

EVALUACIÓN DE ALGUNOS ÍNDICES FÍSICOS Y QUÍMICOS DE ACEITES EXTRAÍDOS DE NUEZ PECANERA, NUEZ DE CASTILLA Y MACADAMIA

*Juan José Luna-Guevara y José Ángel Guerrero-Beltrán**

Dpto. Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental. Universidad de las Américas, Puebla. Cholula, Puebla, C.P. 72 820, México.

E-mail: joseangel150@hotmail.com

RESUMEN

Se utilizaron nuez pecanera ([Wangenh.] K. Koch), nuez de Castilla (*Juglans regia* L.) y macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden et Betche) para la extracción y caracterización de sus aceites. Se determinaron algunas características de composición (humedad, proteína, cenizas y grasa) de las nueces, así como las características fisicoquímicas (densidad, color, índice de acidez, índice de yodo, índice de saponificación e índice de refracción) de los aceites extraídos usando un tornillo helicoidal. La identificación y cuantificación de ácidos grasos se determinó usando un cromatógrafo de gases acoplado a un detector selectivo de masas. Los tres tipos de frutos secos presentaron cantidades significantes de proteína (9,57 a 14,99 %) y lípidos (65,20 a 75,64 %). La cantidad de aceite, para los tres tipos de frutos secos, se encontró entre 48,24 y 62,32 %. La identificación y cuantificación de ácidos grasos mostró una proporción cercana a 90 % de ácidos grasos insaturados, siendo el oleico y el linoleico los ácidos grasos mayoritarios.

Palabras clave: aceites de nueces, frutos secos, características fisico-químicas.

ABSTRACT

Evaluation of some physical and chemical indices of the extracted oils from pecans, walnuts and macadamia

Pecans (*Carya illinoensis* [Wangenh.] K. Koch), walnuts (*Juglans regia* L.) and macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden et Betche) were used for extracting oils and evaluate some physical and chemical characteristics. Some compositional (moisture, protein, ash, and fat) of nuts and physico-chemical (density, color, acid value, iodine value, saponification value, and refractive index) characteristics were assessed in nuts and oils (extracted using a helical screw tool), respectively. The identification and quantification of fatty acids were determined using a gas chromatograph coupled to a mass selective detector. The three types of nuts had significant amounts of protein (9.57-14.99%) and lipids (65.20-75.64%). The amount of oil for the three types of nuts was found between 48.24 and 62.32%. The identification and quantification of fatty acids was around of 90% of unsaturated fatty acids being the oleic and linoleic the main fatty acids.

Key words: nut oils, dry fruits, physico-chemicals characteristics.

INTRODUCCIÓN

De acuerdo a las normas mexicanas e internacionales, frutos secos son aquellos alimentos cuya porción comestible posee menos de 50 % de agua en su composición (1, 2). Se incluyen en este grupo a la nuez pecanera (*Carya illinoensis* [Wangenh.] K. Koch), nuez de Castilla (*Juglans regia* L.) y macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden et Betche). Los fru-

***José Ángel Guerrero Beltrán:** Profesor investigador con estudios doctorales en Ciencias de la Ingeniería en Alimentos (Washington State University). Profesor Investigador del Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas, Puebla, México. Sus principales tareas son la investigación con Tecnologías no térmicas, Procesamiento de frutas y vegetales, Características antioxidantes en alimentos, etc.

tos secos tienen una composición similar en lo que se refiere a proteínas (13 a 26 %), carbohidratos (20 %) y lípidos (48 a 63 %), aunque en algunos frutos la cantidad de la fracción lipídica puede ser mayor. Los frutos secos son una excelente fuente de algunas vitaminas (especialmente E y del grupo B), minerales y fibra (3). Hay estudios científicos que sugieren el consumo de frutos secos para reducir la aparición de enfermedades cardíacas (4) y diabetes tipo II (5). Lo anterior podría deberse al aporte de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados (6), los cuales, en conjunto con otros compuestos con actividad antioxidante y funcional, favorecen la salud de los consumidores cuando son ingeridos de manera frecuente en cantidades suficientes y durante periodos de tiempo prolongados (7-9). La mayoría de los frutos secos se consumen típicamente como productos crudos, tostados, fritos o salados. Se utilizan también como ingredientes en una gran variedad de alimentos procesados tales como en la industria de la panificación, en productos de confitería, o bien en forma de golosinas (10, 11). Sin embargo, el consumo de estos alimentos es menor al recomendado (190 g/semana) por la Administración de Alimentos y Fármacos de los Estados Unidos de América (FDA, por sus siglas en inglés) (12). Para corregir de manera parcial el citado déficit, algunos estudios sugieren el consumo de aceite de frutos secos por sus efectos benéficos en la salud, posiblemente debido al aporte de compuestos bioactivos liposolubles (13). En la actualidad, existe un interés cada vez mayor por la obtención de aceites de frutos secos utilizando para ello tecnologías de extracción mecánica, permitiendo así una producción de aceites libres de residuos de disolventes (14). Por un lado, los rendimientos de aceite son menores a los que se obtienen con extracción por disolventes pero por el otro para la extracción mecánica se requieren instalaciones, equipo, e insumos menos costosos. Adicionalmente se realizan operaciones unitarias de poca complejidad tecnológica, son más seguras y de menor riesgo para el medio ambiente (15). La obtención de aceites no convencionales, producidos a partir de frutos secos, podría ser una oportunidad económicamente posible para los productores de diferentes tipos de nueces. El objetivo de este trabajo fue la obtención de aceite de nuez pecanera, nuez de Castilla y macadamia, para la evaluación de algunas características físicas y químicas, y de composición de los aceites.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se usaron nuez pecanera (*Carya illinoensis* [Wangenh.] K. Koch), variedad *Western Shley*, cultivada en el estado de Coahuila, nuez de Castilla (*Junglans regia* L.) y macadamia (*Macadamia integrifolia* Maiden et Betche) producidas en el estado de Puebla, México. Los frutos secos fueron cosechados en los meses de septiembre y octubre de 2010 y se seleccionaron 100 frutos en su estado óptimo de madurez, de acuerdo con la ausencia de daños físicos y microbiológicos. Los frutos libres de cáscara se secaron a 30 °C durante 48 h. A continuación, se empaquetaron al vacío y fueron colocados en bolsas negras de polietileno a -18 °C, para su posterior análisis.

Para la determinación de humedad, proteína, cenizas y grasa, se utilizaron los métodos 925.40, 960.52, 950.49 y 948.22 de la AOAC (16), respectivamente. El contenido de carbohidratos y fibra total (juntos), se determinó por diferencia de la suma de los porcentajes de humedad, proteína, cenizas y grasa.

Para la extracción de los aceites se utilizó la metodología descrita (17) con algunas modificaciones. Se retiró el epicarpio del fruto seco, posteriormente se disminuyó el tamaño del fruto con un molino de cuchillas y las partículas obtenidas se pasaron a través de un tamiz (Duvesa, Edo. de México, México). Las partículas se pesaron e introdujeron en un molino de tornillo helicoidal (Samson, Mod. GB 9001, Corea), para obtener el aceite por prensado (25 ± 2 °C). El aceite extraído se centrifugó a 4 000 min⁻¹ por 35 min a 25 °C para eliminar las partículas. Una vez obtenido el aceite, este fue colocado en frascos color ámbar, sin espacio de cabeza, a una temperatura de 4 ± 1 °C para su análisis posterior. Se calculó el rendimiento con la ecuación:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \left[\frac{\text{Vol. de aceite (mL)} * \text{Densidad del aceite (g/mL)}}{\text{Fruto seco (g)}} \right] * 100$$

Para la medición del color del aceite se utilizó un colorímetro Color Gard System 05 (Hunter Lab., Reston, EE.UU.) en el modo de transmitancia. Para ello se colocaron 3 mL de aceite en una celda de cuarzo con espesor de 4 mm y se midieron los parámetros L, a y b de la escala de Hunter.

Los índices de acidez, de yodo, de peróxidos y de saponificación se analizaron de acuerdo a los métodos 940.28, 920.159, 965.33 y 920.160 de la AOAC (16), respectivamente. El índice de refracción se determinó usando un refractómetro ABBE (Atago Co., Tokio, Japón) a 25 °C. La densidad (25 °C) se evaluó mediante el método propuesto por la Norma Mexicana NMX-F-075-SCFI-2006 (18).

La identificación y cuantificación de los ácidos grasos se determinó mediante cromatografía de gases con detector de llama de hidrógeno. La preparación de la muestra consistió en colocar 0,1 mL de aceite en un matraz Erlenmeyer de 125 mL y la adición 10 mL de solución de NaOH a 2 % en metanol. La muestra se calentó en un sistema a reflujo por 30 min y posteriormente se adicionaron 5 mL de trifluoruro de boro manteniendo el reflujo por 15 min más. La mezcla se retiró del calentamiento y se enfrió adicionando 10 mL de agua destilada y 15 mL de pentano. Se homogenizó, se dejó reposar y se descartó la parte turbia. Se tomó la fracción transparente y se evaporó el pentano, a temperatura ambiente, hasta obtener el volumen necesario para llenar el vial del cromatógrafo. La mezcla de esteres metílicos de ácidos grasos se analizó en un cromatógrafo de gases Agilent Technologies modelo 6890N (Santa Clara, CA, EE.UU.). Se utilizó una columna HP88 (112-87A7) de 100 m x 0,25 mm d.i. y un espesor de fase de 0,2 µm, a una temperatura de 240 °C. Se empleó helio a 80 psi como gas de arrastre. Los ácidos grasos se identificaron en función de los tiempos de retención y la cantidad de cada uno de ellos se expresó como el porcentaje en relación al contenido total de la muestra.

Todos los análisis se llevaron a cabo por triplicado y los valores promedio obtenidos se procesaron estadísticamente mediante un análisis de varianza con 95 % de confianza como criterio de diferencia o no diferencia significativa entre muestras utilizando el programa estadístico Minitab 16 (Pensilvania, EE.UU.). Las

diferencias significativas, a 95 % de confianza, entre los valores promedios de pares de muestras, fueron determinados usando la prueba de comparación múltiple de Tukey.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La Tabla 1 muestra los valores del análisis proximal de las nueces. Las grasas fueron los componentes predominantes, seguidos del contenido de carbohidratos y proteínas. Esto confirma el alto valor energético que presentan las nueces (19). Para la macadamia, los resultados concuerdan con los reportados por la Sociedad Australiana de Macadamia (20), cuyos valores son 74 % de grasa M; 7,9 % de proteína; 1,4 % de humedad; 1,3 % de cenizas y 14 % de carbohidratos. Sin embargo, se observan diferencias en la composición, cuando estos son contrastados con lo obtenido por otros autores (21), quienes reportaron 13 % de proteína, 76 % de grasa y 7 % de carbohidratos, en macadamias producidas en Nueva Zelanda. Asimismo, los valores obtenidos para nuez pecanera se asemejan a los publicados por el Dpto. de Agricultura de los EE.UU. (22) en el 2002, cuyos valores son 71,97 % de lípidos; 3,5 % de humedad; 9,17 % de proteína; 1,49 % de cenizas y 13,86 % de carbohidratos. Para nuez de Castilla, otros trabajos (3, 11) reportaron valores de humedad entre 2,7 y 4,7 %, lípidos entre 64,5 y 65,2 %, proteínas entre 13,5 y 15,2 %, cenizas entre 1,8 y 2,0 % y carbohidratos entre 13,0 y 14,0 %. El contenido composicional presentó diferencia significativa ($p \leq 0,05$), entre los tres tipos de nueces. De manera particular, la humedad de los frutos secos depende de factores tales como ciclo estacional de producción, ubicación geográfica del cultivo, condiciones de cosecha y postcosecha y condiciones de almacenamiento, entre otros (11, 23).

Tabla 1. Análisis proximal de los frutos secos

Análisis (%)	Fruto seco ¹		
	Pecanera	Macadamia	Castilla
Aceite	54,52 ± 0,30 ^a	62,32 ± 0,40 ^b	48,24 ± 0,20 ^c
Humedad	3,53 ± 0,02 ^a	4,11 ± 0,02 ^b	2,79 ± 0,02 ^c
Lípidos	69,20 ± 0,30 ^a	74,64 ± 0,20 ^b	65,20 ± 0,20 ^c
Proteína	9,57 ± 0,20 ^a	8,20 ± 0,30 ^b	14,99 ± 0,30 ^c
Cenizas	1,32 ± 0,10 ^a	1,16 ± 0,20 ^b	2,02 ± 0,10 ^c
Carbohidratos y fibra	16,38	11,89	15,00

¹Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0,05$)

La Tabla 1 presenta los rendimientos de aceite para las frutas secas de este estudio. El rendimiento de aceite, de los tres tipos de frutos secos presentó diferencia significativa ($p \leq 0,05$). Los mayores rendimientos de aceite de macadamia y nuez pecanera pudieron deberse a los altos contenidos de grasa. Algunos estudios han sugerido la influencia que ejercen factores como la temperatura de extracción, el tamaño de partícula, el contenido lipídico y el porcentaje de humedad, sobre los rendimientos de aceite, cuando se emplean tecnologías de extracción mediante el uso de prensas o de tornillo helicoidal (14). Algunos autores (24, 25) aseguran que el porcentaje de humedad es uno de los factores de mayor importancia que se debe tomar en cuenta durante la extracción mecánica de aceite. Esto puede ser explicado por la acción lubricante que la humedad genera durante la extracción al aumentar la plasticidad del material. Sin embargo, cuando el contenido de humedad supera 10 %, pueden alterarse las propiedades sensoriales del aceite, generando olores y sabores indeseables debido a las reacciones de hidrólisis de glicéridos e incremento de la acidez (15). También es cierto que los rendimientos son menores cuando se emplea una extracción mecánica en comparación con la aplicación de un método extractivo con disolventes (26). La baja complejidad del método mecánico permite obtener aceites de pequeños lotes de semillas (14); esto hace posible el uso de este método por parte de

organizaciones de productores, para la obtención de materias primas de alto valor agregado y subsanar, de alguna manera, el principal obstáculo para este tipo de empresas, que es la falta de instalaciones y equipo para el procesamiento de los frutos y la extracción de los aceites. Aunado a lo anterior, la "pasta" o "torta" resultante de la extracción, al carecer de trazas de disolventes, puede ser considerada como un subproducto de importancia nutrimental, pudiendo ser utilizada para la elaboración de algunos productos alimenticios de importancia tecnológica para generar cambios estructurales al ser adicionada a otros productos alimenticios procesados. La Tabla 2 muestra los parámetros de color de los aceites de los frutos secos. Los carotenoides y taninos son responsables en parte del color de los aceites. Los parámetros de color L, a y b, mostraron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para los tres tipos de frutos secos. Los mayores valores de L corresponden a los aceites de macadamia y de nuez pecanera, indicando que estos dos fueron los más pálidos. Los valores de a se ubicaron en un rango de -0,32 a -1,05 mostrando en los aceites tonalidades ligeramente verdes, que en realidad no son perceptibles al ojo humano. En el caso del parámetro b, los valores se encuentran entre 1,62 a 7,63; los cuales mostraron una tonalidad ligeramente amarilla. Los tres aceites presentaron tonalidades que oscilaron de ámbar claro a ámbar.

Tabla 2. Parámetros de color L, a y b de frutos secos y aceite

Parámetro de color	Fruto seco					
	Pecanera		Macadamia		Castilla	
	Fruto	Aceite	Fruto	Aceite	Fruto	Aceite
L	27,72 ± 1,27	93,25 ± 0,02	47,22 ± 0,77	96,29 ± 0,01	31,67 ± 0,90	89,61 ± 0,03
a	5,14 ± 0,57	-1,05 ± 0,03	-0,99 ± 0,24	-0,32 ± 0,01	1,86 ± 0,24	-0,51 ± 0,01
b	6,91 ± 1,12	1,62 ± 0,02	9,87 ± 0,56	6,24 ± 0,03	4,53 ± 0,94	7,63 ± 0,03

La Tabla 3 presenta algunos parámetros fisicoquímicos del aceite extraído de los tres tipos de nueces. El índice de peróxido (IP) y el índice de acidez (IA) se consideran indicadores de calidad y frescura de aceites. En este estudio, los valores obtenidos de IP e IA se encuentran por debajo de los límites máximos permitidos para aceites que no hayan sido sometidos a procesos de refinación, según lo indicado por la Normatividad Internacional (27) que establece un máximo en peróxido

de 15 meq/kg para IP y de 4 mg/g para el IA, respectivamente. Los resultados obtenidos en los tres tipos de nueces pueden deberse a las condiciones y características del método de obtención del aceite y el estado óptimo de frescura de las mismas. Consecuentemente, estos contribuyen a retardar los procesos de degradación hidrolítica, preservando importantes características fisicoquímicas que se relacionan con la calidad del aceite (15, 26).

Tabla 3. Características físico-químicas de aceites

Característica	Fruto seco		
	Pecanera	Macadamia	Castilla
Índice de refracción	1,46 ± 0,01	1,47 ± 0,01	1,47 ± 0,01
Densidad (g/mL)	0,92 ± 0,02	0,91 ± 0,01	0,92 ± 0,01
Índice de acidez (mg/g)	0,93 ± 0,02	0,83 ± 0,02	0,79 ± 0,01
Índice de yodo (g/100g)	105,00 ± 0,30	81,73 ± 0,20	158,89 ± 0,30
Índice de peróxido (meq./kg)	0,16 ± 0,30	0,14 ± 0,20	0,15 ± 0,10
Índice de saponificación (mg/g)	181,00 ± 0,10	192,94 ± 0,30	181,66 ± 0,20

El aceite de macadamia presentó el valor de índice de yodo menor en comparación con los otros frutos secos; esto indica un contenido bajo de ácidos grasos poliinsaturados (AGPI), que permite mayor vida útil y una menor susceptibilidad a la degradación oxidativa (28). En el aceite de macadamia los valores del índice de yodo fueron ligeramente superiores a los obtenidos por Moodley et al. (29) ($78,3 \pm 0,6$ g I2/100 g de aceite) y Saleeb y Yermanos (30) (75 g I2/100 g de aceite).

Los aceites de nuez de Castilla y pecanera presentaron los valores más elevados en el índice de yodo, indicando que son fuentes importantes de AGPI. Para la nuez de Castilla, este valor fue similar al reportado por otros autores (8), quienes caracterizaron aceite de nueces de Castilla proveniente de siete países. En la nuez pecanera, los valores fueron cercanos a los valores reportados (97 a 107 g/100 g) (31). De acuerdo al índice de yodo, el aceite de nuez de Castilla puede clasificarse como secante, al de nuez pecanera como semisecante y al de macadamia como no secante. Los aceites pueden tener diferentes usos en la industria; razón por la cual, los aceites de nuez de Castilla y pecanera, pudieran ser empleados en la industria alimentaria para aceites tipo gourmet, mientras que el aceite de macadamia pudiese ser utilizado en la industria cosmetológica para el desarrollo de cremas y jabones líquidos. Con respecto al índice de saponificación, los valores del aceite de la nuez pecanera concuerdan con los reportados (32) para nueces producidas en Brasil ($184,3$ mg/g). Para macadamia los valores obtenidos son ligeramente inferiores a los informados ($193,7$ mg/g) (29), para nueces cultivadas en Sudáfrica. Los valores obtenidos para el aceite de nuez de Castilla producida en México, son inferiores a los obtenidos por Bockish (31) (186 a 197 mg KOH/g). Por otro lado, Özcan (33) reportó valores de $161,4 \pm 7,14$ mg KOH/g para el aceite de nuez de Castilla producida en Turquía. Algunos autores (34, 35) sugieren que las

variaciones en los valores de algunos parámetros físicoquímicos y de composición pueden deberse a factores relacionados con la variedad, condiciones de crecimiento, edafológicas y de irrigación de la planta. Los valores de índice de refracción y densidad de los aceites mostraron poca variación entre los tres tipos de nueces. Los resultados del índice de refracción y densidad para macadamia son similares a los obtenidos (29) cuyos valores son $1,4690$ y $0,9125 \pm 0,0002$ g/mL, respectivamente. Para el aceite de nuez pecanera, el valor de índice de refracción coincide con el reportado ($1,469$) (32). Para la densidad se han informado valores de $0,906$ g/mL a 40 °C (31), los cuales son inferiores a los encontrados en este estudio. Sin embargo, otros investigadores (29) obtuvieron resultados similares de densidad para el aceite de nuez pecanera ($0,9120$ a 25 °C) procedente de Sudáfrica. Finalmente, para el aceite de nuez de Castilla, el índice de refracción y densidad se mantuvieron en los rangos reportados (15), quienes informaron índices de refracción entre $1,47$ y $1,48$; mientras que los valores de densidad oscilaron entre $0,920$ y $0,930$ g/mL, a 25 °C, para nueces de Castilla producidas en Argentina.

La Tabla 4 muestra la cantidad de ácidos grasos encontrados en los frutos secos en estudio. El aceite de los tres frutos secos muestra una cantidad elevada de ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados (alrededor de 90 %). En el aceite de macadamia, los ácidos grasos mayoritarios fueron el oleico, palmitoleico y palmítico, cuyos porcentajes coinciden con los reportados antes (36).

Tabla 4. Identificación y cuantificación de ácidos grasos en aceite de frutos secos

	Macadamia		Pecanera		Castilla	
Ácidos grasos	Contenido (%)	T.R. (min)	Contenido (%)	T.R. (min)	Contenido (%)	T.R. (min)
Saturados						
Láurico (12:0)	NI	NI	NI	NI	0,52	23,62
Mirístico (14:0)	1,25	26,78	0,12	26,92	0,32	26,91
Palmítico (16:0)	7,60	31,45	7,94	31,46	5,97	31,48
Estearico (18:0)	2,78	37,90	2,27	37,87	1,79	37,83
Araquídico (20:0)	2,19	45,71	NI	NI	NI	NI
Mono y poliinsaturados						
Oleico (18:1, n-9)	55,72	40,18	47,31	40,05	21,26	39,78
Linoleico (18:2, n-6)	2,75	43,02	39,39	43,26	56,55	43,10
Linolénico (18:3)	2,19	47,999	2,11	47,04	13,22	47,05
α -Linolénico (18:3, n-3)	NI	NI	0,14	48,07	0,32	48,04
Palmitoleico (16:1)	25,31	33,32	0,68	33,21	NI	NI

T.R.: Tiempos de retención
NI: No identificados

La macadamia presentó también el mayor porcentaje de ácidos grasos saturados, entre los que se encuentran el palmítico, esteárico, araquídico y mirístico; los cuales hacen un total de 13,82 %. El aceite de nuez pecanera presentó una predominante composición de ácidos grasos insaturados, destacándose el contenido de ácido oleico, valor ligeramente inferior al reportado en otros trabajos (35, 37). También en el aceite de nuez pecanera se encontró ácido linoleico en mayor concentración, en comparación con valores reportados (38) (15 a 36 %) para nueces producidas en EE.UU. Asimismo, se observó la presencia de los ácidos esteárico, linolénico, mirístico, palmitoleico y α -linolénico, los cuales en conjunto hacen alrededor de 3 %. La nuez de Castilla presentó resultados similares a los obtenidos (15) para distintas variedades argentinas. Finalmente, los aceites de los tres frutos secos mostraron concentraciones significativas de ácidos grasos insaturados y poliinsaturados; destacándose el ácido oleico, el cual contribuye a disminuir los niveles de glucosa y colesterol en sangre, debido a que favorecen la formación de compuestos eicosanoides de acción vasodilatadora (39, 40). Por otro lado, el contenido

de ácido linoleico puede ayudar a reducir el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares y obesidad; así como contribuir al control de desórdenes neurológicos (7- 9).

CONCLUSIONES

El análisis de composición de las nueces en estudio permitió observar las elevadas cantidades de grasa en nuez pecanera, nuez de Castilla y macadamia. Se obtuvieron cantidades satisfactorias de aceite al aplicar la tecnología de extracción mecánica usando un tornillo coloidal. El método de obtención de aceite y la calidad óptima de los frutos secos favorecen la preservación de algunas propiedades fisicoquímicas del aceite obteniéndose productos que cumplen con los estándares de calidad aconsejados por las normas nacionales e internacionales. El adecuado perfil de ácidos grasos insaturados, alrededor de 90 %, en los aceites de los tres frutos secos, evidencia su alta calidad funcional. La caracterización llevada a cabo contribuyó a la obtención de información de las nueces producidas en México para el aprovechamiento de los frutos y sus aceites.

REFERENCIAS

1. Norma Mexicana NMX-FF-084-SCFI-2009. *Productos alimenticios no industrializados para consumo humano-frutos seco-nuez pecanera Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch especificaciones y métodos de prueba.
2. Código Alimentario Español [en línea]. Consultado 19 enero 2010 en www.codexalimentarius.net
3. Solà, A. Ibérica: Act. Tec. 470: 7-14, 2004.
4. Zambón, D.; Sabaté, J.; Muñoz, S.; Campero, B.; Casals, E.; Merlos, M.; Laguna, J. y Ros, E. Ann. Inter. Med. 132: 538-546, 2000.
5. González, C.; Agudo, A.; Argilaga, S.; Amiano, E.; Ardanaz, A.; Barricarte, N.; Larrañaga, M.; Chilarque, M.; Dorronsoro, C.; Martínez, C.; Navarro, J.; Quirós, M.; Rodríguez, M. y Tormo, M. An. Sist. Sanit. Navar. 24 (1): 75-82, 2001.
6. Kris-Etherton, P.; Yu-Poth, S.; Sabaté, J.; Ratcliffe, H.; Zhao, G. y Etherton, T. Am. J. Clin. Nutr. 70: 504S-511S, 1999.
7. Krauss, R.; Eckel, R. y Howard, B. Circulation. 102: 2296-2311, 2000.
8. Crews, C.; Hough, P.; Godward, P.; Brereton, P.; Lees, M.; Guiet, S. y Winkelmann, W. J. Agric. Food Chem. 53: 4853-4860, 2005.
9. Kornsteiner, M.; Wagner, K. y Elmadfa, I. Food Chem. 98: 381-387, 2006.
10. Moshfegh, A. J.; Ingwersen, I. y Goldman, J. Nut consumption on the U.S. and the contribution to nutrient intakes, USDA, ARS, Beltsville, 2007.
11. Alasalvar, C. y Shahidi, F. Tree nuts, composition, phytochemicals, and health effects, Florida, CRC Press, 2006, 326 p.
12. FDA. Food and Drug Administration. Office of nutritional Products, labelling and dietary supplements qualified health claims subject to enforcement discretion. Walnuts and heart disease. Consultado 16 julio 2009 en www.fda.gov/Food/LabelingNutrition/LabelClaims/QualifiedHealthClaims/ucm07392.htm
13. Grundy, S.; Florentin, L.; Nix, D. y Whelan, M. Amer. J. Clin. Nutr. 47: 965-969, 1988.
14. Zheng, Y.; Wiesenborn, D.; Tostenson, K. y Kangas, N. J. Am. Oil Chem. Soc. 80 (10):1039-1045, 2003.
15. Marcela, L. M. Extracción y Caracterización de aceite de nuez (Junglans regia L.) influencia del cultivar y de factores tecnológicos sobre su composición y estabilidad oxidativa. (tesis doctoral, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina) 2010, 128 p.
16. A.O.A.C. *Official Methods of Analysis*, Washington, Association of Official Analytical Chemists, 2000, 1545 p.
17. Benito, M.; Oria, R. y Sánchez-Gimeno, A. Grasas y aceites. 60 (4): 382-387, 2009.
18. Norma Mexicana NMX-F-075-SCFI-2006. *Alimentos-aceites y grasas vegetales o animales- Determinación de la densidad relativa-método de prueba*.
19. Amaral, J.; Casal, S.; Pereira, J.; Seabra, R. y Oliveira, P. J. Agric. Food Chem. 51: 7698-7702, 2003.
20. Australian Macadamia Society. Consultado 17 agosto 2010 en: <http://macadamias.org>
21. Kaijser, A.; Dutta, P. y Savage, G. Food Chem. 71: 67-70, 2000.
22. USDA. United States Department of Agriculture. National Nutrient Database for Standard Reference, Release 15. Consultado 12 octubre 2010 en: www.ars.usda.gov/main/main.htm
23. Rudolph, C.; Odell, G.; Hinrichs, A.; Hopfer, A. y Kays, S. J. Food Qual. 15: 263-278, 1992.
24. Singh, K.; Wiesenborn, D.; Tostenson, K. y Kangas, N. J. Am. Oil Chem. Soc. 79 (2):165-170, 2002.
25. Fils, J. The production of oils, Sheffield, Sheffield Academic Press, 2000, p. 47-78.
26. Rodríguez, P.; Silva, A. y Carrillo, M. CyTA-J. of Food. 9(1): 58-64, 2011.
27. Código Alimentario. Norma General para Grasas y Aceites Comestibles no Regulados por Normas Individuales CODEX STAN 19-1981. Enmienda. 2009 [en línea]. Consultado 22 marzo 2010 en www.codexalimentarius.net
28. Hsieh, R. y Kinsella, J. Adv. Food. Nutr. Res. 43: 232-341, 1989.
29. Moodley, R.; Kindness, A. y Jonnalagadda, S. J. Agric. Food Chem. 51 (26): 7698-7702, 2007.
30. Saleeb, W. y Yermanos, D. California Macadamia Society Yearbook. 19: 63-67, 1973.