

Aprovechamiento de semillas de cucúrbita ficifolia y cucúrbita máxima para la extracción de aceite y uso en la industria alimentaria

Use of cucurbit ficifolia and maximum cucurbit seeds for oil extraction and use in the food industry

Luis Artica M.⁽¹⁾, Mery Baquerizo C.⁽¹⁾, Amadeo Rosales P.⁽¹⁾ y Gilbert Rodríguez P.⁽¹⁾

⁽¹⁾Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú

Email: luis tabri@yahoo.com

Resumen

La calabaza y el zapallo son frutos de planta herbácea que son considerados hortalizas, cuya pulpa es muy utilizada para consumo humano y sus semillas son desechadas, sin embargo estas semillas poseen aceite y otros nutrientes que aún no son aprovechados. Este trabajo tiene como objetivo extraer el aceite de las semillas de calabaza y zapallo y caracterizar fisicoquímicamente y evaluar el perfil de ácidos grasos. Se recolectó los frutos y se obtuvo las semillas, se deshidrató a 40°C x 48 horas, se procedió a la extracción del aceite por prensado en frío, con solvente etanol (frío) y método soxhlet (hexano caliente), el rendimiento de aceite extraído de semilla de calabaza y zapallo por prensado en frío fue 32,48% y 22,12%; solvente etanol fue 34,58% y 24,85 % y soxhlet fue 36,65% y 26,03% respectivamente. Se determinó el perfil de ácido graso de los aceites extraídos de semilla de calabaza por prensado en frío, solvente y soxhlet, obteniéndose; ácido linoleico (58,98 %, 68,392 % y 65,22 %) y ácido oleico (27,95 %, 16,86 % y 18,78 %), para el zapallo fueron: ácido linoleico (68,95 %, 65,57 % y 65,18 %) y ácido palmítico (12,3 %, 11,96 y 13,66 %) respectivamente. Los métodos de extracción aplicados influyen en el rendimiento, características fisicoquímicas y perfil de ácidos grasos, presentando diferencias significativas entre los métodos de extracción.

Palabras clave: aceite, semilla de *Cucúrbita ficifolia* B. y *Cucúrbita maxima* D, perfil de ácidos grasos

Abstract

Pumpkin and squash are fruits of herbaceous plant that are considered vegetables, whose pulp is used for human consumption and its seeds are discarded, though these seeds have oil and other nutrients that are not yet exploited. This paper aims to extract oil from pumpkin and squash seeds and physicochemically characterize and evaluate the fatty acid profile. Fruits were harvested and seeds were obtained, were dehydrated at 40 ° C x 48 hours, proceeded to oil extraction by cold pressing, solvent ethanol (cold) and soxhlet method (hot hexane), the yield oil extracted from pumpkin and squash seeds by cold pressing was 32.48% and 22.12%; solvent ethanol was 34.58% and 24.85% and soxhlet was 36.65% and 26.03% respectively. The fatty acid profile of the oils extracted from pumpkin seed by cold pressing, solvent and soxhlet, obtained was determined; linoleic acid (58.98%, 68.392% and 65.22%) and oleic acid (27.95%, 16.86% and 18.78%) to squash were: linoleic acid (68.95%, 65.57% and 65.18%) and palmitic acid (12.53%, 11.96 and 13.66%) respectively. Extraction methods applied influence performance, physicochemical characteristics and fatty acid profile, presenting significant differences between the extraction methods.

Keywords: oil, seed *Cucurbita ficifolia* B. y *Cucúrbita maxima* D, fatty acid profile.

Introducción

La calabaza (*Cucurbita ficifolia* B.) de semilla negra, es una planta rastrera o trepadora, monoica, perteneciente a la gran familia de plantas dicotiledóneas, poseen un fruto carnoso, de forma redonda y alargada, de cáscara gruesa, rugosa o lisa (Parsons, 1986). En un principio, la calabaza se cultivó para el aprovechamiento de sus semillas más que para ser consumida como hortaliza, costumbre que fue desapareciendo a medida que surgieron variedades con más pulpa y sabor más afrutado (Nuez et al., 2000). Las semillas son ovaladas-elípticas (1.6 a 2.2 cm de longitud) y comprimidas (0.5 a 1.5 mm de espesor), el centro de las semillas es de color pardo oscuro y dependiendo de la polinización, son blanquecinas o amarillentas (Parsons, 1986). La semilla contiene agua 5.9%. Proteínas 21.6%, fibra 1.7% y grasa 32% (FAO, 2002). Tanto sus semillas como su pulpa son comestibles y se usan para preparar variedades de platillos y dulces típicos (Ruiz, 2006).

El zapallo (*Cucurbita máxima* D), probablemente una de las plantas más antiguas cultivadas en América, se afirma que el zapallo sería originario de México, también fue cultivada en las costas peruanas alrededor de 4000 años atrás (Gonzales 2012). Es una planta herbácea, vivaz y rozagante de tallos flexibles y trepadores, monoica, perteneciente a la gran familia de plantas dicotiledóneas. Poseen un fruto carnoso, de forma redonda y alargada, de cáscara gruesa, rugosa o lisa, sus semillas son ovaladas, convexas, lisas, de 2 a 3 cm de largo, las cuales a su vez contienen una pulpa blanca y comestible; con las cuales se elaboran las tradicionales pepitas o pipas (Lira 1995). La semilla de zapallo contiene agua 4.9%, proteínas 30.3, fibra 2.2%, grasas 45.8% (FAO, 2002). Es considerado como poderoso antiparasitario, las semillas y el aceite de zapallo son muy eficaces a la hora de expulsar parásitos intestinales como la solitaria (Ruiz, 2006).

Estos frutos son muy utilizados en la alimentación humana y sus semillas son poco utilizadas, pero debido a su alto contenido graso sería una buena fuente para la obtención de aceite, Schmidt, 1996 indica que las fuentes más comunes para la obtención de aceites vegetales son el girasol, maíz, soja, algodón, lino, oliva maní, uva, coco, colza y actualmente se pretende obtener aceite de las semillas de calabaza y zapallo.

La extracción del aceite de semilla se puede realizar bajo dos modalidades: a) Extracción mecánica (por presión), recomendado para semilla con contenido graso mayor a 20%, para ello se debe triturar para romper las paredes celulares de la semilla haciéndolos copos (flaking), pasándolos por rodillos o sometiéndolos a grandes presiones y. b) extracción sólido líquido (disolventes), los aceites vegetales se recuperan a partir de sus semillas mediante extracción sólido-líquida o lixiviación con disolventes orgánico, también, es posible separar el soluto

del solvente mediante el calentamiento de la sustancia, al tener distinto punto de ebullición, una de los dos se evaporara primero con lo cual ya tendremos el producto deseado, como disolventes en los métodos comerciales de extracción se recurre a compuestos hidrocarbonados volátiles purificados, especialmente las distintas clases de bencinas de petróleo, conocidas comúnmente como éter de petróleo, hexano o heptano. El hexano es el más utilizado tradicionalmente (Matissek, 2000).

La investigación tiene por propósito darle un valor agregado a las semillas de calabaza y zapallo, ya que los aceites que se consumen son de productos tradicionales como la palma, soya, girasol, linaza, etc.; de esta manera obtener un beneficio en nuestro medio. El aceite de semillas *Cucurbita ficifolia* B "calabaza" y *Cucurbita maxima* D "zapallo" tiene propiedades funcionales y a la vez se puede utilizar en la industria alimentaria para hacer productos funcionales para el beneficio de la nutrición y cuidado de la salud. Y se abrirían más posibilidades para el desarrollo de nuevas tecnologías con respecto a la extracción de aceites, el desarrollo de este sector, el fomento de los cultivos de calabaza y zapallo a nivel regional de manera sostenida. Por lo que la Investigación planteo los objetivos siguientes:

- Analizar las características químico proximales de las semillas de *Cucurbita ficifolia* y *Cucurbita maxima*.
- Obtener los aceites de *Cucurbita ficifolia* y *Cucurbita maxima* por expresión en frío, solvente y en caliente.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas de los aceites de *Cucurbita ficifolia* y *Cucurbita maxima*.
- Evaluar el perfil de ácidos grasos de los aceites de *Cucurbita ficifolia* y *Cucurbita maxima* mediante cromatografía de gas.

Materiales y métodos

Muestra

Se recolectó la calabaza en el distrito de Ahuac, provincia de Chupaca, ubicada a una altura de 3,275 msnm y 75° 32' 37" de latitud y el zapallo se recolectó en el distrito de Parihuanca, provincia de Huancayo, ubicada a una altura de 1600 msnm y Latitud: 12° 01' 15" Longitud: 74° 50' 30" en el departamento de Junín. Se realizó la identificación taxonómica en el museo de Historia Natural de la Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Composición químico proximal de las semillas

Se determinó la humedad en una estufa (100 ± 5°C) hasta peso constante, el contenido de proteína por el método semimicro Kjeldahl, la grasa por el método Soxhlet, fibra bruta, mediante hidrólisis ácida y alcalina, cenizas por método de calcinación en una mufla a 550°C y carbohidratos totales, por diferencia del 100% de los componentes anteriores (AOAC, 2008).

Extracción de los aceites

Se deshidrató las semillas de calabaza y zapallo a 40°C por 72 horas, se sometió a molienda y se hizo pasar por un tamiz de tamaño de partícula 70 mesh, para extraer por prensado en frío, en solvente (alcohol etílico PA 95,5%) y en caliente por soxhlet (n-hexano PA 98,5%), siguiendo el método recomendado por la Asociación de Químicos Analíticos Oficial Internacional (AOAC, 1998) en el método 945.38 F en AOAC (2005).

Propiedades fisicoquímicas

Se determinó el Índice de acidez (mg KOH/g), Índice de saponificación (mg KOH/g), Índice de peróxido (mili equivalentes de oxígeno activo/kg), Índice de refracción a 40°C y Densidad (Método AOAC, 2004) e Índice de iodo ((g I₂/100 g) se utilizó el método de Wijs (AOAC 993.20).

Composición de ácidos grasos

Se determinaron en aceite fresco en almacenamiento. Los esteres metílicos de ácidos grasos fueron preparados de acuerdo al método FAMES, AOAC 991.39. Brevemente, 0,025 g de aceite se hizo reaccionar con 1,5 ml de NaOH 0,5 N a temperatura de 80-90 °C por 5 minutos, posteriormente se enfrió a temperatura

de 30-40 °C agregándose 2,0 ml de trifluoruro de boro calentándose a 100°C por 30 minutos, nuevamente se enfrió añadiéndose 1 ml de iso-octano y 5 ml de solución saturada de NaCl, todo bajo agitación y cubierto constantemente con Nitrógeno. La identificación de los componentes se determinó en el cromatógrafo de gases (Shimadzu, modelo GC-2010, Japón), equipado con un detector de ionización de llama (FID) y un muestreador automático Shimadzu AOC-20Si. Una columna capilar de sílice SP Rt™ - 2560 (100 m x 0,25 mm con 0,25 µm film) se utilizó helio como gas portador a una velocidad de flujo de 30 ml/min y presión de 261,5 kPa. El Volumen de inyección fue de 1 µl.

Resultados

La muestras vegetales en estudio Cucúrbita ficifolia "calabaza" y Cucúrbita maxima D "zapallo" fueron identificadas que pertenecen a la familia Cucurbitaceae, genero cucúrbita y a la especie: Cucurbita ficifolia Bouche y Cucurbita máxima Duchesne respectivamente, según el sistema de clasificación de Cronquist; 1988 (Museo de Historia natural UNMSM).

Caracterización biométrica de los frutos

Los resultados de las caracterizaciones físicas

Tabla 1. Evaluación de las características biométricas de Cucurbita ficifolia B. "calabaza"

Muestras	Dimensiones del fruto (cm)	Peso (g)			
		Fruto	Cascara	Pulpa	Semilla
Calabaza	37,1 x 22,5	5 548,8	1 612,5	3 768,6	167,7
Zapallo	26,4 x 27,8	7 855,5	1 031,6	6,246,6	577,2

Composición químico proximal de la semilla

En la tabla 2, se muestran los resultados del análisis químico proximal de las semillas de Cucúrbita ficifolia B y Cucúrbita máxima D, determinados en base a la metodología AOAC (2008).

Tabla 2. Composición químico proximal de semilla de Calabaza y Zapallo en g/100g de muestra.

Componentes	Cucúrbita ficifolia B		Cucúrbita máxima D	
Humedad	8,4	± 0,26	6,87	± 0,38
Proteínas	34,47	± 0,87	41,22	± 0,13
Grasa	35,2	± 0,27	23,79	± 0,65
Fibra	2,37	± 0,29	11,07	± 0,56
Cenizas	5,63	± 0,10	5,01	± 0,13
Carbohidratos *	13,93	± 1,45	12,04	± 1,04

*Valor hallado por diferencia matemática

Obtención del aceite

En la tabla 3 se observan los rendimientos de extracción en aceites en las semillas de Cucúrbita ficifolia B “calabaza” y Cucúrbita maxima D “zapallo” según la metodología empleada: método de expresión en frío, solvente y soxhlet respectivamente.

Tabla 3. Rendimientos de la extracción de los aceites (%)

Método de extracción	<i>Cucurbita ficifolia B</i>	<i>Cucurbita máxima D</i>
Prensado en frío	32,48±1,145	22,13±2,117
Solvente etanol	34,59±0,848	24,85±2,599
Soxhlet (hexano)	36,66± 1,299	26,03± 2,419

Análisis de las propiedades fisicoquímicas del aceite de semillas de Cucúrbita ficifolia B “calabaza” y Cucúrbita maxima D “zapallo”

En las tablas 4 y 5 se reportan los resultados referidos a las características fisicoquímicas de los aceites obtenido a partir de semillas de Cucúrbita ficifolia B “calabaza” y Cucúrbita maxima D “zapallo” determinadas según la metodología recomendada AOAC (2004).

Tabla 4. Características fisicoquímicas del aceite de semilla de Cucúrbita ficifolia B “calabaza”

	Prensado en frío	Solvente etanol	Soxhlet (hexano)
Índice de acidez (mg de ácido oleico)	2,30±0,27	2,70±0,14	2,63±0,17
Índice de saponificación (mg de KOH/g)	191,77±2,73	193,53±0,71	191,10±1,49
Índice de peróxido (meq O ₂ /1000g)	1,30±0,039	2,02±0,061	2,12±0,066
Índice de Yodo (g/100 g)	113,17±7,09	103,06±0,59	104,05±0,71
Índice de refracción (40)	1,47±0,001	1,47±0,004	1,47±0,02
Densidad ((g/cm ³) a 20o C	0,91±0,002	0,92±0,003	0,93±0,016

Tabla 5. Características fisicoquímicas del aceite de semilla de Cucurbita máxima D “zapallo”

	Prensado en frío	Solvente etanol	Soxhlet (hexano)
Índice de acidez (mg de ácido oleico)	2,08±0,41	2,19±0,11	2,07±0,01
Índice de saponificación (mg de KOH/g)	109,13±0,74	110,56±0,70	111,19±0,19
Índice de peróxido (meq O ₂ /1000g)	2,83±0,739	3,41±0,401	3,14±0,023
Índice de Yodo (g/100 g)	137,46±1,16	140,73±1,73	140,22±0,28
Índice de refracción (40)	1,47±0,002	1,470±0,001	1,47±0,001
Densidad ((g/cm ³) a 20 C	0,92±0,007	0,93±0,002	0,93±0,004

Análisis del perfil de ácidos grasos

Las Tablas 6 y 7 muestran los resultados del análisis mediante cromatografía de gas (Cromatografo de Gas, Shimadzu, modelo GC-2010, Japón) del perfil de ácidos grasos de los aceites obtenidos a partir de semillas de Cucúrbita ficifolia B “calabaza” y Cucúrbita maxima D “zapallo” utilizando la metodología AOAC 991.39.

Tabla 6. Composición de ácidos grasos del aceite de semilla de Cucúrbita ficifolia B “calabaza”

Ácidos grasos	Prensado en frío	Solvente	Soxhlet (hexano)
Palmítico (C16:0)	8,90±0,253	10,67±0,663	9,87±1,693
Esteárico (C18:0)	4,16±0,157	4,08±0,160	4,59±1,164
Oleico (C18:1 n-9)	27,95±0,147	16,87±0,828	18,78±1,008
Linoleico (C18:2 n-6)	58,99±1,043	68,39±1,179	65,22±1,448
Eicosanoico (C20:1)	-	-	1,55±0,868
AGS	13,06	14,75	14,46
AGI	86,94	85,26	85,55
AGM	27,95	16,87	20,33
AGP	58,99	68,39	65,22
AGS/AGI	1/6,66	1/5,78	1/5,92

Tabla 7. Composición de ácidos grasos del aceite de semilla de Cucurbita maxima D. “zapallo”

Ácidos grasos	Prensado en frío	Solvente	caliente soxhlet
Palmítico (C16:0)	12,53±0,811	11,97±0,062	13,66±0,222
Esteárico (C18:0)	6,62±0,044	4,49±0,072	7,25±0,115
Oleico (C18:1 n-9)	11,90±0,070	9,30±0,104	13,90±0,101
Linoleico (C18:2 n-6)	68,95±0,056	65,58±0,342	65,19±0,266
Araquidónico (C20:4 n-6)	-	0,11±0,009	-
Eicosanoico (C20:1)	-	0,48±0,016	-
Eláidico (trans 18:1 n-9)	-	8,05±0,080	-
AGS	19,15	16,46	20,91
AGI	80,85	75,47	79,09
AGM	11,90	9,78	13,90
AGP	68,95	65,69	65,19
AGT	-	8,05	-
AGS/AGI	1/4,22	1/4,58	1/3,78

Discusión

Caracterización biométrica de los frutos

Las caracterizaciones físicas del fruto de Cucurbita ficifolia B. “calabaza” (tabla 1), presentó especímenes de color verde claro, amarilla blanquecina y piel gruesa menor a 1cm, la semilla representa 3.02 % del fruto, mientras que para el fruto de la Cucurbita maxima D. “zapallo” presentó especímenes de color verde opalescente y piel gruesa, rugosa o lisa y la semilla representa 7.35 % del fruto.

Composición química proximal de la semilla

Las semillas de Cucurbita ficifolia B y Cucurbita máxima D presentan altos contenidos en proteína 34.47 % y 41.22% y en grasa 35.2% y 23.79% respectivamente (tabla 2), FAO (2002) reportó la composición química de Cucurbita ficifolia B y Cucurbita máxima D con valores de 21.6 % y 30.3% de proteína y de 32.6 % y 45.8% de grasa, siendo estos valores ligeramente menores a los encontrados en la presente investigación. Por otro lado Mariano et al., col (2009) determinó la composición nutricional de diferentes variedades de Cucurbita spp tales

como Texocabuto con valores de 36.5 % en proteína y 33.0 % en lípidos, para Cucúrbita máxima D rayada 39.56 % de proteína y 37,8 % lípidos; en coreanito 38.69 % de proteína y 40.8 % lípidos; por último en Cucúrbita ficifolia B plomo 29.79 % de proteína y 30.4 % de lípidos, siendo estos valores similares a los encontrados. También Escobar et al., (2009) determinó en harina de semilla de Cucúrbita máxima D, proteínas 49.1 % y grasa 21.7 %, siendo estos valores similares a lo hallados, estas diferencias probablemente se debe al origen y variedad de la semillas.

Obtención del aceite

Se observan variaciones según método de extracción (tabla 3), la extracción de aceite por el método soxhlet, empleando como solvente el hexano presentó mayor rendimiento siendo 36.66% en calabaza y 26.03 % en zapallo a diferencia de la extracción con solvente etanol que fue de 34.587 % y 24.853 % respectivamente y el método de menor rendimiento fue el de prensado en frío tiene con 32.48 % para calabaza y 22.127 % para zapallo.

Análisis de las propiedades fisicoquímicas del aceite de semillas de Cucúrbita ficifolia B “calabaza” y Cucúrbita máxima D “zapallo”

El índice de acidez de aceites de semilla de Cucúrbita ficifolia B “calabaza” y Cucúrbita máxima D “zapallo” obtenidos por el método prensado en frío, por solvente frío (etanol) y en soxhlet (hexano), se encontró los valores del índice de acidez expresados en mg KOH/g de 2.3; 2.709; 2.635 y 2.08; 2.19; 2.071, respectivamente. Ortiz et al., (2009) evaluó el índice de acidez en aceite de semilla de zapallo encontrando que varía de 3.19 a 4.10 mg de KOH/g, valores mayores a los obtenidos, ello se debe probablemente al método de extracción y a la manipulación del aceite.

El índice de saponificación de aceites de semilla de calabaza y zapallo obtenidos por el método prensado en frío, por solvente frío (etanol) y en soxhlet (hexano), se encontró los valores del índice de acidez expresados en mg KOH/g 191.77; 193.53; 191.1 y 109.13; 110.56; 111.19, Adawy et al., (2001) indica que el aceite crudo de semilla de calabaza tiene un índice de saponificación de 206 mg KOH/g, siendo este valor mayor al valor hallado. Por otro lado las normas Codex para aceites CODEX STAN 210-1999 indica el índice de saponificación expresado en mg de KOH/g para el aceite de maíz 187 a 195 y aceite de palma 190-209 y el aceite de calabaza hallado fue de 191.77; 193.53 y 191.1, valores muy similares a los de la norma, mientras que para el aceite de zapallo fue de 109.13; 110.56 y 111.19 valores inferiores.

El índice de peróxido de aceites de semilla de calabaza y zapallo obtenidos por el método prensado en frío, por solvente frío (etanol) y en soxhlet (hexano), se encontró los valores del índice de peróxidos expresados

en meq O₂/Kg de 1.301; 2.024; 2.12 y 2.828; 3.414 y 3.142 respectivamente. Según la norma ICONTEC 265 establece un índice de peróxidos de 1 meq de O₂/kg para aceite refinado y 5 meq de O₂/kg para aceite virgen, de acuerdo a esta norma el índice de peróxido obtenido de ambos tipos de aceite de calabaza y zapallo se asemejan al tipo virgen.

El índice de iodo El índice de aceites de semilla de calabaza y zapallo obtenidos por el método prensado en frío, por solvente frío (etanol) y en soxhlet (hexano), se encontró los valores del índice de iodo expresados en g/100 g de 113.17; 103.06; 104.57 y 137.46; 140.73; 139.221, respectivamente. Este índice es una medida de la insaturación de los aceites y grasas. Según la AOCS los aceites se clasifican en: No secantes si el índice de iodo es < 110, semisecantes si el índice de iodo está entre 110–135 y secantes si el índice de iodo es > 135, de acuerdo a este parámetro el aceite de semilla calabaza es un aceite no secante y el aceite de zapallo es un aceite secante además estos valores nos indican que son aceites con un alto grado de insaturación. Según la norma (CODEX STAN 210-1999) el índice de iodo del aceite de semilla calabaza es similar a el aceite de semilla de algodón 100-123 g I₂/100g y el aceite de semilla de zapallo se encuentra dentro de los parámetros del aceite de pepita de uva 128-150 g I₂/100.

El índice de refracción (40°C) de aceites de semilla de calabaza y zapallo obtenidos por el método prensado en frío, por solvente frío (etanol) y en soxhlet (hexano), se encontró los valores del índice de refracción de 1.471; 1.468; 1.472 y 1.473; 1.47; 1.471; respectivamente. Según; Bloeck et al., (2009) indican el aceite de semilla de calabaza que presentaron óptimas propiedades organolépticas de aceite comestible, con índices de refracción entre 1.461 a 1.470, valores similares a los obtenidos además estos nos indica que el aceite obtenido es físicamente estable y no mostraron signos de rancidez.

La densidad (20C) de los aceites de semilla de calabaza y zapallo obtenidos por el método prensado en frío, por solvente frío (etanol) y en soxhlet (hexano), se encontró los valores expresados en g/cm³ de 0.916; 0.921; 0.931 y 0.923; 0.934; 0.932 respectivamente. Estos valores son similares a los reportados en la norma CODEX STAN 210 1999, para el aceite de babasu (0.914-0.917), coco (0.908-0.921), algodón (0.918-0.926), pepas de uva (0.920-0.926), aceite de maíz (0.917-0.925) y semilla de mosqueta (0.910-0.921).

El investigador Bloeck et al., (2009) indica que la semilla de calabaza presenta una densidad de 0.9183 a 0.9574 g/cm³ similar a las obtenidas por los diferentes métodos de extracción por lo que pueden ser considerados como buena fuente de aceites vegetales. Las evaluaciones estadísticas muestran que no hay diferencia estadística (0.01 y 0.05) en los valores de índice de acidez, saponificación. Peróxidos, refracción y densidad encontrados en los tres tratamientos tanto para calabaza como para el zapallo.

Análisis del perfil de ácidos grasos

El aceite de semilla de Cucurbita ficifolia B "calabaza" obtenido por tres métodos de extracción presenta alto contenido en ácido linoleico (C18:2, ω -6), valores de 58.99 %, 68.39 % y 65.22 % respectivamente. Según Petkove y Antova (2014) nos reporta la composición de ácidos grasos de la cucurbita moschata: linoleico (40.8 a 50.2 %) seguido de palmítico de (21.5 a 25.9 %) y oleico de (20.5 a 21.0 %), estos valores son diferentes, esto puede ser debido a factores como: el clima, lugar de origen, etc.

Según ADAWY Y TAHA (2001) que investigó en calabaza "cucurbita pepo reportó ácido linoleico 55.6 % y ác. Oleico 20.4 %, valores concordante con lo obtenido. También Bloeck et al., (2009) estudió sobre la composición de ácidos grasos en cuatro variedades de semillas de calabaza encontraron predominantemente al ácido linoleico variando entre 37.84 a 52,59%. El palmítico, el esteárico y el omega-9 (oleico) variaron entre 13.04 a 15.30%, 6.49 a 9.81% y 27.16 a 38.30% respectivamente.

El contenido de ácido linoleico presenta variación estadísticamente (0.01 y 0.05), al ser sometido a los tres tratamientos, siendo el de mayor promedio el extraído por solvente etanol, seguido de hexano y presión por frío, mientras que el ácido oleico presenta variación estadísticamente, siendo el de mayor promedio el tratamiento por presión en frío, seguido el de etanol y hexano.

En cuanto a la semilla de Cucurbita máxima D "zapallo" obtenida por prensado en frío, extracción con solvente y soxhlet se encontraron que con los tres métodos de extracción se obtuvo un aceite rico en ácido graso Linoleico (C18:2, ω -6), valores de 68.95 %, 65.58 % y 65.19%, respectivamente. Seguido por el palmítico, con el 11,96 a 13.66 %, y luego el oleico, con el 9.29 a 13.90 %. En los perfiles estudiados en las semillas provenientes de Uruguay presentaron ácido linoleico 53.1 %, provenientes de Europa 41.1 %. En estudios realizados por Lawson H. 1999 del perfil de ácidos grasos en semillas de Cucurbita pepo de distintas especies, el ácido linoleico fue el que se presentó en mayor proporción, con valores que variaron entre 40.4 y 57.2 %. El mismo autor reporta en segundo lugar al oleico, con valores entre 21.0 y 37.2 %, y en tercer lugar al palmítico, con valores entre 11.7 y 15.6 %.

Escobar et al., (2012), indican que desde el punto de vista nutricional, los aportes de ácido linoleico, ácido graso esencial y de ácido oleico son beneficiosos dados los aspectos favorables que representan para la salud humana. Además, el ácido oleico beneficia la disminución de la oxidación del colesterol-LDL y mejora la palatabilidad del producto final. El ácido palmítico desde el punto de vista tecnológico es favorable para la plasticidad y estabilidad en productos finales.

Según el estudio estadístico del perfil de ácidos grasos del aceite de semilla de zapallo los resultados fueron: en el contenido de ácido palmítico presenta di-

ferencia estadísticamente (0.01 y 0.05), al ser sometido a los tres tratamientos, siendo el de mayor promedio el tratamiento 3 que es diferente estadísticamente a los tratamientos 1 y 2 que presentan menor promedio y a la vez no hay diferencia significativa entre estos tratamientos.

El contenido de ácido esteárico y oleico presenta diferencia estadísticamente (0.01 y 0.05), entre los tres tratamientos, siendo el de mayor promedio el obtenido por hexano, seguido de presión por frío y el de menor promedio el obtenido por etanol y el contenido de ácido linoleico presenta diferencia estadísticamente (0.01 y 0.05), entre los tipos de extracción, siendo el mejor promedio el obtenido por presión en frío, seguido por etanol y hexano.

Al analizar el perfil de ácidos grasos de ambos tipos de aceite extraídos por diferentes métodos, se observa una leve variación en los valores obtenidos para cada ácido graso en Tabla 21, para calabaza y en la Tabla 23 para zapallo, lo cual se debe al distinto grado de manipulación de la muestra de aceite y el grado de pureza de cada una con relación a cierta cantidad de impurezas tales como mucílagos, proteínas, glúcidos, ácidos grasos libres, fosfátidos, colorantes, aldehídos, cetonas, hidrocarburos y glicéridos con alto punto de fusión, los cuales son eliminados en la refinación.

Conclusiones

1. La semilla de calabaza representa 3.05 % del peso del fruto y contiene 35.2% de grasa y la semilla de Zapallo representa 7.35 % del peso del fruto y contiene 23.79% de grasa, considerándose como una buena fuente de aceite para uso en la Industria Alimentaria.
2. El método de extracción de aceite influye en el rendimiento, como se evidencia en la extracción de aceite por el método soxhlet, empleando como solvente el hexano presentó mayor rendimiento siendo 36.657 % en calabaza y 26.03 % en zapallo a diferencia de la extracción con solvente en frío utilizando como solvente etanol que fue de 34.587 % y 24.853 % respectivamente y el método de menor rendimiento fue el de prensado en frío tiene con 32.48 % para calabaza y 22.127 % para zapallo.
3. El aceite de las Cucurbitáceas evaluadas en este estudio presento características físico químicas estables y adecuadas para ser utilizados como materia prima en la formulación y diseño de productos alimenticios.
4. El perfil de ácidos grasos del aceite obtenido de semilla de las Cucurbitáceas evaluadas presentan aceite ricos en ácido graso Linoleico (C18:2, ω -6), con valores de 58.987 %, 68.392 % y 65.22 % para "semilla de calabaza" y de 68.95 %, 65.577 % y 65.188% para "semilla de zapallo" según el tipo de extracción.

Referencias

- Andres T. (1990). Biosistemáticas Theories on the origin and breeding potential of *Cucurbita ficifolia*. en *Biology and utilization of the cucurbitaceae*. Tesis de grado. Cornell, New York:University Press Ithaca, p.102-109.
- Astiarán I, Candela M. *Grasas comestibles: Composición y propiedades*. Madrid, España: Editorial McGraw Hill; 2000. p. 109-133.
- AOAC - Association Of Official Analytical Chemistry. 2004. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemistry*, 5th ed. Washington : AOAC.
- A.O.A.C. *Methods of analysis of the A.O.A.C international XVI edition(2008)* Association of official analytical chemist. USA.
- Bautista M. y Barrón A. *Propiedades funcionales y valor nutritivo de panes integrales con chía y linaza*. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. 2000;pp. 444.
- Badui S. (2006). *Química de los alimentos*. México D.F., México: Editorial Pearson Educación; p. 245-300.
- Bloeck M, Valenzuela G, Cravzov A, Giménez C, Gruszycki M.(2009). *Componentes nutricionales de cuatro variedades de semillas de cucurbita spp cultivadas en la región centro-chaqueña*. Departamento Química Analítica - Universidad Nacional del Chaco Austral., Argentina.
- Campbell M, Farrell S. (2004). *Bioquímica*. Mexico DF., México: Editorial Thomson.
- Castro F. (2009) *Técnicas cromatográficas. Análisis instrumental*. Universidad Tecnológica de Pereira..
- Cortes L. (1995). *Obtención de aislado proteico a partir de las semilla de zapallo (cucurbita maxima)*. Instituto Nacional de Nutrición de la Escuela de Chimborazo. Ambato; Ecuador.
- Escobar G., Daniela V., Curutchet A., Zirbesegger, Heinz, Márquez Romero(2012). *Estudio de la composición fisicoquímica de harina de semillas de zapallo como ingrediente alimentario*. Revista del laboratorio tecnológico del Uruguay, No. 7 – INNOTEC.
- Epaminondas P. S, Araujo G. V. Lima de Souza A, Silva M, Queiroz N, Souza A, Soledade L, Santos G, Souza A.(2011) *Influence of toasting on the nutritious and thermal properties of flaxseed*. J Therm Anal Calorim. 106(2):551-555.
- El-Adawy T; Taha K. (2001). *Characteristics and composition of different seed oils and flours*. Food Chemistry 74:47-54.
- FAO,(2002). *Cultivo andino*, federación agrónoma.; Disponible en: URL:http://www.rlc.fao.org/es/agricultura/produ/cdrom/contenido/libro09/Cap2_3.html/ Consultado Noviembre 15,2014.
- Fernández L, Álvarez L, Sosa M.(2015). *Deterioro de aceite de soya y oleína de palma durante el freído de papas a la francesa*. Revista de Salud Pública y Nutrición. Feb 15]; 73(5):27-28.
- Firestone, D. (2006). *American Oil Chemists' Society*, de <http://www.aocs.org/Methods/?navItemNumber=584>.
- Garzón S. (1996). *Obtención de metabolitos secundarios del extracto polar de la semilla de Cucurbita maxima y cucurbita ficifolia*. Tesis de Grado. Universidad del Valle. Cali, Ecuador.
- Giaconi V, Escaff M. (1998). *Cultivo de Hortalizas*. 13ª edición. Santiago. Impreso Universitario. 336 p.
- Gómez J, Navas S. (2007). *Recolección y caracterización morfológica molecular de accesiones de zambo (Cucurbita ficifolia) en el Canton Cotacachi*. Tesis. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Ibarra, Ecuador.
- Gonzales D, Yanez Y. (2012). *Diseño y Construcción de un extractor solido-líquido para la obtención de aceite de semillas de Sambo y Zapallo*. Tesis doctoral. Escuela Superior Politécnica Chimborazo; Riobamba, Ecuador.
- Gunstone,F.D (2000). *The chemistry of oils and fats sources, composition,properties and uses*. Publishing Blackwell. 217-218.
- Gutiérrez C. , Rubilar M., Jara C. , Verdugo M., Sineiro J., Shene C.(2010). *Flaxseed and flaxseed cake as a source of compounds for food industry*; Temuco; J. Soil Sci. Plant Nutr.; 10 (4): 454 - 463.
- Harris D. (2001). *Análisis Químico Cuantitativo*. Editorial Reverté. Barcelona, España.
- Hernández L, Gonzáles C.(2010). *Introducción al análisis instrumental: Cromatografía de gases*. Ed.I. Barcelona: Editorial Ariel. Cap. 11. ISBN-84-344-8043-3.
- Hong H. , Kim C, and Maeng S,(2009). *"Effects of pumpkin seed oil and saw palmetto oil in Korean men with symptomatic benign prostatic hyperplasia," Nutrition Research and Practice*, vol. 3,pp. 323–327.

- Ilo, S., Schoenlechner R. and Berghofe E. (2000). Role of lipids in the extrusion cooking processes. Institute of Food Technology, University of Agricultural Sciences, Vienna Muthgasse, Grasas y Aceites; Vienna, Austria; Vol. 51. Fasc. 1-2: 97-110.
- Jorge M. (2006). Un ingrediente activo con acción anti-helmíntica, a partir de las semillas de Cucúrbita moschata Duch con estudios analíticos y de pre formulación. Tesis Doctoral. Universidad de la Habana. La Habana, Cuba.
- Jeffrey C. (1990). Systematics of the Cucurbitaceae. En: Biology and utilization of the Cucurbitaceae. Tesis de grado.: University. Press Ithaca; Cornell, New York.
- Lawson H. (1999). Aceites y grasas alimentarios. Zaragoza, España: Editorial Acribia;p. 333.
- Lira R. (1995). Estudios taxonómicos y ecogeográficos de las Cucurbitáceas de Latinoamérica. 1er Reporte semestral (enero-agosto). Roma, Plant genetic Resources Institute enero. Reporte n° 281.
- Lopez, H.A. (2004). Lipase-catalyzed incorporation of conjugated linoleic acid in palm stearin to obtain nutraceutical fats. Annual Meeting. Las Vegas, NV.
- Márquez A, Lara O. (1999). Plantas medicinales de Latinoamérica II composición uso y actividad biológica. Editorial Universidad Nacional Autónoma de México D.F. México.
- Manzur F; Suárez A, Moneriz C. (2006). Efectos y controversias de los ácidos grasos omega-3. Revista Colombiana de. Cardiología Nov 20; 13(3):3.
- Martínez C E, Vinay J C, Brieva R, Hill C G Jr, Garcia H S. (2005). Preparation of mono and diacylglycerols by enzymatic esterification of glycerol with conjugated linoleic acid in hexane. Applied Biochemistry and Biotechnology. 125(1):63-75.
- Matissek R, Schenepel F, Steiner G. (2000). Análisis de los alimentos. Zaragoza, España: Editorial Acriba S.A.; p. 44-54.
- Mcnair H, Miller J. Basic Gas Chromatography. (2009). Editorial John Wiley & Sons. 2 Ed. Washington, D.C
- Nuez F; Ruiz J; Valcárcel J. (2000). Colección de Semillas de Calabaza del Centro de Conservación y Mejora de la Agro diversidad. Tesis de grado. Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria. Valencia, España.
- Norma del Codex para aceites vegetales especificados, Codex Stan 210-1999,pag 06,10,11
- Norma Icontec 265(2008). Índice de peróxidos en aceites vegetales.
- Ortiz S, Pasos S, Rivas X, Valdez M, Vallejo F.(2009). Extracción y caracterización de aceite de semillas de zapallo [Tesis de grado].Valle del Cauca, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Ocampo S, Diana M. (2007). Estudio cromatografico comparativo de los ácidos grasos presentes en la semilla de Annona cherimolioides y Annona muricata. L. Vector Nov 21; 10(2):103-112.
- Pearsons D. Cucurbitaceas. (1986). México DF, México: Editorial Trillas,p: 10,11-22-24 y 53-56.
- Petkove y Antova. (2014). Composición de ácidos grasos por cromatografía de gases de la Cucúrbita moschata "zapallo". [Tesis de grado]. Ecuador. Universidad Politécnica Estatal del Carchi (UPEC).
- Respetro J, Vinasco L. (2010). Evaluación fisicoquímica de la fracción lipídica de las semillas de guanábana (Annona muricata) y la chirimoya (Annona cherimolia). Revista de la facultad de ciencias naturales;Julio 23;2 (5):117-124.
- Ruiz E. (2006). Etnomedicina, un nuevo camino para un Vivir Integral, Imprenta Mariscal, Quito, Ecuador..Pp 132.
- Ruz M, Araya H, Atala E, Soto D. (1996). Nutrición y salud. Santiago, Chile: Editorial Universidad de Chile; 1996. p. 45.
- Rojas A, Girón E, Torres H.(2009). Variables de operación en el proceso de transesterificación de aceites vegetales. Ingeniería e Investigación Oct 3;29(3):17-22.
- Skoog D, Holler J, Nieman T.(2008). Principios de análisis instrumental. España, Madrid, Ed. 6. Editorial McGraw-hill.
- Wicklund T, Magnus E. M.(1997). Effect of Extrusion Cooking on Extractable Lipids and Fatty Acid Composition in Sifted Oat Flour. Cereal Chem.; 74: 326-329.