



Revista Internacional de Investigación e Innovación Tecnológica

Página principal: [www.riit.com.mx](http://www.riit.com.mx)

## Fitoquímicos y nutrientes en almendra y cáscara de nuez pecanera

### Phytochemicals and nutrients in almond and pecan nut shell

Flores-Córdova, M.A, Esteban Sánchez Chávez

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C., Unidad Delicias, Av. 4ª Sur 3820, Fracc. Vencedores del Desierto, Cd. Delicias, Chihuahua, México, C.P. 33089. Tel/fax 639-4748400 Ext 102. Autores para correspondencia: mariflor\_556@hotmail.com, esteban@ciad.mx

**Innovación tecnológica:** La caracterización de la cáscara de nuez para posibles usos agrícolas

**Área de aplicación en la agricultura:** La posible aplicación como abono orgánico

#### Abstract

The pecan nut plays a role in human nutrition especially as a source of phenolic compounds, antioxidant activity and mineral compounds, considered as the main bioactive substances beneficial to health. Therefore the objective was to determine the phytochemical and mineral composition of the shell and almond of the Western Schley variety nut of Rosales Chihuahua Township. The obtained results showed that the shell had 147.28 mg g<sup>-1</sup> and the almond 46.31 mg g<sup>-1</sup> in phenolic compounds and in antioxidant capacity 745.34 mg g<sup>-1</sup> in shell and 175.98 mg g<sup>-1</sup> in the almond, containing shell 4-5 times higher content of phytochemicals than the almond. However, the mineral composition was higher in the almond of the Western Schley pecan nut, which is an important nutritional source of essential minerals for the health. In addition, the phytochemical and mineral content of the shell can be used as raw material in a variety of agricultural applications.

**Keywords:** phenol antioxidants, micronutrients, macronutrients, pecan tree.

#### Resumen

La nuez pecanera juega un rol en la nutrición humana especialmente como fuente de compuestos fenólicos, actividad antioxidante y compuestos minerales, considerados como las principales

sustancias bioactivas benéficas para la salud. Por lo que el objetivo fue determinar la composición fitoquímica y mineral de la cáscara y almendra de la nuez variedad Western Schley del Municipio de Rosales Chihuahua. Los resultados obtenidos mostraron que la cáscara presentó 147.28 mg g<sup>-1</sup> y la almendra 46.31 mg g<sup>-1</sup> en compuestos fenólicos y en capacidad Antioxidante 745.34 mg g<sup>-1</sup> en cáscara y 175.98 mg g<sup>-1</sup> en almendra, conteniendo la cáscara de 4 a 5 veces mayor contenido de compuestos fitoquímicos que la almendra, sin embargo, la composición mineral fue mayor en la almendra de la nuez pecanera Western Schley, lo cual es una importante fuente nutricional de minerales esenciales para la salud. Además, el contenido fitoquímico y mineral de la cáscara de nuez puede ser usada como posible materia prima en diversas aplicaciones agrícolas.

**Palabras claves:** Antioxidantes fenol, micronutrientes, macronutrientes, nuez pecanera.

## 1. Introducción

El consumo de alimentos como las nueces ha aumentado debido a la necesidad de un estilo de vida saludable y que contribuye a disminuir el riesgo de padecer enfermedades, los resultados de varios estudios sugieren que existe una conexión entre el consumo frecuente de frutos secos y una menor incidencia de enfermedades del corazón, obesidad, diabetes tipo II y algunos tipos de cáncer (Luna-Guevara y Guerrero-Beltrán, 2010), las nueces son consideradas como un importante componente de una dieta sana por sus importantes efectos a la salud, las cuales son ricas en proteínas, vitamina E, ácidos grasos insaturados, fibra, fitoquímicos, micronutrientes, antioxidantes y minerales (Kornsteiner *et al.*, 2006) estos compuestos fitoquímicos presentan propiedades nutraceuticos, los cuales son clave importante para la industria alimentaria (Pinheiro *et al.*, 2009).

Entre los fitoquímicos se encuentran los compuestos fenólicos (Figuroa, 2012), los cuales actúan como antioxidantes y tienen la capacidad de disminuir la incidencia de enfermedades como el Alzheimer, Parkinson, algunos tipos de cáncer, y otras

enfermedades degenerativas (Lombardi *et al.*, 2009). La actividad antioxidante de compuestos fenólicos ocurre a través de la donación de un átomo de hidrógeno de un grupo hidroxilo unido al anillo aromático a las moléculas químicamente inestables, radicales libres, frenando así el proceso de oxidación en las membranas celulares (Pinheiro do Prado, *et al.*, 2013). Además, diversos estudios han identificado especialmente a las nueces con una alta actividad antioxidante, por lo tanto, constituyen uno de los frutos más nutricionalmente concentrados de alimentos disponibles (Wu *et al.*, 2004).

Por otra parte, los macro y micronutrientes son fundamentales como cofactores para las funciones metabólicas y otros son necesarios en una dieta balanceada. Ca, P, K, Na, Mn, S, son requeridos en grandes cantidades y Fe, Cu, Mg y Zn en micro cantidades. Una deficiencia de Fe produce anemia, la deficiencia del Zn es un problema común con algunos síntomas de mala cicatrización de heridas, así mismo el Selenio (Se) presenta acción sinérgica antioxidante como cofactor de la vitamina E, por lo que su contenido en los alimentos es una

preocupación cada vez mayor (Moodley *et al.*, 2007).

México cuenta con una producción de 230 toneladas de nuez, la cual alcanza una amplia distribución e importancia económica en el mundo (Romero-Arenas, *et al.*, 2013). Sin embargo, genera una gran cantidad de desperdicio, alrededor del 40 y 50 % a los que no se les da ninguna utilidad (Trevizola *et al.*, 2011; Phinheiro do Prado *et al.*, 2009). Villareal *et al.*, (2007) mencionan que las cáscaras de nuez contiene una alta capacidad antioxidante, así mismo, De la Rosa *et al.*, (2011) determinaron compuestos fenólicos, flavonoides y proantocianidinas en cáscaras de nuez pecanera, por lo que este subproducto industrial de color rojizo puede constituir una alternativa fuente de compuestos bioactivos con alta actividad antioxidante, además de ser fácil de conseguir ya que es considerada como desecho y sin valor comercial. Por otra parte se ha determinado que cuenta con los elementos necesarios para la nutrición vegetal de plántulas, incluyendo macro y micro nutrientes de gran importancia para el desarrollo inicial (Romero-Arenas *et al.*, 2013).

En base a lo anterior, el objetivo del presente estudio fue caracterizar la composición fitoquímica y mineral de la cáscara y almendra de nuez pecanera de una huerta de nogal (*Carya Illinoensis* Koch) variedad “Western Schely” para determinar su contenido nutricional.

## 2. Materiales y métodos

### Material Vegetal y diseño experimental

El presente trabajo de investigación se realizó durante el ciclo de producción 2013, considerado “año productivo” en una huerta

comercial en producción ubicada en el Municipio de Rosales, Chihuahua. México. Las características de la huerta nogalera en estudio fue la siguiente: árboles de nogal pecanero cv. Western Schley en producción, de una edad de 24 años y con una distancia de plantación de 12 x 12 m. La producción del año 2013 considerado “año productivo” fue de 2.4 ton/ha. Las propiedades físico-químicas del suelo fueron las siguientes: 0.84% de materia orgánica, libre de CaCO<sub>3</sub>, pH de 8.1, 42.28% de arena, 40% de limo y 17.72% de arcilla, conductividad eléctrica de 1.01 dS m<sup>-1</sup>, porcentaje de saturación 41.5%, Capacidad de Intercambio Catiónico de 24.96 m.e./100 g de suelo, N-NO<sub>3</sub>- 13.8 kg/ha, Fósforo 5.03 ppm, Calcio 4012.8 ppm, Magnesio 301.4 ppm, Sodio 288 ppm, Potasio 440 ppm, Hierro 1.66 ppm, Zinc 2.46 ppm, Manganeso 3.10 ppm, Cobre 0.42 ppm. La huerta nogalera se ubica a una altitud máxima de 1408 m.s.n.m. El clima de la región es semiárido extremo, con una temperatura máxima de 41.7°C y una mínima de -14.1°C, su media a nivel es de 18.3°. Tiene una precipitación pluvial media anual de 363.9 mm con un promedio de 61 días de lluvia y una humedad relativa del 50% con vientos dominantes del sudoeste. El tipo de suelo predominante es del tipo yermosoles háplicos que predominan en toda su extensión con textura media en pendiente de nivel o quebrada con asociaciones de litosoles y/o regosoles eútricos.

Las muestras de fruto de pecana fueron seleccionadas de las mismas parcelas de árboles en producción del ciclo 2013. Las muestras fueron transportadas al Laboratorio de Fisiología y Nutrición Vegetal del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C., Unidad Delicias, en donde fue mecánicamente descascarada y separada la almendra de la cáscara, a continuación fueron molidas en un procesador de alimentos y almacenadas en bolsas de plástico a -4 °C, hasta su uso. Para su

análisis posterior, las muestras fueron secadas en un horno de aire marca Felisa a 40 °C. El diseño experimental fue completamente al azar y se evaluaron las variables almendra y cáscara de nuez pecanera con tres repeticiones.

### **Determinación de fenoles**

El contenido en fenoles totales fue determinado colorimétricamente como lo propone Singleton y Rossi (1965). Para la extracción, se tomó una cantidad de 0.5-1 g de muestra, la cual fue homogenizada con 5 ml de metanol, 5 ml de cloroformo y 2.5 ml de una solución de NaCl al 1 %, y se centrifugó a 5000 rpm durante 10 min. Posteriormente se agregaron 0.5 ml de extracto, 1.5 ml de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> al 2 %, 0.5 ml del reactivo de Folin-Ciocalteu al 50 %, y 2.75 ml de H<sub>2</sub>O desionizada. Tras una incubación a temperatura ambiente durante 60 min se procedió a la determinación de los fenoles totales frente a una curva patrón de ácido gálico, a una absorbancia de 725 nm. Los resultados de fenoles totales fueron expresados en mg de ácido gálico.

### **Determinación de la capacidad antioxidante (método DPPH)**

El análisis fue realizado según la metodología de Kim *et al.* (2002). El extracto se obtuvo macerando 1 g en 5 ml de metanol al 80 %, posteriormente se centrifugó a 6000 rpm durante 10 min. Del sobrenadante resultante se tomó 0.5 ml del extracto y se mezcló con 2.5 ml de una solución al 0.1 mM de DPPH recién preparada, y la mezcla fue incubada durante 60 minutos en oscuridad. La absorbancia fue medida mediante espectrofotometría a 517 nm. Se realizó una curva patrón con trolox y los resultados se expresaron en mg de trolox.

### **Análisis Mineral**

#### **Cuantificación de la concentración de Na, Cu, Fe, Mn, Zn y Ni**

Se determinó por el método de Uvalle-Bueno (1995), usando la mezcla digestora y espectrofotometría de absorción atómica. Se colocó 1 gramo de muestra y 25 ml de mezcla triácida (1000 ml HNO<sub>3</sub> concentrado, 100 ml HCl concentrado, 25 ml H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrado) en un vaso de precipitado de 100 ml, posteriormente se llevó a la parrilla digestora de la campana de extracción de humos hasta tomar un color blanco lechoso, finalmente se filtraron en matraces volumétricos de 50 ml (solución madre), se aforaron y agitaron y después se colocó la solución en tubos de ensaye de 25 ml para ser leídos en el espectrofotómetro de absorción atómica Falcon Thermo Scientific ICE-300 AA spectofotometer. Por último se realizó el cálculo de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \% \text{ Na} &= \text{Lectura del aparato en ppm} * 0.005 \\ \text{ppm Cu, Fe, Mg, Zn y Ni} &= \text{Lectura del} \\ &\quad \text{aparato en ppm} * 50 \end{aligned}$$

#### **Cuantificación de la concentración de Ca, K, Mg**

Se determinó por el método de la mezcla digestora y espectrofotometría de absorción atómica (Uvalle-Bueno, 1995). Se tomó 1 ml de la solución madre obtenida y se aforó a 50 ml, se agitó y se procedió a leer en espectrofotometría de absorción atómica. Se realizaron los cálculos de la siguiente manera:

$$\% \text{ Ca, Mg, K} = \text{Lectura del aparato en ppm} * 0.5$$

### Cuantificación de la concentración de fósforo (P)

Se determinó mediante el método de la mezcla triácida y metavanadato molibdato de amonio y colorimetría, se tomó una alícuota de 0.5 ml, de la solución madre antes descrita, se colocó en un tubo de ensayo de 10 ml, se le agregó 1 ml de solución de nitro-vanadato-molibdato de amonio previamente preparado y 3.5 ml de agua desionizada y se agitó. Se dejó reposar por 1 hora y se procedió a leer en el espectrofotómetro Thermo Scientific Genesys 10S UV Vis a 430 nm de absorbancia frente a una curva estándar (0-100 ppm de P), simultáneamente se preparó un blanco. El cálculo se realizó de la siguiente manera:

$$\% P = (\text{Concentración de la muestra en ppm} * 50) / (10,000 * \text{peso de la muestra (g)}).$$

### Análisis estadísticos

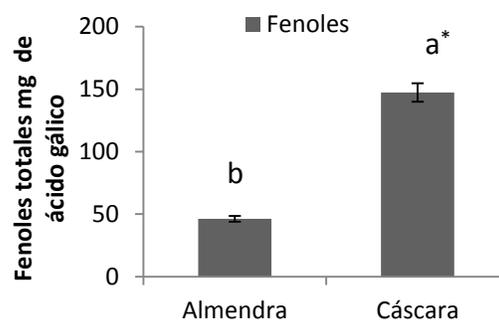
Los datos obtenidos se sometieron a un análisis de varianza y pruebas de comparación de medias Tukey ( $p \leq 0.05$ ) mediante programa estadístico SAS (2002).

## 3. Resultados y discusión

### Compuestos fenólicos

En el contenido de fenoles totales existieron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), entre la cáscara y almendra (Figura 1), el contenido de fenoles en cáscara fue de  $147.28 \text{ mg g}^{-1}$  y para la almendra fue de  $46.31 \text{ mg g}^{-1}$  mostrando que la cáscara de nuez pecanera presenta un alto contenido de fenoles totales lo que representa cuatro veces mayor contenido a diferencia de la almendra,

autores como Villareal *et al.* (2007) obtuvieron un promedio de 448 mg CAE/g en cáscara de nuez y 76 mg CAE/g en almendra, en siete variedades probadas, por lo que el resultado obtenido en este trabajo es similar en relación a que la cáscara de nuez tiene un mayor contenido de fenoles. Wu *et al.* (2004) reportaron un nivel de 20.16 mg de compuestos fenólicos totales GAE/g de extractos de frutos secos en una mezcla de acetona. Kornsteiner *et al.* (2006) obtuvieron un contenido de 12.84 mg GAE/g para los extractos de nuez pecanera, sin embargo, la variabilidad en los resultados puede deberse a que evaluaron variedades diferentes de nuez pecanera.



**Figura 1.** Contenido de fenoles totales en cáscara y almendra de la variedad Western Schley. \*Letras diferentes indican diferencia significativa  $p \leq 0.05$  las barras verticales indican error estándar.

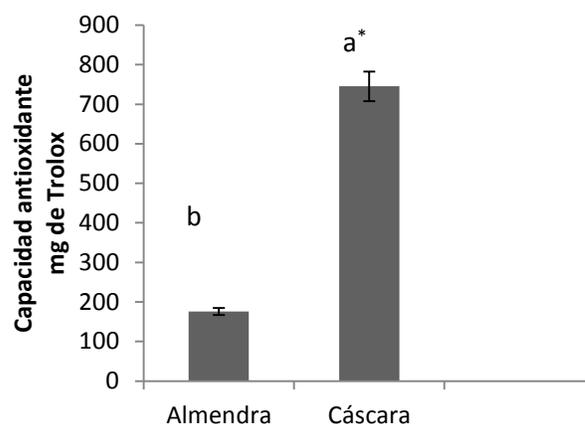
Por otra parte Venkatachalam (2004) menciona que los granos de pecana contiene aproximadamente 171 mg de ácido fenólico por gramo, conteniendo ácido gálico (De la Rosa *et al.*, 2011; Robins *et al.*, 2015) siendo este ácido fenólico el más predominante con 78 %, así como otros ácidos fenólicos presentes como son gentisico, vanilico, protocatequico, p-hidroxibenzoico y p-hidroxifenilacético, ácidos con cantidades traza de ácidos cumárico, quercetina (Padilla *et al.*, 2008) y taninos condensados (Malik *et al.*, 2009), este último compuesto ha sido considerado responsable de cierta cualidad

sensorial incluyendo el color y sabor astringente (Prasad, 1993). Además, el contenido de fenoles totales en otros frutos secos como el pistacho con  $8.7 \text{ mgAG/g}^{-1}$ , almendra  $2.4 \text{ mgAG/g}^{-1}$ , cacahuates  $4.2 \text{ mgAG/g}^{-1}$  avellana  $4.2 \text{ mgAG/g}^{-1}$  y nuez de Brasil  $1.1 \text{ mgAG/g}^{-1}$  es más bajo que el de la nuez pecanera (Oliver y Jeffrey 2008). Los datos sobre la composición fenólica de nuez pecanera pueden ser útiles para los productores de nuez pecanera, fabricantes y consumidores de alimento, ya que se ha asociado el consumo de nueces pecaneras a la reducción en el riesgo de varias enfermedades crónicas como anti-inflamación, desintoxicación carcinógena, y reducción del colesterol (Ros, 2010).

### Actividad antioxidante

En la capacidad antioxidante existieron diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ ), entre la cáscara y almendra (Figura 2), el contenido de capacidad antioxidante en cáscara fue de  $745.34 \text{ mg g}^{-1}$  de Trolox y para la almendra fue de  $175.98 \text{ mg g}^{-1}$  de Trolox, mostrando la cáscara de nuez pecanera un alto contenido de capacidad antioxidante lo que representa cuatro a cinco veces mayor contenido a diferencia de la almendra, los valores obtenidos implican que la nuez pecanera Western Schley confieren alta capacidad antioxidante capaz de estabilizar los radicales libres, la cual puede ser una fuente de uso alternativo de antioxidantes (Villareal *et al.*, 2007). Por su parte Pinheiro *et al.* (2009) evaluaron la capacidad antioxidante de la cáscara de nuez pecanera y obtuvieron un promedio de tres lotes evaluados de  $385.44 \text{ mg g}^{-1}$ . Siriwardhana y Shahidi (2002) quienes evaluaron la actividad antirradical de diferentes extractos de almendra encontraron  $210 \text{ mg g}^{-1}$ . Por lo tanto, la cáscara fue la más captadora de

radicales DPPH efectiva entre los productos de nuez pecanera examinado. Como lo propuesto por Blois (1958), la donación de hidrógeno a partir de un antioxidante implica la decoloración de DPPH radical que se observó tras la adición de concentraciones más altas de extractos en el presente estudio y esto confirma la donación de hidrógeno la capacidad de la nuez pecanera.



**Figura 2.** Contenido de capacidad antioxidante en cáscara y almendra de la variedad Western Schley. \*Letras diferentes indican diferencia significativa  $p \leq 0.05$  las barras verticales indican error estándar.

Por lo tanto, estos resultados sugieren que la cáscara de nuez puede servir como materia prima para la obtención de antioxidantes naturales de utilidad en la industria alimentaria, toda vez que antioxidantes sintéticos como el hidroxitolueno butilado e hidroxianisol butilado, se utilizan comúnmente en la industria alimentaria, sin embargo, estos antioxidantes sintéticos han demostrado potencial riesgo y toxicidad para la salud con posibles efectos cancerígenos (Feng-Lin *et al.*, 2010).

### Análisis mineral en almendra y cáscara pecanera

En la Tabla 1, se puede observar los resultados minerales obtenidos en la almendra y cáscara de nuez pecanera en los elementos de magnesio, potasio calcio, zinc, cobre, hierro y fósforo. La almendra presentó los valores más altos en los elementos de potasio, magnesio y fósforo con 180, 540 y 110 mg/100 g<sup>-1</sup>, lo cual indica que la almendra es una excelente fuente de compuestos minerales. Sin embargo, la cáscara presentó los valores más bajos. Por lo tanto, los resultados de este estudio, demuestran los altos niveles de minerales obtenidos, los cuales determinan el contenido nutricional de la almendra y cáscara de nuez pecanera. Además, las investigaciones sobre los componentes nutricionales y funcionales de las nueces pecaneras, son comparables a las de otras investigaciones realizadas por Senter (1976) con 130, 370 y 430 mg/100 g<sup>-1</sup> de Mg K y P respectivamente, Wakeling *et al.* (2001) 126, 477 y 325 de Mg K y P mg/100 g<sup>-1</sup> y Singanusong *et al.* (2003) con 152, 457 y 378 mg/100 g<sup>-1</sup> de Mg K y P. Sin embargo, las diferencias presentes pueden resultar por diferentes factores climáticos, luz solar, la composición del suelo, ubicación geográfica, que pueden afectar su crecimiento y composición de macro y micronutrientes.

La función del Mg es una parte esencial de muchos sistemas enzimáticos o cofactores de las reacciones enzimáticas (Bethene *et al.*, 2004). Martínez-Ballesta *et al.* (2010) mencionan que el K juega un papel en las funciones nerviosas que ayudan a través de su papel en la transmisión de los impulsos nerviosos, también está relacionado con la contracción del músculo en la actividad del corazón. El Ca es un macro elemento requerido para la formación de los huesos y

el desarrollo de dientes fuertes (Moodley *et al.*, 2007) Otro factor importante en la ingesta es el magnesio, el cual ha sido sugerido en una cantidad diaria recomendada para adultos de 200 mg al día, si el contenido en este estudio fue de 180 mg/100 g<sup>-1</sup> de Mg y si una persona consume 100 g de nueces diarias estará representado el 90 % de la parte de la dieta recomendada y ayudaría a prevenir enfermedades al corazón.

Los resultados del presente estudio indican que la nuez pecanera constituye una posible fuente viable de compuestos bioactivos. Por lo que, el conocimiento generado en este trabajo del contenido mineral es importante ya que estos elementos están involucrados en una amplia gama de funciones críticas en el cuerpo humano. Además, el contenido mineral de la cáscara de nuez ha sido estudiado como una alternativa de sustrato en la viabilidad de producción de plántula de vivero (Romero-Arenas *et al.*, 2013).

**Tabla 1.** Contenido mineral de la variedad Western Schley de la almendra y cáscara de nuez pecanera

	Resultados minerales (mg/100 g <sup>-1</sup> )		
	Almendra	Cáscara	Medias
<b>Mg</b>	180	40	110±0.043
<b>K</b>	540	220	380±0.14
<b>Ca</b>	90	62	76±0.039
<b>Zn</b>	2	0.72	1.3±0.031
<b>Cu</b>	0.48	0.72	0.60±0.01
<b>Fe</b>	2.4	1.3	1.6±0.032
<b>Mn</b>	5.9	5.6	507±0.13
<b>Na</b>	6	7	6.5±0.42
<b>Ni</b>	0.28	0.25	0.26±0.003
<b>P</b>	110	40	75±

Medias de tres repeticiones ±DS.

### 4. Conclusiones

Los resultados obtenidos permitieron determinar el contenido nutricional de la nuez pecanera y su beneficio a la salud

humana, también mostraron que la almendra y cáscara son ricas en compuestos fenólicos y capacidad antioxidante, y que la cáscara contiene de 4 a 5 veces mayor contenido de compuestos fitoquímicos que la almendra, la composición mineral de elementos Mg, K, Ca, Cu, Fe, Na, Ni, Zn, Mn y P fue mayor en la almendra de la nuez pecanera Western Schley, lo cual confirma la esencialidad nutricional y funcional como una fuente de minerales esenciales para la salud. Además el contenido fitoquímico y mineral de la cáscara de nuez puede ser usada como posible materia prima en diversas aplicaciones agrícolas.

## 5. Referencias

- Bethene, E. R., Wang, Ch. Y., Wright, J. D., Kenedy-Stephenson, J. 2004.** Dietary intake of selected minerals for the United States population: 1999-2000. *Advance Data From Vital and Health Statistics* 341, 1-6.
- Blois, M. S. 1958.** Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Science*, 181, 1199-1200.
- De la Rosa, A. L., Parrilla, A. E., Shahidi, F. 2011.** Phenolic compounds and antioxidant activity of kernels and Shells of Mexican pecan (*Carya illinoensis*). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 59, 152-162.
- Feng-Lin, S., Ren-You, G., Yuan, Z., Qin, X., Lei, K., Hua-Bin, L. 2010.** Total phenolic contents and antioxidant capacities of selected Chinese medicinal plants. *International Journal of Molecular Sciences* 11: 2362-2372.
- Figuroa, M. F. 2012.** Composición fenólica, lipídica, actividad antioxidante y biodisponibilidad in vitro de 10 genotipos de nueces cultivados en la Región de Murcia. Tesis doctoral de la Universidad Católica San Antonio, Murcia España.
- Kim, D. O., Lee, K. W., Lee, H.J., Lee, C. Y. 2002.** Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VCEAC) of phenolics phytochemicals. *Journal Agricultural Food Chemistry* 50, 3713 -3717.
- Kornsteiner, M., Wagner, K. H., Elmadfa, I. 2006.** Tocopherols and total phenolics in 10 different types. *Food Chemistry* 98, 381-387.
- Lombardi, L., Villareal-Lozoya, J.E., Cisneros-Zevallos. L. 2009.** Antioxidant properties of pecan kernels. *Acta Horticulturae* 841, 91-96.
- Luna-Guevara, J.J. y Guerrero-Beltrán, J.A. 2010.** Algunas características de compuestos presentes en los frutos secos y su relación con la salud. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos* 4(1), 37-48.
- Martínez-Ballesta, M. C., Domínguez-Perles, R., Moreno, D. A., Muries, B., Alcaraz-López C., Bastías, E., García-Viguera, C., Carvajal, M. 2010.** Mineral in plant food: effect of agricultural practices and role in human health. A review 30, 295-309.
- Moodley, R., Kindness, A., Johnalagadda S.B. 2007.** Elemental composition and chemical characteristic of five edible nuts (almond, Brazil, pecan, macadamia and walnut) consumed in Southern Africa. *Journal of Environmental Science and Health* 42, 585-591.

**Oliver, C. Y., Jeffrey, Ch, Blumberg, B. 2008.** Phytochemical composition of nuts. *Asia Pac. J. Nutr.* 17, 392-332.

**Padilla, A. M., Rincón, L., Boud-Rached, L. 2008.** Contenido de polifenoles y actividad antioxidante de varias semillas y nueces. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición* 58, 303-308.

**Prasad, R. N. B. 1993.** Walnuts and pecans. *In Encyclopedia of food science and technology*, vol. seven, Macrae R., Robinson R. K., and Sadler M. J. (eds.), Academic Press, London, p. 4828-4834.

**Pinheiro do Prado, A. C., Monalise, A. A., Fett, R., Mara, B. J. 2009.** Phenolic compounds and antioxidant activity of Pecan (*Carya illinoensis* (Wangenh.) C. Koch) Kernel cake extracts. *Grasas y Aceites* 60, 458-467.

**Pinheiro do Prado, A.C., Manion, B. A., Seetharaman, K., Deschamps, F.C., Barrera A. D., Mara B. J. 2013.** Relationship between antioxidant properties and chemical composition of the oil and the shell of pecan nuts (*Carya illinoensis* (Wangenh) C. Koch). *Industrial Crops and Products* 45, 64-73.

**Robbins, S K., Gong Y., Wells, M. L., Greenspan, P., Pegg R.B. 2015.** Reprint of "Investigation of the antioxidant capacity and phenolic constituents of U.S. pecans". *Journal of Functional Foods*. En prensa.

**Romero-Arenas, O., Damián, M. A., Hernández, I., Parraguirre, C., Márquez, M., Huerta, M. 2013.** Evaluación económica de cáscara de nuez como sustrato para producción de plántulas de *Pinus patula* Schl. Et Cham. en vivero *Avances de Investigación Agropecuaria* 17(2): 23-40.

**Ros E. 2010.** Health benefits of nut consumption. *Nutrients* 2: 652-682.

**SAS. SAS/STAT 2002.** users guide: Statics, Ver. 9.00. SAS Institute, Inc. Cary, NC, USA. p. 1503.

**Senter, S. D. 1976.** Mineral composition of pecan nutmeats. *J. Food Sci.* 41, 963-964.

**Singanusong, R., Mason, R. L., D'Arcy, R. 2003.** Compositional Changes of Australia-Grown Western Schley pecan (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch) during maturation. *J. Agric. Food Chem.* 51, 406-412.

**Singleton, V. L and Rossi, J, 1965.** Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotunstic acid reagents. *Amer J Enol Viticul* 16, 144-158.

**Siriwardhana, S. S. K. W., and Shahidi, F. 2002.** Antiradical activity of extracts of almond and its by-products. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 79, 903-908.

**Trevizola, F., Benvegna, D. M., Barcelosa, R. C. S., Paseb, C. S., Segatb, H Diasb, V. T., Dolcia, G. S., Boufleura, N., Reckziegela, P., Burgera, M. E. 2011.** Comparative study between two animal models of extrapyramidal movement disorders: Prevention and reversion by pecan

nut shell aqueous extract. Behavioural Brain Research, 221, 13–18.

**Uvalle-Bueno, J. X. 1995.** Fundamento fisiológico del diagnóstico diferencial integrado (DDI). Memorias del XXVI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo. Cd. Victoria, Tamaulipas. p. 51.

**Villarreal-Lozoya, J. E., Lombardini, L., Cisneros-Zevallos, L. 2007.** Phytochemical constituents and antioxidant capacity of different pecan [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] cultivars. Food Chemistry 102, 1241-1249.

**Venkatachalam, M. 2004.** Chemical composition of select pecan (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch) Varieties and antigenetic stability of pecan proteins. Tesis doctoral The Florida state University DigiNole Commons.

**Wakeling, L. T., Manson, R. L., D'Arcy, B. R., Caffin, N. A. 2001.** Composition of pecan cultivares Wichita and Western Schley (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch) grown in Australia J. Agric. Food Chem. 49, 1277-1281.

**Wu, X, Beecher, G. R, Holden, J. M., Haytowitz, D. B., Gebhardt, S. E., Prior, R. L. 2004.** Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. Journal Agricultural Food Chemistry 52, 4026–4037.