

## **EXTRACCIÓN DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE PATILLA (*Citrullus vulgaris*) POR LIXIVIACIÓN**

### **EXTRACTION OF OIL SEED PIN (*Citrullus vulgaris*) BY LEACHING**

**Peggy Londoño<sup>1\*</sup>, Maria V. Valera<sup>1</sup>, Víctor Silva<sup>1</sup>, Alberto Pitre<sup>1</sup>**

(1) Universidad de Carabobo, Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería Química, Av. Universidad,  
Naguanagua, Edo. Carabobo - Venezuela

\*autor de contacto (e-mail: peggylondono@hotmail.com)

*Recibido: 21/07/2014 - Evaluado: 31/08/2014 - Aceptado: 13/10/2014*

#### **RESUMEN**

La extracción del aceite de la semilla de patilla consistió inicialmente en un estudio fisicoquímico de la semilla, con la finalidad de conocer su contenido nutricional mediante la realización de diferentes análisis como humedad, cenizas, grasas, fósforo, proteínas y carbohidratos. Posteriormente se procedió con la extracción del aceite utilizando el equipo de extracción sólido-líquido Soxhlet, empleando hexano como solvente mediante el diseño factorial del tipo 2<sup>3</sup>. Luego de esto se realizó la caracterización del aceite crudo y refinado siguiendo la metodología descrita por las normas COVENIN, donde el aceite presentó propiedades que le confieren gran potencial en la industria cosmética en la elaboración de jabones. Por último se hizo un perfil lipídico por medio de una cromatografía de gases, arrojando un alto contenido de ácidos grasos insaturados (linoléico y oleico) que le dan la potencialidad de ser aplicado como un aceite apto para consumo humano de excelentes propiedades y calidad.

#### **ABSTRACT**

Extraction of seed oil initially consisted in physicochemical study of the seed, in order to meet their nutritional content by performing various analyzes as moisture, ash, fat, phosphorus, proteins and carbohydrates. Then we proceeded with oil extraction equipment using solid-liquid extraction, Soxhlet using hexane as a solvent using the factorial design of the type 2<sup>3</sup>. After, the crude oil was characterized and refined by the methodology of COVENIN norms, where the oil presented potential properties to elaborate soap in the cosmetic industry. Finally, a lipid profile was obtained by a gas chromatographic, the results showed highly unsaturated fatty acid contents (linoleic and oleic) that gives it the potential to be applied as a capable oil with excellent properties and quality to human consume.

Palabras clave: semilla de patilla; aceite; Soxhlet; lixiviación  
Keywords: watermelon seed; oil; Soxhlet; lixiviation

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad se realizan investigaciones con miras de obtener fuentes alternas de grasa y aceites vegetales, y de esta manera suplementar la demanda de este rubro en el mercado nacional e internacional. Ante esta situación se plantea la posibilidad de obtener aceite de la semilla de patilla (*Citrullus vulgaris*) por lixiviación. Se puede decir que la patilla (*Citrullus vulgaris*) es la fruta que más cantidad de agua contiene, por lo que su valor calórico es muy bajo, apenas 20 calorías por 100 gramos; contiene además diversas vitaminas como la A, E, B1, B6 y vitamina C (Hasan & Sencil, 2013). Entre sus minerales, se encuentra, el potasio, magnesio, calcio, fósforo, hierro, sodio, también posee ácido fólico, beta caroteno, ácido ascórbico, riboflavina (B2), e hidratos de carbono. Lakshmi y Purnima (2011), estudiaron el potencial nutricional, bioaccesibilidad de los minerales y la funcionalidad de las semillas de sandía (*Citrullus vulgaris*) encontrando que los componentes de las semillas mostraron una buena funcionalidad y densidad de micronutrientes y que pueden tener una aplicación en muchos productos alimenticios. La pulpa tiene propiedades antioxidantes, debido a esto, ayuda a eliminar radicales libres presentes en el organismo, los cuales son responsables de múltiples enfermedades de carácter degenerativo, como por ejemplo el cáncer, las cataratas y los síntomas del envejecimiento (COVECA, 2010).

Esta investigación se basa principalmente en el aprovechamiento de la semilla de patilla, que es considerada como desecho del fruto y no tiene una aplicación específica; por ende se hace un estudio de su composición nutricional, sus propiedades fisicoquímicas y su potencial en la industria aceitera. La importancia del desarrollo de este trabajo de investigación se fundamenta en el aporte que se deja para el aprovechamiento de los recursos naturales con los que cuenta Venezuela y el resto del mundo.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Caracterización de la semilla de patilla (*Citrillus vulgaris*)

Se llevó a cabo empleando los métodos de análisis de la Comisión Venezolana de Normas Industriales (COVENIN), como se observa en la Tabla 1 y los carbohidratos se determinaron por diferencia. Esta caracterización permitió determinar el contenido nutricional de la semilla tanto natural como la certificada utilizada para la agricultura.

Tabla 1: Descripción de las normativas empleadas para la caracterización de la semilla de patilla (*Citrillus vulgaris*)

Análisis	Norma a emplear	Título de la norma
Humedad	COVENIN 374-95	Determinación del contenido de humedad
Cenizas	COVENIN 328-01	Determinación del contenido de cenizas
Grasa libre	COVENIN 1726-97	Determinación del porcentaje de grasa mediante la extracción con solvente orgánico
Proteínas	COVENIN 1195-80	Determinación del porcentaje de nitrógeno para la cuantificación de las proteínas
Fósforo	COVENIN 1178-83	Determinación del contenido de fósforo

Determinación de las mejores condiciones de extracción del aceite de la semilla de patilla (*Citrillus vulgaris*)

Se seleccionaron las variables que intervinieron en el proceso y la interacción de las mismas además de las condiciones operacionales con el propósito de establecer e implementar el diseño experimental. Las variables que más influyeron sobre el proceso se obtuvieron por medio de la construcción y depuración del diagrama causa-efecto. De esta depuración las variables más influyentes resultaron:

1. Masa de la materia prima
2. Tamaño de la materia prima
3. Tiempo de extracción

Las cuales a nivel de laboratorio son las más influyentes en el proceso de extracción utilizando el equipo soxhlet (Treybal, 1989).

El solvente utilizado en la lixiviación fue n-hexano por ser el más accesible debido a su bajo costo y disponibilidad en la industria, posee un bajo punto de ebullición lo cual permitió trabajar a temperaturas que no perjudicaran las propiedades del aceite, además fue recuperado casi en su totalidad.

Se escogieron 2 niveles para cada variable independiente siguiendo el diseño factorial  $2^3$ , donde se utilizaron dos niveles para el tamaño de partícula (0,6mm y 1mm), tiempo de extracción (4 y 5 h) y masa (5 y 10g), como se observa en la Figura 1.

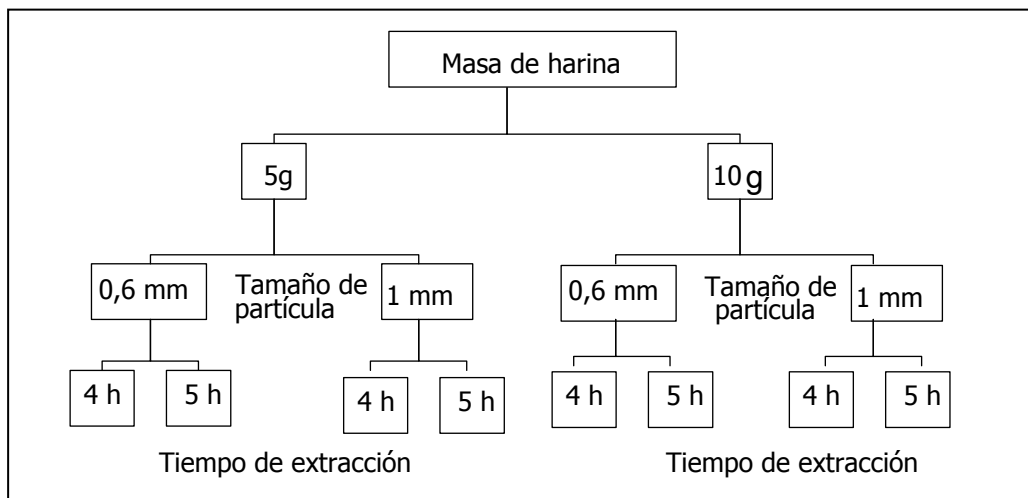


Fig. 1: Esquema del diseño experimental para la extracción del aceite de la semilla de patilla.

En relación al tiempo de extracción se seleccionó 4 horas como tiempo mínimo de acuerdo a lo establecido en la norma COVENIN.1726 (1997) para grasas y aceites vegetales. Este tiempo garantizó una efectiva extracción del aceite. El segundo nivel fue de un tiempo de 5 h el cual se fijó de manera que no existiera un rango significativo entre un nivel y otro, además de garantizar un mayor tiempo de contacto con la masa de semilla. La masa de semilla se seleccionó en base a la capacidad del dedal de celulosa disponible ya que una masa superior a 10 g limitaba la interacción con el solvente

#### Análisis estadístico

Se realizaron 6 montajes por cada condición y se determinó el rendimiento utilizando la ecuación 1:

$$\%Rend = \frac{m_{bl} - m_v}{m_h} \cdot 100 \quad (1)$$

Donde:

%Rend: Porcentaje de rendimiento del proceso de extracción (p/p)

$m_{bl}$ : masa del balón del aceite con las perlas luego del proceso de extracción (g)

$m_v$ : masa del balón con perlas antes del proceso de extracción (g).

Una vez establecidos los factores y niveles en el proceso de extracción y con los respectivos porcentajes de rendimiento en cada condición, se usó el programa estadístico SPSS statistics 17.0 para realizar el ANOVA donde se eligió un nivel de significancia ( $\alpha$ ) de 0,05 para determinar las variables más influyentes en el proceso.

## Caracterización del aceite crudo de la semilla de patilla

La caracterización del aceite crudo se llevó a cabo siguiendo las normas COVENIN (Tabla 2) para conocer las características fisicoquímicas que presenta el aceite crudo y así poder determinar su potencial aplicación.

Tabla 2: Descripción de las normativas empleadas para la caracterización del aceite de la semilla de patilla

<b>Análisis</b>	<b>Norma a emplear</b>	<b>Breve descripción de la norma</b>
<b>Índice de saponificación</b>	COVENIN 323-99	Determinación del índice de saponificación
<b>Índice de peróxidos</b>	COVENIN 508-01	Determinación del índice de peróxidos
<b>Índice de iodo</b>	COVENIN 324-01	Determinación del índice de iodo
<b>Índice de acidez</b>	COVENIN 325-01	Determinación de la acidez libre e índice de acidez
<b>Índice de refracción</b>	COVENIN 702-01	Determinación del índice de refracción
<b>Densidad relativa</b>	COVENIN 703-01	Determinación de la densidad relativa

## Caracterización del aceite purificado de la semilla de patilla.

Para purificar el aceite crudo se siguieron una serie de etapas que provocan grandes cambios en la composición del aceite crudo al eliminar o reducir impurezas los mismos fueron los siguientes:

- **Desgomado:** Para el proceso de desgomado primero se calentó la muestra de aceite a una temperatura de 60 a 70 °C con agitación moderada y constante, luego se añadió 10% en peso (de la muestra de aceite a tratar) de ácido fosfórico ( $H_3PO_4$ ) al 30% de concentración dejando que la reacción tuviera un tiempo de contacto de aproximadamente 1 hora. Al pasar este período de tiempo el aceite se vertió en un embudo de separación dejando decantar durante un período de 30 minutos separando así las fases. Finalmente la mezcla resultante fue sometida a centrifugación durante 20 minutos a una velocidad aproximada de 2500 rpm. (Rondon, 2009).
- **Neutralización:** Se pesó el aceite resultante del proceso de desgomado, se calentó a 40°C con agitación moderada y uniforme, luego se adicionó lejía. Se dejó agitando la mezcla por 30 minutos manteniendo la misma temperatura. Posteriormente se calentó el aceite a una temperatura de 60 °C a 70 °C durante 10 minutos. Finalmente fue sometida a centrifugación la mezcla durante 10 minutos a una velocidad de 2500 rpm separando efectivamente el aceite del jabón desechando este último.
- **Lavado:** el lavado se realizó para eliminar los jabones formados en la neutralización, se agregó 20% en peso de la muestra de aceite a tratar de agua destilada a 95°C con agitación constante por un período aproximado de 30 minutos para luego ser sometido a un proceso de centrifugación para separar las fases presentes (Rondon, 2009).

Purificado el aceite, este fue sometido a las mismas pruebas del aceite crudo (Tabla 2) tanto para el proveniente de la semilla natural como de la semilla certificada.

## Determinación del perfil lipídico

La composición de ácidos grasos fue determinada por cromatografía de gases en grasas y aceites de origen vegetal o animal. Se determina el perfil lipídico basándose en la metodología establecida por la norma COVENIN. 2281 (2002).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Caracterización de la semilla

Los resultados obtenidos en la semilla natural no difirieron en gran medida de los obtenidos en la semilla certificada presentes en la Tabla 3. Además fueron comparados con los obtenidos por Wani *et al.*, (2006), que obtuvieron un contenido de humedad para la semilla de patilla de  $7,0 \pm 0,7\%$  y Kaur *et al.* (2007)  $7,7 \pm 0,2\%$ , que no distan en gran medida por los obtenidos en esta investigación. El porcentaje de humedad representa el contenido de agua que presenta la semilla. La humedad en materiales vegetales debe ser inferior al 10% para que no existan interferencias, puesto que el agua crea una barrera que impide el proceso de difusión (Treybal, 1989). Además un bajo contenido de humedad es favorable, ya que inhibe el crecimiento de microorganismos e inactiva las enzimas que podrían degenerar la semilla.

Los valores obtenidos en ambas semillas (natural y certificada) muestran poca variación entre sí y contrastan con los obtenidos por Wani *et al.* (2006), Kaur *et al.* (2007) y otros en sus respectivas investigaciones y que no difieren en gran medida por los obtenidos en esta investigación.

Para la semilla natural el porcentaje de grasa obtenido fue  $13,119 \pm 0,004\%$  y para la semilla certificada fue  $7,328 \pm 0,004\%$ . Esta discrepancia puede deberse al tratamiento efectuado para certificarla que se aplica para combatir el crecimiento de manchas bacterianas en la misma y para garantizar un alto porcentaje de germinación. Las condiciones de extracción fueron las mismas 4 h de extracción y n-hexano como solvente extractor. Ambas semillas fueron trituradas obteniendo un tamaño no uniforme lo que pudo influir en el bajo porcentaje de grasa obtenido.

El contenido de fósforo para la semilla natural fue  $25974 \pm 1$  mg de fósforo por cada 100 g de muestra y para la certificada  $22120 \pm 1$  mg de fósforo por cada 100 g de muestra; Estos resultados indican que la semilla de patilla constituye una fuente importante de fósforo, elemento muy significativo para el organismo.

En cuanto al porcentaje de proteínas los valores obtenidos en ambas semillas difirieron mucho entre sí (ver tabla 3) y como ya se ha mencionado puede atribuirse al recubrimiento que presenta la semilla certificada pudiendo tener sustancias nitrogenadas para garantizar una mayor germinación que alteran el proceso de cuantificación de nitrógeno (Hasan & Sencil, 2013).

Por los resultados obtenidos se tiene que semilla de patilla puede constituir un buen complemento nutricional con buena cantidad de proteínas, carbohidratos y fósforo.

Tabla 3: Análisis proximal de la semilla natural y certificada

Nutriente	Semilla natural	Semilla certificada	Wani <i>et al.</i> (2006)	Kaur <i>et al.</i> (2007)
Porcentaje de humedad (%)	$8,38 \pm 0,01$	$8,99 \pm 0,01$	$7,0 \pm 0,7$	$7,7 \pm 0,2$
Porcentaje de cenizas (%)	$3,015 \pm 0,001$	$2,644 \pm 0,001$	$3,6 \pm 0,1$	$2,5 \pm 0,4$
Porcentaje de grasa (%)	$13,119 \pm 0,004$	$7,328 \pm 0,04$	$25,5 \pm 0,7$	$21,9 \pm 0,6$
Contenido de fósforo (mg P / 100 g de muestra)	$25974 \pm 1$	$22120 \pm 1$	-	-
Porcentaje de proteínas (%)	$18,34 \pm 0,05$	$42,02 \pm 0,05$	$27,1 \pm 1$	$16,3 \pm 0,6$
Carbohidratos (%)	$56,8 \pm 0,1$	$39,1 \pm 0,1$	-	-

### Determinación de las mejores condiciones de extracción del aceite

Se conoce que un menor tamaño de partícula es más eficiente en el proceso de extracción, el cual está directamente ligado a la superficie total, es decir, que a menor área existe mayor superficie de contacto entre la harina y el n-hexano. La trituración de la semilla acelera bastante la acción de lixiviación, porque las porciones solubles son entonces más accesibles al disolvente (Treybal, 1989). En la Tabla 4 se observan los rendimientos obtenidos para cada condición de estudio y se comprueban que se obtienen mejores rendimientos a un tamaño de partícula menor.

En la Tabla 5 se observa que los tres factores principales: masa, tamaño y tiempo tienen interacción directa en el proceso de extracción por cuanto su nivel de significancia es menor a 0,05. Por otro lado en las interacciones de dos variables se tiene que las interacciones masa\*tamaño y masa\*tiempo tienen significancia en el proceso, por su parte la interacción tamaño\*tiempo no tiene significancia ya que su nivel resultó mayor a 0,05 (0,306) lo que indica básicamente la incidencia que tiene la masa en el rendimiento de la extracción.

Tabla 4: Rendimiento de la extracción a distintas condiciones de operación

Tamaño de partícula (mm)	Tiempo de extracción (h)	Masa de harina (g)	Rendimiento (Rend. ± 0,003)
0,6	4	5	40,842
	5		41,186
	4	10	43,097
	5		48,298
1	4	5	40,221
	5		40,535
	4	10	38,881
	5		42,265

Tabla 5: Resultados del análisis estadístico en la extracción del aceite de la semilla de patilla.

Fuente	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media de cuadrados	F <sub>0</sub>	F <sub>(α,v1,v2)</sub>	Nivel de significancia
Masa	71,375	1	71,375	30,020	4,08	0,000
Tamaño	99,525	1	99,525	41,860	4,08	0,000
Tiempo	64,055	1	64,055	26,942	4,08	0,000
masa * tamaño	60,426	1	60,426	25,415	4,08	0,000
masa * tiempo	47,126	1	47,126	19,821	4,08	0,000
tamaño* tiempo	2,556	1	2,556	1,075	4,08	0,306
masa * tamaño* tiempo	2,390	1	2,390	1,005	4,08	0,322
Error	95,102	40	2,378			
Total	84773,873	48				

Fuente: SPSS statistics 17.0

En la Figura 2 se tienen las gráficas del efecto que tienen cada factor en el rendimiento de extracción, demostrándose aún más que el tamaño por tener una pendiente con menor ángulo de inclinación incide de manera significativa en el rendimiento de extracción. Todos estos resultados demostraron que debe existir una interacción directa entre la masa y el tamaño de partícula principalmente para obtener un máximo rendimiento.

Como se observa en la Tabla 4 manteniendo los niveles con un menor tamaño de partícula (0,6 mm), una mayor masa (10 g) y un tiempo de 5 h se lograron los máximos rendimientos.

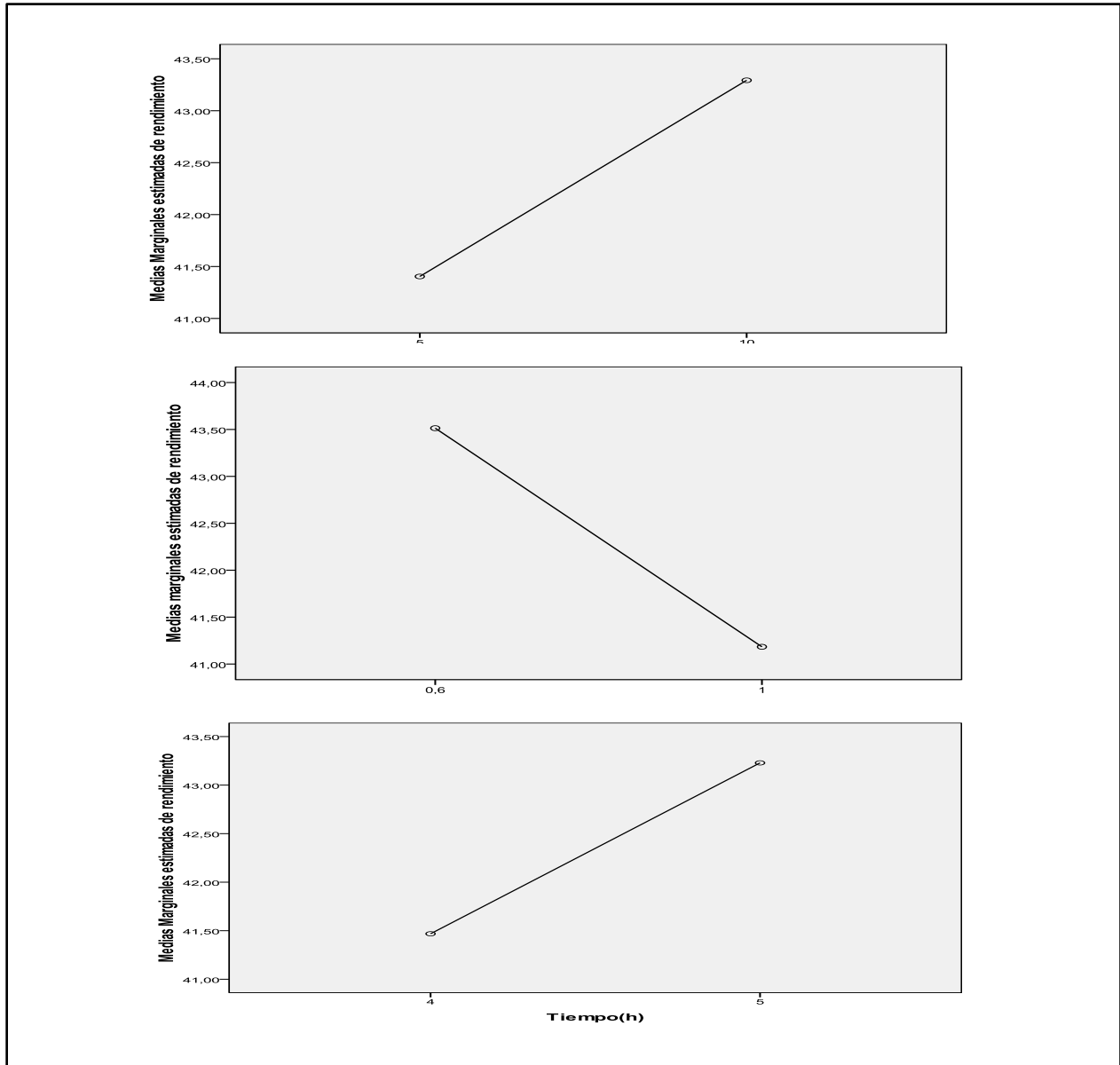


Fig. 2: Efecto de cada factor sobre el rendimiento de la extracción

### Caracterización del aceite crudo

La caracterización del aceite se realizó con la finalidad de chequear sus propiedades fisicoquímicas y determinar si cumple con los parámetros establecidos por la norma COVENIN.30 (1997) (ver tabla 6), que establece las condiciones para un aceite apto para el consumo humano.

Tabla 6: Propiedades fisicoquímicas del aceite crudo de la semilla de patilla tanto natural como certificada y otros autores.

<b>Análisis</b>	<b>Natural</b>	<b>Certificada</b>	<b>Baboli &amp; Safe (2010)</b>	<b>Costa <i>et al.</i> (2011)</b>
<b>Índice de saponificación (mg KOH/g<sub>muestra</sub>)</b>	192 ± 1	496 ± 1	200,0 ± 0,1	-
<b>Índice de peróxido (m<sub>eq</sub>O<sub>2</sub>/kg)</b>	0,20 ± 0,02	0,90 ± 0,02	3,24 ± 0,01	9,3 ± 0,4
<b>Índice de iodo (cg I/g<sub>muestra</sub>)</b>	25,6 ± 0,6	80,6 ± 0,6	156,0 ± 0,1	-
<b>Acidez libre (%) expresado como oleico</b>	16,42 ± 0,02	2,08 ± 0,02	2,4 ± 0,1	0,25
<b>Índice de acidez (%)</b>	32,67 ± 0,05	4,14 ± 0,05	-	-
<b>Índice de refracción (adim) a 27°C</b>	1,4707 ± 0,0001	1,4769 ± 0,0001	1,47 ± 0,01	1,4745
<b>Densidad relativa (adim)</b>	0,91374±3e-5	0,91999±3e-5	-	-

El índice de saponificación obtenido para el aceite proveniente de la semilla natural se encontró dentro de los límites presentados en la norma COVENIN.30 (1997), que establece un mínimo de 180 mg KOH/g<sub>muestra</sub> y un máximo de 210 mg KOH/g<sub>muestra</sub>, además con esto muestra su potencial aplicación en la industria cosmética en la elaboración de jabones.

En cuanto al índice de peróxido el aceite de la semilla natural se encontró dentro de la norma 30-97 que establece un máximo de 2 m<sub>eq</sub>O<sub>2</sub>/kg en planta y 5 m<sub>eq</sub>O<sub>2</sub>/kg en el mercado, de igual forma el aceite de semilla certificada presentó un índice de peróxido que se encuentra dentro del límite establecido por la norma. Ambos resultados muestran la resistencia del aceite a la oxidación.

El grado de acidez libre expresado como oleico que presentó el aceite de la semilla natural resultó un valor que se encontró muy por encima de lo establecido en norma cuyo valor máximo es de 2% para aceites vírgenes. Esto indica una alta presencia de ácidos grasos libres en el aceite. Por su parte la acidez libre del aceite de semilla certificada fue de 2,08 ± 0,02%. Estos resultados junto con los de saponificación indican la aplicabilidad de este aceite en la elaboración de jabones.

El índice de refracción para ambos aceites se cumplió con la norma COVENIN.30 (1997), cuyo rango oscila entre 1,463 - 1,476 a 25°C, lo que aporta otra característica de buena calidad para el aceite de patilla. Por su parte, la densidad relativa para el aceite de semilla natural fue 0,96969 ± 0,00003 y para certificada 0,97186 ± 0,00003 valores que se encuentran fuera del rango establecido por la norma COVENIN.30 (1997), cuyo rango oscila entre 0,8969 y 0,926. Además todos estos resultados son comparados por estudios internacionales como Baboli y Safe (2010) y Costa *et al.* (2011), que le confieren a este aceite buenas propiedades.

#### Caracterización del aceite refinado

Una vez refinado el aceite tanto de la semilla natural como certificada se procedió a realizar las pruebas fisicoquímicas que permitieron determinar su calidad y posible aplicación. Estas pruebas fueron las mismas realizadas en el aceite crudo y cuyos resultados se encuentran expresados en la Tabla 7.



Tabla 7: Propiedades fisicoquímicas del aceite refinado de la semilla de patilla tanto natural como certificada

Análisis	Natural	Certificada
<b>Índice de saponificación (mg KOH/g<sub>muestra</sub>)</b>	187 ± 1	490 ± 1
<b>Índice de peróxido (m<sub>eq</sub> O<sub>2</sub>/kg)</b>	0,20 ± 0,02	0,40 ± 0,02
<b>Índice de iodo (cg I/g<sub>muestra</sub>)</b>	16,2 ± 0,5	80,51 ± 0,6
<b>Acidez libre (%)</b>	4,14 ± 0,04	1,82 ± 0,04
<b>Índice de acidez (%)</b>	8,25 ± 0,05	3,63 ± 0,05
<b>Índice de refracción (adim)</b>	1,4747 ± 0,00001	1,4747 ± 0,00001
<b>Densidad relativa (adim)</b>	0,92052 ± 0,00004	0,93359 ± 0,00004

Los resultados obtenidos de la caracterización del aceite refinado arrojaron poca desviación con respecto al aceite crudo, solo ocurre una disminución significativa en la acidez del mismo debido al proceso de neutralización efectuado.

#### Perfil lipídico

Los resultados del perfil lipídico se exponen en la Tabla 8, observándose que la diferencia de porcentajes entre los tipos de aceites fue mínima, así como al compararlos con los resultados obtenidos por otros autores. Como ácido graso predominante se obtuvo el ácido linoléico, el cual es de tipo insaturado por poseer dobles enlaces en su estructura, lo que lo hace de rápida oxidación y transformación; a su vez de gran beneficio para el correcto funcionamiento del cuerpo humano. Los ácidos grasos insaturados son mejores que los saturados; la presencia de la insaturación facilita los procesos biológicos dentro de los organismos (Badui, 2006).

Tabla 8: Perfil de ácidos grasos obtenidos de los aceites crudo, refinado y certificado de la semilla de patilla.

Ácido	Aceite crudo (%)	Aceite refinado (%)	Aceite certificado (%)	Baboli y Safe, 2010 (%)	Costa <i>et al.</i> (2011)
<b>C16:0 (Palmítico)</b>	10,1	10,4	10,6	11,36	10,06
<b>C16:1 (Palmitoléico)</b>	0,1	0,1	0,1	-	0,07
<b>C18:0 (Esteárico)</b>	6,4	6,2	6,1	7,04	7,31
<b>C18:1 (Oléico)</b>	14,1	16,4	15,8	13,25	16,08
<b>C18:3w3 (α-inolenico)</b>	0,1	0,2	0,2	-	0,18
<b>C18:2 (Linoléico)</b>	68,5	66,4	66,0	68,3	65,61
<b>C20:0 (Araquídico)</b>	0,3	0,3	0,3	-	0,33
<b>C20:1 (Gadoléico)</b>	0,1	0,0	0,2	-	0,1

En comparación con otros autores y trabajos anteriores, se confirma el alto grado de ácidos grasos insaturados que posee el aceite de la semilla de patilla, según Baboli y Safe (2010) y Costa *et al.* (2011), demuestran que hay una gran semejanza entre el aceite de girasol y soya con el de la semilla patilla, argumentando que por la poca diferencia que existe entre los perfiles de estos aceites se considera como un potencial producto de consumo humano de muy buena calidad.

## CONCLUSIONES

El análisis fisicoquímico de la semilla de patilla demostró que presenta un buen contenido nutricional con un alto porcentaje de proteínas, fósforo y carbohidratos, con valores permisibles de humedad y cenizas, por lo que

puede ser un buen complemento nutricional. Se demostró que la masa, tamaño de partícula y tiempo fueron significativas en el proceso de extracción del aceite. A su vez se verificó que un menor tamaño de partícula, mayor masa de harina y mayor tiempo de contacto con el solvente aseguran un máximo rendimiento en la extracción. La caracterización fisicoquímica del aceite crudo arrojó un alto grado de acidez encontrándose fuera de los límites establecidos por la norma COVENIN.30 (1997) y así mismo el índice de yodo. Caso contrario ocurre con el índice de saponificación, densidad relativa y refracción. El perfil lipídico del aceite de la semilla de patilla tiene un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados, lo que le confiere excelentes propiedades y lo convierte en un potencial producto apto para el consumo humano.

## REFERENCIAS

1. Baboli Z. & Safe A. (2010). Characteristics and Composition of Watermelon Seed Oil and Solvent Extraction Parameters Effects. *Journal American Oil Chemical Society*, 87, 667-671.
2. Badui S.D. (2006). Química de los alimentos. Quinta edición. Pearson Addison Wesley. Cuarta edición. México.
3. Comisión Veracruzana de Comercialización Agropecuaria (COVECA) (2010). Monografía de la sandía. [Documento en línea]. Disponible en: <http://portal.veracruz.gob.mx>. Fecha de Consulta: 07 de septiembre de 2013.
4. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. (1997). [Norma 30: Norma general para aceites vegetales comestibles. Ediciones fondonorma. Caracas.
5. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. (1999). [Norma 323] Determinación del índice de saponificación. Ediciones fondonorma. Caracas.
6. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. (2001). [Norma 324] Determinación del índice de yodo por el método de wijs. Ediciones fondonorma. Caracas.
7. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. (2001). [Norma 325] Determinación de la acidez. Ediciones fondonorma. Caracas.
8. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. (2001). [Norma 328] Determinación de cenizas. Ediciones fondonorma. Caracas.
9. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. (1995). [Norma 374] Determinación de humedad. Ediciones fondonorma. Caracas.
10. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. (2001). [Norma 508] Determinación del índice de peróxido., Ediciones fondonorma. Caracas.
11. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. (2001). [Norma 702] Determinación del índice de refracción. Ediciones fondonorma. Caracas.
12. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. (2001). [Norma 703] Determinación de la densidad relativa. Ediciones fondonorma. Caracas.
13. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. (1983). [Norma 1178] Determinación de fósforo. Ediciones fondonorma. Caracas.
14. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. (1980). [Norma 1195] Determinación de nitrógeno. Ediciones fondonorma. Caracas.

15. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. (1997). [Norma 1726] Determinación de grasas. Ediciones fondonorma. Caracas.
16. Comisión Venezolana de Normas Industriales COVENIN. (2002). [Norma 2281: Determinación del perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases. Ediciones fondonorma. Caracas.
17. Costa, L., Lefevre, M., Maus, D., Ifanger, H., Chih, M., Grimaldi R., *et al.* (2011). Characterization of Crude Watermelon Seed Oil by Two Different Extractions Methods. *Journal American Oil Chemical Society*, 88 (1), 1709-1714.
18. Hasan, B. & Sencil, O. (2013). Concentration and purification of  $\alpha$ -galactosidase from watermelon (*Citrullus vulgaris*) by three phase partitioning. *Separation and purification technology*, 118, 835-841.
19. Kaur, D., Ahmed, I. & Sogui, D. (2007). Extraction optimization of watermelon seed protein using response surface methodology. *LWT - Food Science and Technology*, 44, 1821-1826.
20. Lakshmi A. y Purnina K. (2011). Nutritional potential, bioaccessibility of minerals and functionality of watermelon (*Citrullus vulgaris*) seeds. *LWT - Food Science and Technology*, 44, 1514-1520
21. Rondón, J. (2009). Evaluación del proceso de extracción del aceite de la pulpa del fruto de la palma de pijiguao (*Bactrisgasipaes H.B.K*). Trabajo Especial de Grado presentado ante la Ilustre Universidad de Carabobo como requisito para optar por el título de Ingeniero Químico. Venezuela.
22. Treybal, R. (1989). Operaciones de transferencias de masa. Segunda edición. Editorial McGraw-Hill. México.
23. Wani, A., Sogi, D., Grover, L. & Saxena, D. (2006). Effect of Temperature, Alkali Concentration, Mixing Time and Meal/Solvent Ratio on the Extraction of Watermelon Seed Proteins. A Response Surface Approach. *Biosystems Engineering*, 94 (1), 67-73.

