuez pecán prensada; obteniéndose los mejores resultados para los paquetes conteniendo una menor cantidad de nuez en la prensa hidráulica.

En el aceite se observó una alta proporción de ácidos grasos insaturados, particularmente de ácido oleico (omega 9); seguido por el ácido linoleico (omega 6) y el ácido linolénico (omega 3); con un bajo contenido total ácidos grasos saturados. El contenido de ácidos grasos cumple con los requerimientos señalados por la FAO, por lo que podría atribuirse a este aceite de nuez pecan propiedades beneficiosas para la salud. Por otra parte, si bien los contenidos de finos presentes en los aceites de nuez pecán fueron bajos, es recomendable en el proceso de obtención incorporar una etapa que contemple su eliminación, con el fin de mejorar el aspecto visual de los mismos. Esto posibilitaría mantener la calidad organoléptica de los aceites obtenidos.

5. Agradecimientos

Se agradece la financiación del proyecto INTA 2019-PD-E7-1153. También agradecemos a Miguel Ricobelli Y Delta Comex S.A., pertenecientes al Cluster de la Nuez Pecán por la donación y pelado de las nueces para los ensayos.

6. Referencias

AOAC (2005). Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis of the AOAC*, 18th Ed. Horwitz, W.; Latimer, G.

Atanasov A.V. y otros 9 autores (2018). *Pecan nuts: A review of reported bioactivities and health effect*, in Food Science & Technology 71: 246-257 ISSN 0924-2244, <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2017.10.019>.

Atehortúa Osorno, A.C., y otros 2 autores (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.

Borges, T.H. y otros 5 autores (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

Descalzo A.M. y otros 6 autores, (2021). *Oxidative stability parameters and sensory properties of in-shell "Stuart" pecans [Carya illinoensis (Wangenh.) K.Koch] stored at different temperatures under non-accelerated conditions*, *Postharvest Biology and Technology* 179:111591

- Dorni, C. y otros 3 autores, (2018). *Fatty acid profile of edible oils and fats consumed in India*, Food Chemistry, 238:9-15, ISSN 0308-8146, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.05.072>.
- Fernandes, G.D. y otros 4 autores, (2017). *Chemical characterization of major and minor compounds of nut oils: almond, hazelnut, and pacán nut*, Journal of Chemistry. <https://doi.org/10.1155/2017/2609549>
- Frusso, E. (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 doctoral. Universidad Nacional de Buenos Aires.
- Frusso, E. (2020). *El cultivo de pecán en la Argentina*, Revista Argentina Forestal. Sep. <https://www.argentinaforestal.com/2020/09/28/el-cultivo-de-pecan-en-la-argentina/>
- García-Pascual, P. y otros 3 autores, (2003) *Influence of storage conditions on the quality of shelled and roasted almonds*, Biosystems Engineering, 84: 201 . 209.
- Grauke, L.J. y otros 3 autores, (2001). *In Abstracts of the 98th annual international conference of the American society for horticultural science* (p. 498). ASHS.
- Guidi, S. y otros 3 autores, (2019). *Desarrollo de barra de nuez pecan con cereales*, en libro Estrategias para la diferenciación de alimentos y el desarrollo de nuevos productos alimentarios. Agroindustria y Agregado de valor”. Editor. Andrea Biolatto. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Heaton, E.K. y otros 3 autores, (1977). *Pacáns: Handling, Storage Processing and Utilization*, University of Georgia AES Research Bulletin 197.
- Ixtaina, V. (2010). *Caracterización de la semilla y el aceite de chía (Salvia hispánica L.) obtenidos mediante distintos procesos. Aplicación en tecnología de alimentos*, Tesis doctoral. Universidad Nacional de La Plata, Argentina.
- Maestri, D. M. y otros 5 autores, (1998). *Seed composition of soybean cultivars evaluated in different environmental regions*, Journal of the Science of Food and Agriculture, 77: 494-498.
- Marchetti, L. y otros 3 autores, (2018). *Characterization of pecan nut expeller cake and effect of storage on its microbiological and oxidative quality*, Grasas y Aceites, 68:226. <https://doi.org/10.3989/gya.0667171>
- Martínez, M.L., Mattea, M. & Maestri, D.M. (2008). *Pressing and supercritical carbon dioxide extraction of walnut oil*, Journal of Food Engineering, 88:399-404.
- Martinez, M. (2010). *Extracción y Caracterización de Aceite de Nuez (Juglans Regia L.): Influencia del Cultivar y de Factores Tecnológicos Sobre su Composición y Estabilidad Oxidativa*, Tesis doctoral. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Martinez, M. y otros 4 autores, (2012). *Aportes a la sustentabilidad de la cadena de valor de frutos secos: obtención de aceite y harina de nuez (Juglans regia L.) y almendra (Prunus amygdalus L)*, Producción Agropecuaria y Desarrollo Sostenible Vol N°1.
- O’Fallon, J.V. y otros 3 autores, (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
- Oro, T. y otros 4 autores, (2008). *Evaluación de la calidad durante el almacenamiento de nueces Pecán [Carya illinoensis (Wangenh.) C. Koch] acondicionadas en diferentes envases*, Grasas y Aceites 59:132–138. <https://doi.org/10.3989/gya.2008.v59.i2.501>
- Panozzo M. y otros 3 autores, (2018). *Composición de ácidos grasos de aceites de distintas variedades de nuez pecan [Carya illinoensis (Wangenh.) K. Koch] cultivadas en la provincia de Entre Ríos*, en libro “Estrategias para la diferenciación de alimentos y el desarrollo de nuevos productos alimentarios”. Agroindustria y Agregado de valor”. Editor. Andrea Biolatto. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria.
- Pardo, J. y otros 6 autores, (2019). *Obtención y caracterización de aceites de frutos secos vírgenes*, en X Congreso Ibérico de Agroingeniería. doi: 10.26754/c_agroing.2019.com.3321
- Rivera-Rangel, L.R. y otros 5 autores, (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
- Ros E. (2010). *Health Benefits of Nut Consumption*, Nutrientes 2, 7:652-682.

<https://doi.org/10.3390/nu2070652>

Rudolph, C.J. y otros 4 autores, (1992). *Genetic, environmental, and maturity effects on pacán kernel lipid, fatty-acid, tocopherol, and protein-composition*, Journal of Food Quality, 15 (4): 263–278.

Shahidi F. Miraliakbari H. (2005). *Tree Nut Oils*, en Shahidi F. (Ed). *Bailey's Industrial Oil and Fat Products* 3, 6th Ed. John Wiley & Sons, Inc. Hoboken, NJ.

Singh, K.K. y otros 3 autores (2002). *Influencia del contenido de humedad y la cocción en el prensado del tornillo de la semilla de crambe*, en J Amer Oil Chem Soc, 79:165-170
<https://doi.org/10.1007/s11746-002-0452-3>

Vargas-Lopez J.M. y otros 3 autores, (1999). *Processing of Crambe for Oil and Isolation of Erucic Acid*, Journal of the American Oil Chemist's Society, 76, 801-809.