

Caracterización del aceite extraído de la almendra de *Lecythis minor* Jacq. para ser utilizado con fines cosméticos

Characterization of the oil extracted from the almond of *Lecythis minor* Jacq. to be used for cosmetic purposes

Natalia Rodríguez¹, Franklin Pérez², Lourdes Meriño Stand³

¹ Ing. Agroindustrial. Facultad de Ingeniería. Universidad del Atlántico, Grupo de investigación Agroindustrial. Puerto Colombia, Colombia.

² Ing. Agroindustrial. Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustrial. Puerto Colombia, Colombia.

³ Dr. Ing. Química. Docente Facultad de Ingeniería. Universidad del Atlántico, Grupo de Investigación Agroindustria. Puerto Colombia, Colombia.

Correo del autor responsable: lourdesmerino@mail.uniatlantico.edu.co

Cite this article as: L. I. Meriño Stand, N. Rodríguez, F.J. Pérez "Caracterización del aceite extraído de la almendra de *Lecythis minor* Jacq. para ser utilizado con fines cosméticos", *Prospectiva*, Vol 17, N° 2, 13-17, 2019.

Recibido: 16/11/2018 / Aceptado: 16/05/2019

<http://dx.doi.org/10.15665/rp.v17i2.1824>

RESUMEN

Actualmente la industria cosmética está en creciente auge con la incorporación de materias primas innovadoras. Colombia está en la capacidad de dotar estos elementos debido a su gran fortaleza en materia de biodiversidad. El objetivo de esta investigación es la caracterización del aceite extraído de la almendra de la olla de mono (*Lecythis minor* Jacq.) mediante la realización de las pruebas de calidad basadas en las normas del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) para grasas y aceites, las cuales son: densidad, índice de yodo, índice de saponificación, índice de acidez e índice de refracción. Se emplearon los métodos de prensado y extracción por solventes para la extracción del aceite y se compararon los resultados obtenidos con la *Bertholletia excelsa* Bonpl (Nuez del Brasil). Se desarrolló un diseño experimental, siendo el prensado y la extracción por solventes los factores, con tres niveles cada uno; para el método de extracción por solventes (90, 155 y 220 minutos) y para el prensado 200, 300 y 400 psi, con 2 repeticiones para cada tratamiento experimental. Mediante el análisis estadístico, se determinó que existen diferencias significativas en el rendimiento obtenido entre los métodos empleados. El método de extracción por solvente tuvo en promedio un 55,96% mayor rendimiento que el método de prensado. El prensado presentó mejores valores en las pruebas de calidad; densidad (0,9425 g/ml a 25°C), índice de acidez (0,7347 % en ácido oleico), índice de yodo (100,665 g I/ 100 g de aceite), índice de saponificación (190,5 ml KOH/g) e índice de refracción (1,4395 a 25 °C). El aceite de la almendra de la olla de mono (*Lecythis minor* Jacq.) extraído por este método, entre los niveles de 200 y 300 psi, presenta similitudes en sus propiedades fisicoquímicas con respecto al aceite extraído de la *Bertholletia excelsa* Bonpl (Nuez del Brasil).

Palabras claves: Aceite de *Lecythis minor* Jacq, extracción de aceite, agroindustria.

ABSTRACT

Currently the cosmetic industry is increasingly flourishing with the inclusion of innovative raw materials. Colombia has the capability to supply these elements because of its strength in biodiversity. The goal of this research was the characterization of the extracted oil from almond known as "olla de mono" (*Lecythis minor* Jacq.) through several trials based on Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC) norms, such as: density, iodine value, saponification value, acidity and refractive index. It was implemented methods of pressing and solvent extraction for oil extraction. The results were compared against theoretical data from *Bertholletia excelsa* Bonpl (Brazil nuts). It was developed an experimental design, using pressing and solvent extraction methods as factors, with three levels for each one: 90, 155 and 220 minutes for solvent extraction; and 200, 300 and 400 psi for pressing method; with two repetitions for each experimental treatment. It was found significant difference by statistical analysis in the obtained yield from every method used. The solvent extraction method was in average a 55.96% higher performance than pressing process. The pressing technique had the best results in the functional trials; density (0.9425 g/ml at 25° C), acidity index (0.7347 % as oleic acid), iodine value (100,665 g I/ 100 g of oil). The extracted oil from "olla de mono" (*Lecythis minor* Jacq.) by this method, between 200 and 300 psi levels, presents similarities in its physicochemical properties regarding the extracted oil of *Bertholletia excelsa* Bonpl (Brazil nuts).

Key words: *Lecythis minor* Jacq. oil, oil extraction, agroindustrial.

1. INTRODUCCIÓN

La olla de mono fue descrita en 1763 por Nicolás José Von Jacquin con el nombre de *Lecythis minor*, es una especie que se encuentra en la región del río Magdalena y del Caribe, son pocos los estudios encontrados en la literatura, y más específicamente sobre la *Lecythis minor* Jacq, especie predominante en el departamento del Atlántico, municipio de Piojó, la cual presenta alta resistencia a la sequía, crece en estado silvestre y además no se le realiza un aprovechamiento agroindustrial. Esta especie pertenece a la familia de las *Lecythidaceae*, siendo la *Bertholletia excelsa* Bonpl (Nuez de Brasil) la más conocida y representativa de esta familia debido a su gran aporte económico en la industria cosmética y de exportación registrada en Bolivia [1], por esta razón se tiene como valores de referencia en este trabajo las propiedades de la nuez de Brasil.

La olla de mono por ser familia de las *Lecythidaceae* tiene un alto potencial de aprovechamiento en la industria cosmética colombiana, estudios recientes sobre el aceite extraído de la almendra *Lecythis minor* DC, especie nativa del departamento de Córdoba (Colombia) a cargo de Jennifer Lafont et al, arrojaron resultados positivos para su uso en esta industria [2]. Es por ello que el estudio de las propiedades de la *Lecythis minor* Jacq. permitiría potencializar su uso a nivel industrial trayendo consigo desarrollo económico en el departamento del Atlántico. Este estudio es de suma importancia para el desarrollo agroindustrial, debido a que, incentiva la investigación, fomenta un mejor uso del suelo y de las especies silvestres; además, de reactivar el interés por la reforestación y la innovación de materias primas de la región que se pueden emplear en la industria cosmética.

Específicamente se trabajó en el estudio de la almendra de la olla de mono *Lecythis minor* Jacq. recolectada en el municipio de Piojó-corregimiento Hibacharos, el aceite fue extraído por medio de la aplicación de dos métodos para la extracción de aceite; por solvente (n - Hexano) empleando un equipo Soxhlet con una posterior destilación y por prensado empleando una prensa hidráulica seguido de calentamiento. Esto se llevó a cabo en el centro de laboratorios y talleres de ingeniería (CELT), laboratorio de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad del Atlántico sede norte. A la almendra y al aceite extraído, se les realizaron las pruebas establecidas por el ICONTEC para evaluar propiedades para grasas y aceites vegetales. El objetivo principal de esta investigación fue evaluar las características del aceite extraído de la almendra de la olla de mono (*Lecythis minor* Jacq) obtenido por prensado y por solvente para posibles aplicaciones cosméticas.

2. METODOLOGÍA

2.1 Fuente de información y métodos.

Esta investigación es de carácter cuantitativo de tipo experimental. Para el cumplimiento de los objetivos planteados, se

realizaron pruebas de laboratorio donde se evaluó la utilización de este aceite para fines cosméticos. Las variables manipuladas para medir el efecto sobre los resultados, así como las constantes en el proceso de extracción por el método de prensado y por solvente, se muestran en la tabla 1.

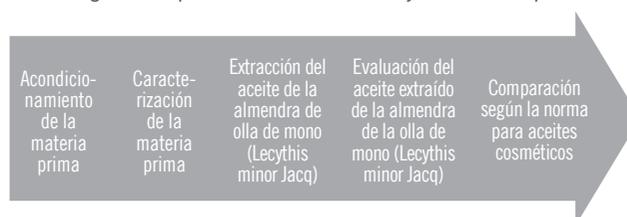
Tabla 1. Variables para el proceso de extracción del aceite de olla de mono (*Lecythis minor* Jacq) por el método de prensado y utilizando solvente.
Table 1. Variables for the extraction process of the oil of (*Lecythis minor* Jacq) by the pressing method and using solvent.

Método	Temp. °C	Niveles Presión ejercida psi	Tiempo de extracción	Nomenclatura
Prensado	27	200	-	P200
	27	300	-	P300
	27	400	-	P400
Solvente	70	-	90	S20
	70	-	155	S30
	70	-	220	S40

2.2 Procedimiento

La metodología que fue aplicada en la realización de esta investigación constó de 3 etapas en concordancia con los objetivos planteados, las etapas se muestran en la Figura 1.

Figura 1. Pasos para la caracterización del aceite de *Lecythis minor* Jacq.
Figure 1. Steps to characterization of *Lecythis minor* Jacq. oil.



En la primera etapa del procedimiento, se realizaron las operaciones preliminares a la materia prima y se liberaron las almendras contenidas en la urna de la olla de mono (*Lecythis minor* Jacq), se realizó un lavado, la separación manual de la almendra y el exocarpo de estas y se seleccionaron las semillas para la caracterización fisicoquímica. Las almendras se secaron en un deshidratador de referencia Weston Food dehydrator a 46°C durante seis horas para el caso de la extracción con solvente. En el proceso de acondicionamiento de las almendras destinadas al prensado no se realizó secado.

En la caracterización física de la almendra fresca se evaluó el tamaño, color y forma, en el caso de la caracterización química se realizó la prueba de humedad; para ello se efectuó la prueba mediante un analizador de humedad de referencia OHAUS MB35 de halógeno.

El análisis de ceniza se llevó a cabo gravimétricamente, en el cual, se pesó un crisol limpio y seco, se adiciono de 5.028 g de las almendras, este se llevó a una mufla de referencia

1477/TERRIGENO a temperatura de 600°C durante cuatro horas. Transcurrido este tiempo se bajó la temperatura de la mufla y se llevó la muestra a un desecador. La muestra final fue pesada en una balanza analítica de referencia Adventurer Pro AV264C/OHAUS donde por diferencia entre el peso inicial y el final se determinó el contenido de ceniza.

Luego del acondicionamiento de las almendras, se procedió a la extracción del aceite mediante los métodos descritos. Para el caso de la extracción con solventes se empleó un equipo Soxhlet, empleando como solvente el hexano; para la preparación de la muestra se pesaron 10 g en una balanza analítica de referencia LEXUS/STAR en un dedal formado con papel filtro Watman Grado 4. El siguiente paso por seguir fue introducir el dedal formado con el papel filtro en la cámara de extracción del Soxhlet, seguidamente se adiciono 200 ml de hexano en un balón de fondo plano de 250 ml. Por último, se realizó la separación del solvente hexano y el aceite extraído de la muestra mediante un equipo de destilación simple.

La extracción del aceite por el método de prensado se llevó a cabo mediante el uso de una prensa hidráulica con capacidad de 10 ton. Para preparar la muestra se tomó una relación de 1:1 adicionando por cada 100 g de almendra triturada 100 g de agua para facilitar la extracción, se agitó hasta obtener una mezcla homogénea. Se introdujo en el cilindro de la prensa un filtro de acero inoxidable, con el fin de evitar el paso de sólidos, se tomaron 100 g de la muestra previamente homogenizada y se efectuó el prensado, posterior a esto, se obtuvo una leche de almendras que fue sometida a calentamiento hasta su punto de ebullición y se mantuvo por un tiempo de 45 min logrando la separación entre aceite y los sólidos totales. Para el cálculo del rendimiento de extracción del aceite se utilizó el método gravimétrico, empleando la ecuación (1).

$$\% \text{ Aceite} = \frac{\text{g de aceite extraído}}{\text{g de muestra}} \times 100 \quad (1)$$

Para la evaluación del aceite extraído, se tomó como referencia de muestreo las prácticas recomendadas en la NTC 217 [3] y se realizaron las pruebas para determinar la calidad del aceite establecidas por el ICONTEC: Índice de acidez (NTC-218) [4], índice de saponificación (NTC-335) [5], índice de yodo (NTC-283) [6], índice de refracción (NTC-289) [7] y densidad (NTC-336) [8].

3. RESULTADOS

3.1 Acondicionamiento y caracterización de la materia prima.

El peso promedio por urna fue de 153.7 g, al desprenderse el opérculo, en promedio se tienen 9.2 semillas por urna, se

registraron todos los pesos de las semillas y de las almendras utilizadas para realizar el peso promedio y el porcentaje en peso, en la tabla 2 se muestran los resultados obtenidos.

Tabla 2. Características físicas de las almendras utilizadas
Table 2. Physical characteristics of the almonds used

	Peso (g)	N° de Semillas	Peso promedio semillas (g)	Peso promedio almendras (g)	Proporción (%p/p)
Prom.	153.7	9.2	2.918	1.868	11.022
Desv.	40.8	2.94	0.097	0.141	0.974

La humedad promedio fue de 37,83% y en la prueba de ceniza el promedio fue de 3.02%. Tomando como referencia los análisis de humedad y ceniza en la Nuez del Brasil fresca (*Bertholletia excelsa Bonpl*), la cual tiene un porcentaje de humedad del 28% y de ceniza del 3%, se evidencia una similitud con respecto a la ceniza y una notable diferencia en la prueba de humedad [9].

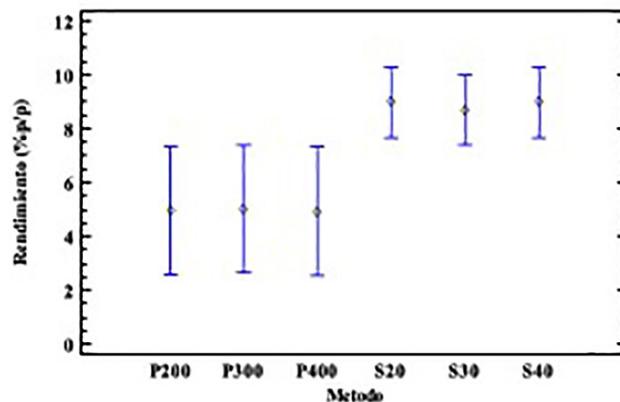
3.2 Resultados de la extracción del aceite de la almendra de *Lecythis minor Jacq.*

La base para el cálculo del rendimiento en la extracción del aceite por ambos métodos fueron 10 g de almendras previamente secada en un deshidratador a 46°C durante seis horas; para la extracción con solvente se emplearon 200 ml de hexano.

Los resultados promedio de rendimientos obtenidos (% p/p) para el método de extracción por solvente en los niveles de 90, 155 y 200 minutos fueron 9, 8.7 y 9 % respectivamente. En lo que respecta al prensado en los niveles 200, 300 y 400 psi los resultados promedio de rendimientos obtenidos (% p/p) fueron 4.975, 5.017 y 4.95% respectivamente.

La prueba de comparación de media HSD (Honestly-significant-difference) de Tukey se presenta en la figura 2, se observa que no existen diferencias estadísticamente significativas entre los niveles P200, P300, P400 y S30 y de igual forma entre los niveles S20, S30 y S40.

Figura 2. Diferencias significativas del rendimiento según le método de extracción.
Figure 2. Significant differences in performance according to the extraction method



3.3 Pruebas de calidad realizadas al aceite extraído

Los resultados obtenidos de las pruebas de calidad realizadas al aceite extraído mediante el método de prensado se muestran en la tabla 3, en esta tabla también se presentan los datos de referencia de las pruebas realizadas a la Nuez del Brasil (*Bertholletia excelsa Bonpl*) [10], para así, determinar su potencial cosmético. Se evidencia que hay mayor similitud en los resultados obtenidos en el nivel P300, la densidad presentada en todas las muestras se encuentra dentro del rango del aceite de la Nuez del Brasil tomada como referencia.

Se observa un mayor índice de acidez en el nivel P400, lo cual indica que podría haber mayores niveles de ácidos grasos libres; esto se pudo haber dado debido a la exposición a altas temperaturas y al tiempo en que estuvo almacenado en presencia de oxígeno (72 horas), fomentando la descomposición de las cadenas de triglicéridos ayudando a la formación de ácidos grasos libres. Otro motivo por el cual presentaron índices de acidez altos en todos los niveles es debido a que no se les realizó una posterior refinación al momento de la extracción y almacenamiento; proceso en el cual se eliminan ácidos grasos libres. El que mayor similitud presentó en esta prueba fue el nivel P200 [6, 11].

Figura 1. Pasos para la caracterización del aceite de *Lecythis minor* Jacq.
Figure 1. Steps to characterization of *Lecythis minor* Jacq. oil.

Pruebas de calidad del aceite	Aceite			Nuez del Brasil
	P200	P300	P400	
Densidad (g/ml a 25°C)	0.98305	0.9425	0.9243	0.916
l. de acidez (% en ácido oleico)	0.7347	0.9135	1.247	0.44
l. de yodo (g de I/ 100 g de act.)	96.09	100.665	92.05	96.6
l. de sap. (mg de KOH/ g)	113.25	190.5	199.65	181
l. de refracción (a 25° C)	1.437	1.4395	1.4365	1.4699

Para el caso del índice de yodo, los tres niveles presentaron valores óptimos en materia de calidad en referencia a este tipo de aceites vegetales, indicando un buen grado de insaturación. El nivel P200 arrojó el valor más similar al de la referencia, y el nivel P300 superó el promedio que se tiene para este tipo de aceites vegetales el cual oscila generalmente en valores menores a 100 [6,13].

Los resultados del índice de saponificación estuvieron en el rango de la referencia a excepción del nivel P200, éste, presentó resultados por debajo, indicando que los ácidos grasos presentes en el aceite extraído por este método son de cadena larga, esto pudo haber sido ocasionado en el momento del almacenamiento a 30 °C, donde posiblemente se dio la volatilización de los ácidos grasos de cadena corta conocidos comúnmente como ácidos grasos volátiles [14].

Para el caso de la prueba de índice de refracción presentaron resultados dentro del rango de referencia sin ninguna excepción. Los promedios de los resultados obtenidos de las pruebas de calidad realizadas al aceite extraído mediante el método de extracción por solvente y los datos de referencia de las pruebas realizadas a la Nuez del Brasil (*Bertholletia excelsa Bonpl*) se presentan en la tabla 4.

Tabla 4. Pruebas de calidad realizadas al aceite extraído por solvente
Table 4. Quality tests performed on oil extracted by solvent

Pruebas de calidad del aceite	Aceite			
	S20	S30	S40	Nuez del Brasil
Densidad (g/ml a 25°C)	0.7415	0.7802	0.5047	0.916
l. de acidez (% en ácido oleico)	0.975	1.12	1.265	0.44
l. de yodo (g de I/ 100 g de act.)	51	62.5	72.65	96.6
l. de sap. (mg de KOH/ g)	76.25	51.525	49.25	181
l. de refracción (a 25° C)	1.3745	1.379	1.4245	1.4699

Se puede observar que se encuentran mayores diferencias entre los resultados obtenidos en todos los niveles y los de referencia, a excepción del índice de refracción el cual presentó mayor similitud y más específicamente en el nivel S40, para el caso del índice de acidez, éste arrojó resultados mayores en promedio que los presentados en los niveles del método de prensado, indicando que puede haber mayor presencia de ácidos grasos libres, esto se presentó debido a que estuvo por más tiempo almacenado (5 días) y de igual forma fue sometido a altas temperaturas (42 °C), así mismo, no se le realizó una refinación posterior a la extracción y almacenamiento del aceite.

La prueba de saponificación dio resultados muy por debajo del nivel de referencia lo cual indica que el peso molecular de los ácidos grasos presentes en el aceite extraído por este método son altos; de igual forma cabe aclarar que las grasas que contienen ácidos grasos de cadena corta consumen más KOH en su saponificación mostrando índices de saponificación más grandes y las que poseen ácidos grasos de cadena larga consumen menos álcali exhibiendo valores pequeños de índice de saponificación, indicando que el aceite extraído por este método puede contener mayor cantidad de ácidos grasos de cadena larga y estos estuvieron mayor tiempo almacenados lo cual pudo haber traído como consecuencia mayor volatilización de ácidos grasos de cadena corta [15].

La prueba de índice de yodo presentó valores muy por debajo de los niveles de prensado y el nivel de referencia indicando que puede haber menor grado de insaturación con respecto a estos, lo anterior se presentó debido a que estuvo mayor tiempo expuesto al oxígeno (24 horas) fomentando la saturación de los ácidos grasos presentes, de igual forma es-

tuvo expuesto a altas temperaturas (42 °C) y almacenamiento prolongado (5 días) [11].

La prueba de densidad arrojó notables diferencias en todos los niveles y más específicamente en el nivel S40, este resultado se pudo presentar debido a que en este nivel la materia prima estuvo mayor tiempo en contacto con el solvente hexano (200 minutos) y probablemente se presentaron trazas de solvente en el aceite alterando la densidad; de igual forma el grado de instauración y el peso molecular afecta la densidad de estos, a menor grado de instauración menor densidad, así como, a mayor peso molecular de los ácidos grasos [16,17].

4. CONCLUSIONES

La caracterización del fruto de la olla de mono (*Lecythis minor Jacq.*) dio como resultado que un 11.022% del fruto corresponde a las semillas. Las semillas presentaron un 64.8 % correspondiente a la almendra y el restante al exocarpo.

La extracción del aceite por el método de extracción por solvente presentó un 55.96% mayor rendimiento que el método de prensado.

Se realizó por primera vez la caracterización física del fruto y fisicoquímica de la almendra de la olla de mono (*Lecythis minor Jacq.*), incluyendo: el análisis de humedad y cenizas, densidad, índice de acidez, índice de yodo, índice de saponificación e índice de refracción al aceite extraído demostrando su potencial cosmético, el método de prensado entre los niveles de 200 y 300 psi presentó similitudes en sus propiedades fisicoquímicas con respecto a los valores de referencia del aceite extraído de la *Bertholletia excelsa Bonpl* (nuez de Brasil). Densidad: 0,916 g/ml a 25 °C, índice de yodo: 96.6 g de I/100g de act, índice de refracción 1,4699 a 25 °C.

Los resultados del índice de refracción para todos los niveles analizados estuvieron dentro del rango de la nuez del Brasil (1,4699 a 25°C) tomada como referencia a excepción de los niveles S20 y S30. Se determinó que las condiciones de almacenamiento influyen en la calidad del aceite obtenido.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Facultad de Ingeniería y al Grupo de Investigación Agroindustrial de la Universidad del Atlántico por el apoyo recibido en el desarrollo de esta investigación, y los recursos disponibles en el laboratorio de Procesos Agroindustriales de la misma institución.

REFERENCIAS

- [1]. Instituto boliviano de comercio exterior. Comercio exterior, N° 185, agosto 2010, depósito legal: 8-3-77-06.
- [2]. J. Lafont, E. Calle, L. Durango, Composición Química del Aceite de Almendras producidas por el Árbol Olleto (*Lecythis minor DC*). En: Información Tecnológica. 2013, vol. 24 N° 1, p. 1.
- [3]. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Grasas y aceites animales y vegetales: Muestreo. NTC-217. Bogotá D.C., 2011. 14 p.
- [4]. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Grasas y aceites animales y vegetales: determinación del índice de acidez y de la acidez. NTC-218. Bogotá D.C., 2011. 14 p.
- [5]. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Grasas y aceites animales y vegetales: determinación del índice de saponificación. NTC-335. Bogotá D.C., 1998. 7 p.
- [6]. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del índice de yodo. NTC-283. Bogotá D.C., 2012. 12p.
- [7]. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Grasas y aceites animales y vegetales. Determinación del índice de refracción. NTC-289. Bogotá D.C., 2002. 8p.
- [8]. INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMALIZACIÓN Y CERTIFICACIÓN. Grasas y aceites animales y vegetales: método de la determinación de la densidad (masa por volumen convencional). NTC-336. Bogotá D.C., 2002. 11 p.
- [9]. FAO. Especies forestales productoras de frutas y otros alimentos. Ejemplos de América Latina. Roma: Subdirección de Desarrollo de Recursos Forestales. Dirección de Recursos Forestales. Departamento de Montes, 1987. 42 p. ISBN: 92-5-302372-4.
- [10]. Agencia de comercio exterior – AGECEX y FAN Bolivia. Estudio de mercado. Recurso castaña. Informe final. La Paz – Bolivia, 2009, 17 p.
- [11]. A. Ramírez, A. Castañeda, J. Ramírez, Cambios químicos de los aceites comestibles durante el proceso de fritura. Riesgos en la salud. Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingeniería N° 3, Vol 2. Hidalgo, México. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Julio de 2014. ISSN 2007-6363.
- [12]. I. García, Obtención de aceite de orujo mediante extracción con fluidos supercríticos. Castilla – La Mancha: Ediciones de la Universidad de Castilla – La Mancha, 2001. 73 p. ISBN 84-8427-109-9
- [13]. D. Angarita, H. Herrera, Evaluación de un proceso de transformación de grasas de pollo en materia prima óptima para la incorporación en procesos industriales. Trabajo de grado para optar por el título de: Especialista en transformación de residuos agroindustriales. Pamplona – Colombia, Universidad de Pamplona. Facultad de Ciencias Básicas. IBEAR. 2008, p.14
- [14]. G. Ros, C. Martínez, C. Valencia, Biodisponibilidad de los ácidos grasos de cadena corta: Mecanismos de absorción. ANALES. Real academia de ciencias veterinarias de Andalucía oriental. vol 24 (1). 2011, p. 126
- [15]. A. Rodríguez, J. Maldonado, M. Muro, L. Miranda, Índice de saponificación de cinco mantecas determinado mediante un micrométodo. Vol 1. No. 1. San Nicolás de los Garza, Nuevo León: 2016. 938 p
- [16]. J. Lafont, N. Páez, A. Portacio, Extracción y Caracterización Fisicoquímica del Aceite de la Semilla (Almendra) del Marañón (*Anacardium occidentale L.*). En: Información tecnológica. 2011, vol. 22 N. 1, p. 6
- [17]. M. López, Evaluación del rendimiento de extracción y caracterización de la grasa de semilla de 20 accesiones de mango del banco de germoplasma y materiales nativos. Trabajo de grado para optar al título de: Ingeniera Agroindustrial. Ibagué – Tolima. Universidad del Tolima. Facultad de Ingeniería Agronómica. Programa de Ingeniería Agroindustrial, 2013. p. 44