



Revista Chilena de Nutrición

ISSN: 0716-1549

sochinut@tie.cl

Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y
Toxicología
Chile

Castaño T., Diego Leandro; Valencia G., María del Pilar; Murillo P., Elizabeth; Mendez A., Jonh Jairo;
Eras Joli, Jordi

COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis* Linneo) Y SU
RELACIÓN CON LA BIOACTIVIDAD DEL VEGETAL

Revista Chilena de Nutrición, vol. 39, núm. 1, marzo, 2012, pp. 45-52

Sociedad Chilena de Nutrición, Bromatología y Toxicología
Santiago, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46922456005>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE SACHA INCHI (*Plukenetia volubilis Linneo*) Y SU RELACIÓN CON LA BIOACTIVIDAD DEL VEGETAL

FATTY ACID COMPOSITION OF INCA PEANUT (*Plukenetia volubilis Linneo*) AND ITS RELATIONSHIP WITH VEGETAL BIOACTIVITY

Diego Leandro Castaño T. (2), María del Pilar Valencia G. (2),
Elizabeth Murillo P. (1), Jonh Jairo Mendez A. (1), Jordi Eras Joli (3)

(1) Facultad de Agronomía. Programa de Ingeniería Agroindustrial. Universidad del Tolima, Colombia.

(2) Facultad de Ciencias. Departamento de Química, Colombia.

(3) Universidad de Lleida. Departamento de Química. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agraria, Colombia.

ABSTRACT

*Omega and unusual fatty acids were evaluated from ethanol extracts of roots and leaves of *Plukenetia volubilis L.* were evaluated. Seed oil was obtained by soxhlet and bioreactor; the fatty acids were determined and characterized by gas chromatography coupled to mass spectrometry (GLC-MS). Also, antioxidant activity was evaluated using ABTS/HRP enzymatic. Fatty acid in seed oil was beyond 80%. Meanwhile, the main unusually fatty acids in leaves and roots are cyclopropenic acids. The phytocompounds, omega and functional fatty acids could be responsible for the lipophilic antioxidant activity in leaves.*

Key words: *Plukenetia volubilis L. Omega, functional fatty acids, antioxidant activity, Inca peanut, cyclopropenic acids.*

Este trabajo fue recibido el 4 de Mayo de 2011, aceptado con modificaciones el 28 de Junio de 2011
y aceptado para ser publicado el 25 de Noviembre de 2011.

INTRODUCCIÓN

La grasa, además de ser la mayor fuente de energía en la dieta (9.3 calorías/g), da sabor a los alimentos. Parece ser uno de los componentes de la dieta de mayor relevancia en el riesgo de muchas patologías (1), asociación que se hace más fuerte cuando se habla de la cantidad, origen (animal o vegetal), y del tipo de ácidos grasos (saturados, monoinsaturados y poliinsaturados) que la constituyen.

Los ácidos grasos (FA) contribuyen no sólo a la consistencia del material graso sino también a su capacidad gastronómica y culinaria, se encargan del transporte de vitaminas liposolubles (2); algunos de ellos permiten el movimiento de proteínas, dan fluidez a las membranas celulares, e intervienen en diversas funcionalidades biológicas, tales como la antioxidante y las relacionadas con los sistemas nervioso y visual (3).

Un grupo especial son los “ácidos grasos omega”(FAω) y los “ácidos grasos funcionales”; a estos últimos el mundo científico les reconoce bondades asociadas con la salud y la nutrición (4). Se han probado por sus propiedades antirritmogénicas (5), antitumorales (6), antiinflamatorias(7) y anticonvulsionantes (8).

La industria alimentaria incorpora ácidos grasos poliinsaturados (PUFA) en la elaboración de productos de panadería, lácteos, bocadillos y suplementos nutricionales, entre otros (9), en los que se sustituyen ácidos grasos saturados (SFA) por PUFA y funcionales (10).

Estudios realizados con Sacha inchi muestran que este vegetal es una fuente importante de aceite (11), quizás comparable a otras de alto reconocimiento como la soya, el maíz, el maní, el girasol y la palma. Otras investigaciones muestran al aceite generado por la planta con posibilidades de competir con el de oliva, el

de mayor demanda comercial a nivel mundial (12), por el alto contenido de FAω (13), a lo que se adicionaría la posibilidad de encontrar en él ácidos grasos funcionales, los que además de complementar la aptitud nutricional de los PUFA actúan benéficamente sobre algunas actividades del organismo humano (14).

Todo lo anterior se convierte en un reto para estudiar a Sacha inchi no sólo como material oleaginoso sino también por las funcionalidades biológicas que podrían derivar de su aceite y/o de sus extractos. Este desafío ha sido aceptado en algunos países latinoamericanos, especialmente Perú, sin embargo en Colombia es muy poco lo que hasta ahora se ha hecho en este sentido con esta planta. Este trabajo se propuso estudiar la composición de ácidos grasos funcionales de la euforbiácea *Plukenetia volubilis* desarrollada en la región tolimense colombiana, y evaluar la relación entre el perfil lipídico del aceite de la planta y su capacidad antioxidante, buscando establecer el potencial agroindustrial de esta especie vegetal oleífera.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal

El material vegetal correspondió a hojas, raíces y almendras de *Plukenetia volubilis* L. provenientes de un cultivo desarrollado en invernadero con sistemas de adaptación ambiental de la especie, ubicado en el municipio de Ibagué-Tolima, (4°25'35" N y 75°12'41" O). Las muestras se sometieron a secado (45°C), reducción de tamaño de partícula (2 mm) y almacenamiento (4°C), hasta su utilización.

Tamizaje fitoquímico

El material en estudio fue lixiviado con etanol del 96%, en forma continua hasta su agotamiento (relación 1:10 material vegetal seco/solvente). Los extractos así obtenidos se estandarizaron a través de la determinación de algunos índices farmacognósticos y determinación de la presencia de algunos de los principales núcleos de metabolitos secundarios (compuestos fenólicos, saponinas, taninos, cardiotónicos, terpenos, esteroides, iridiadas y alcaloides). La identificación se realizó según ensayos cualitativos individuales, con posterior verificación por cromatografía de capa delgada (15).

Actividad antioxidante (ABTS/HRP enzimático)

El potencial antioxidante de la planta se estableció siguiendo la metodología aplicada por Arnaud 2001 (16). El extracto etanólico crudo se fraccionó con cloroformo y acetato de etilo; la actividad antioxidante total (TAA) se determinó calculando la participación de la fracción

hidrofílica (HAA) más la correspondiente porción lipofílica (LAA).

Extracción de lípidos y análisis de ácidos grasos

Los lípidos libres y de membrana se obtuvieron a partir de hojas y raíces de la planta, de acuerdo a la metodología de Escuén 2006 (2). Un macerado etanólico fue la base para extraer los lípidos libres, en tanto que los lípidos de membrana se obtuvieron por derivatización directa mediante hidrólisis ácida, utilizando BHT (2,6-bis(1,1-dimetiletil)-4-metilfenol) como antioxidante y HCl como catalizador de la reacción.

Las semillas de *P. volubilis* con o sin cáscara fueron la base para extraer el aceite de la planta con éter de petróleo como solvente, tiempo de tres horas continuas en soxhlet (5 g ± 0,5, 55°C) y reactor de flujo forzado, tipo batch (20g ± 0,5, 28 ± 0,5 °C). El aceite así obtenido se sometió a pruebas informativas sobre sus características químicas (17).

La identificación y cuantificación de los ácidos grasos se llevó a cabo por cromatografía de gases (CG-FID) y cromatografía de gases acoplada a espectrometría masas (CG-EM), previa derivatización a ésteres volátiles. Se utilizó un cromatógrafo de gases AGILENT 6890N acoplado a masas AGILENT TECHNOLOGIES NETWORK 5973 Mass Selective Detector, Columna capilar 5% difenil, 95% dimetil polisiloxano, WCOT Fused Silica VF-5ms Varían 30m x 0,25mm x 0,25μm, Inyector: Gas portador: Helio, Temperatura: 280°C Horno: Temperatura inicial: 100 °C; temperatura final: 280 °C; duración total: 53,50 minutos; detector de masas Modo d-adquisición: scan; Rango de masas bajo: 40, Rango de masas alto: 600.

Análisis estadístico

En todas las pruebas se utilizaron tres réplicas de cada muestra, cada una de las cuales se analizó individualmente. Los datos son reportados como la media de tres determinaciones ($n = 3 \times 3$) ± DE ($n = 3 \times 3$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores que muestra la tabla 1 indican que el reactor de flujo forzado supera la producción de aceite obtenido por el método soxhlet en más del 50%, preferiblemente si es utilizada como materia prima la semilla desprovista de cáscara; sin embargo, los datos demuestran que el porcentaje de recuperación parece ser independiente del método aplicado o del uso de la semilla con cáscara o sin ella.

Las investigaciones realizadas con Sacha inchi por Follegatt -Romero et al (2009) mostraron rendimientos de $54.3\% \pm 2.0$ al extraer el aceite con soxhlet (hexano),

38.4 % al utilizar presión en frío y 50.1 ± 0.6 con fluidos supercríticos, con porcentajes de recuperación de 100, 70.7 y 92.3%, respectivamente (12). Lo anterior muestra al extractor soxhlet como el método con mayor nivel de recuperación del aceite, superior incluso a los fluidos supercríticos, explicable tal vez por el uso de temperaturas elevadas en el proceso ($\sim 65^\circ\text{C}$).

La tabla 1 también presenta los valores de densidad, índice de refracción, índice de saponificación, índice de yodo, índice de acidez y valor de peróxido del aceite de *S. inchi*, comparado con algunos aceites de amplia aceptación comercial. Es claro que no se presentaron diferencias las propiedades físicas entre el aceite de sacha de acuerdo al método de extracción aplicado, así como tampoco entre él y el de oliva virgen.

Estudios experimentales reconocen que la densidad de un aceite es un factor dependiente de su índice de saponificación, por cuanto éste parámetro está influenciado por el promedio del peso molecular de los ácidos grasos; de igual manera, está asociado al índice de yodo en lo que tiene que ver con el grado de insaturación de

los componentes grasos, al contenido de ácidos libres en el aceite y, fundamentalmente, con la temperatura a la que se haya hecho la medición (18). Se afirma que la densidad se modifica -0.68 kg/m^3 por cada grado centígrado en que se incremente la temperatura (19). Por su parte, los valores de yodo y de saponificación, además de estar relacionados a las propiedades físicas y químicas del material graso, son considerados como índices de estructura y utilizados como control de calidad en los procesos de hidrogenación (20).

Se observa que el valor de saponificación hace comparables al aceite de Sacha extraído por soxhlet con el de oliva virgen; sin embargo, los valores del índice de yodo los hace significativamente diferentes. Igual apreciación se hace al confrontar al aceite de palma y al de Sacha inchi obtenido mediante el reactor de flujo forzado. Aunque el método de extracción se ve como un factor influyente en las diferencias, lo más importante es hacer notar que el rendimiento obtenido parece estar determinado no sólo por la cantidad de aceite propiamente dicho, sino además por el peso molecular

TABLA 1

Rendimiento de extracción y características fisicoquímicas del aceite de Sacha inchi

Método Prueba	Soxhlet		Reactor		Aceites comerciales	
	PCC	PSC	PCC	PSC	OV ^a	PAL ^b
Rendimiento (g/100g semilla)	$15,40 \pm 0,068$	$19,70 \pm 0,065$	$41,20 \pm 0,053$	$48,50 \pm 0,040$	--	--
Recuperación (% total de aceite, g/100 g semilla)	$93 \pm 0,020$	$89 \pm 0,025$	$93 \pm 0,040$	$88 \pm 0,035$	--	--
Densidad a 25°C (g/cm ³)	$0,92 \pm 0,00$		$0,93 \pm 0,00$		0,91-0,92	0,89-0,89
Índice de refracción	1,479		1,479		1,468-1,471	1,454-1,456
Índice de saponificación (mg KOH /g muestra)	$185,20 \pm 0,50$		$207,66 \pm 0,93$		184,0-196,0	209,00
I. Yodo (g de I /100g de aceite)	$168,90 \pm 0,602$	$171,40 \pm 0,305$	$175,80 \pm 0,416$	$179,20 \pm 0,450$	75,00-94,00	50,00-55,00
Índice de acidez (g de ácido oléico/ 100g de aceite)	$0,03 \pm 0,003$	$0,03 \pm 0,002$	$0,11 \pm 0,015$	$0,09 \pm 0,010$	3,30*	4,00*
Índice de peróxidos (mg eq O ₂ / Kg de aceite)	$5,2 \pm 0,00$		$5,6 \pm 0,00$		20,00*	15,00*

PCC: semilla con cáscara. PSC: semilla sin cáscara (almendra). OV: oliva virgen. PAL: Palma. a. CODEX STAN 33. 1989.
Norma del CODEX para los aceites de oliva vírgenes y refinados y los aceites refinados de orujo de aceituna.
b. CODEX STAN 210. 1999. Norma del CODEX para los aceites vegetales especificados. * Valores máximos permitidos por la norma.

de sus componentes insaturados y por la cantidad de los diferentes ácidos grasos insaturados presentes en la mezcla grasa.

Las investigaciones demuestran además, que el índice de yodo no está asociado a la posición exacta de los dobles enlaces en la estructura de los ácidos grasos ni con la naturaleza de los componentes saturados, lo que realmente parece influir es su cantidad total (18). Se infiere entonces que este indicador analítico de estructura, informa básicamente sobre la proporción de insaturaciones de los componentes de la grasa, mas no del tipo de éstos. Cabe hacer mención que el índice de yodo hace parte de los estándares de productos industriales como combustibles, lubricantes y en aplicaciones fisiológicas (21).

Dos parámetros analíticos utilizados comúnmente como medida de calidad de una grasa o aceite son el valor de ácidos libres y el índice de peróxidos, ambos relacionados con su estabilidad, entendiéndose ésta como la inalterabilidad de sus constituyentes químicos posterior al procesamiento y derivatización del producto oleífero, así como de su almacenamiento prolongado, lo que a su vez influye en el uso y aplicación que pueda dársele. De acuerdo con la norma CODEX para aceites vírgenes (17), puede decirse que el aceite de Sacha tiene un bajo contenido de ácidos grasos libres, dando a entender un buen estado fitosanitario y manejo postcosecha de la materia prima.

Por otra parte, el índice de peróxidos indica el inicio moderado de la segunda fase de degradación lipídica marcada por la formación de hidroperóxidos. Quizá la presencia de fitocompuestos con actividad antioxidante justifique el bajo grado de deterioro del aceite, pese a la alta predisposición que podría tener como consecuencia del elevado nivel de insaturación que poseen sus componentes grasos. La inactivación de las lipasas por la temperatura de extracción en el método soxhlet,

explicarían la mayor degradación en el aceite obtenido con el reactor.

Los PUFA son los componentes de un aceite de mayor sensibilidad a los agentes oxidantes exógenos (UV, temperatura, O₂) y endógenos (lipasas, lipooxigenasas); el mecanismo de degradación empieza con la liberación de ácidos grasos por la acción de las lipasas sobre los triglicéridos (22); en un segundo paso las lipooxigenasas provocan la oxidación de los ácidos grasos libres, éstas actuando como dioxigenasas sobre el ácido linoléico (ω -6) y linolénico (ω -3) principalmente, producen radicales libres y posteriormente hidroperóxidos en presencia de O₂ (23).

Buscando complementar el conocimiento del vegetal, se determinaron algunos índices farmacognósticos de extractos etanólicos obtenidos a partir de hojas y semillas de *P. volubilis*. No se observaron diferencias importantes entre ellos. La baja acidez revelada insinúa la presencia de componentes de naturaleza fenólica (flavonoides, taninos, fenilpropanoides, cumarinas, entre otros), los que a su vez explicarían, al menos en parte, la fluorescencia observada.

La presencia de estos fitocompuestos, específicamente flavonoides, se corroboró a través de ensayos a la gota confirmados por cromatografía de capa delgada (15). Además de flavonoides, el extracto etanólico de las hojas dejó ver cumarinas, iridiadas, antraquinonas y compuestos de naturaleza herpética y/o esterooidal. Diversas investigaciones se han realizado para probar los efectos de estos fitoconstituyentes como antiinflamatorios, antivirales o antialérgicos, y su papel protector frente a enfermedades cardiovasculares, cáncer y diversas patologías (24 - 26).

El reconocimiento de las propiedades físicas, químicas y microbiológicas de un extracto resultan de particular importancia a la hora de caracterizar un material vegetal, puesto que allí se obtiene valiosa información

TABLA 2

Índices farmacognósticos del extracto etanólico de hojas y semillas de *Plukenetia volubilis*.

Extracto	Semilla	Hojas
Prueba		
Acidez pHmétrica	5,65	5,90
Densidad (g/cm ³)	0,82 ± 0,004	0,81 ± 0,003
Absorción radiación UV (365nm)	Fluorescencia azul-violeta	Mayor Fluorescencia azul-violeta
Índice de refracción	1,36	1,36

para su uso en la elaboración de productos derivados. Así, la presencia de fenoles es anuncio de la capacidad antioxidante del vegetal estudiado, manifestada a través de su capacidad paraproteger al organismo del daño oxidativo, evitando de esta forma el desarrollo de cardiopatías, entre otras (27).

Actividad antioxidante ABTS-HRP

Sobre la base de los resultados mostrados en los apartes anteriores, se probó la capacidad antioxidante de *P. volúbilis* utilizando como modelo el 2,2'azinobis-(3-etilbenzotiazolin 6-ácido sulfónico (ABTS); se trata de un radical sintético elaborado para probar sistemas antioxidantes lipofílicos e hidrofílicos, frente a otros modelos presenta la ventaja de generarse directamente sin necesidad de que aparezca un radical intermediario. En nuestro trabajo, el catión radical se formó con el catalizador enzimático HRP, generando un cromóforo que pierde su color al estabilizarse cuando una molécula antioxidante le cede un protón (28).

En la tabla 3 se evidencia que la mayor contribución a la capacidad antioxidante total es derivada de la fracción liposoluble, representada en un 90% en las hojas y 0,2% en las raíces, en tanto que la fracción hidrosoluble de la planta sólo participa en un 9%. Los constituyentes de las hojas resultaron ser los mayores aportadores a esta actividad, con una participación del 97%. De lo anterior se deduce que la capacidad antioxidante del vegetal es derivada del conjunto de sus metabolitos, y no de un tipo en particular.

El avance de los conocimientos al igual que el desarrollo tecnológico, han incrementado el interés para estudiar una diversidad de vegetales por su capacidad antioxidante (29, 30). Hay que mencionar que los compuestos antioxidantes en un material vegetal pueden ser hidrosolubles, liposolubles, insolubles, o enlazados a las paredes celulares (31), los cuales pueden actuar interrumpiendo la cadena de radicales, cediendo un hidrógeno a un radical lipídico y quedando convertidos

en otro radical, aunque más estable que el primero. De esta forma, los antioxidantes en forma de radical son estables, no reaccionan con los lípidos sino con otras moléculas similares, generando un producto no radical o bien sufren una posterior oxidación, dando quinonas. Sólo los compuestos fenólicos que producen quinonas fácilmente pueden considerarse como antioxidantes de este tipo (32).

Extracción de lípidos y análisis de ácidos grasos

En la tabla 4 se observa el perfil lipídico de hojas, raíces y del aceite del vegetal bajo estudio, así como la concentración de β-caroteno contenido en este último. Es notorio que más del 90% del aceite está constituido por ácidos grasos insaturados, destacándose el linoléico (ω -6, 33,9%) y el alfa-linolénico (ω -3, 50,2%). Esta composición no sólo confirma lo sugerido por los índices de yodo y saponificación, sino que permite hacer énfasis sobre algunas observaciones de considerable importancia relacionadas con el futuro promisorio del aceite de Sacha. Así, el ácido ω -3 está distribuido en la naturaleza preferiblemente en aceites de pescado y en las membranas de los cloroplastos de hojas, en lugar de las semillas oleaginosas (33), éste ácido es precursor de eicosanoides por medio de reacciones de desaturación y elongación alternadas (34), lo que sugiere éste atributo metabólico en *P. volúbilis*.

Los resultados que muestra la tabla 4 también evidencian algunas semejanzas de interés, así el perfil lipídico de las hojas y el aceite muestran la presencia de compuestos de naturaleza esteroidal tales como el campesterol y Δ^5 -avenasterol, apareciendo en mayor abundancia en las hojas; algunos FA funcionales de estructura cíclica, tales como el estercúlico (8-(2-Octaciclopropen-1il) octanoico), malválico (7-(2-octil-1-ciclopropenil) heptanoico), cucúrbico (2-(3-hidroxi-2-pent-2-enilciclopentil) etanoico) y abiético (abieta-7,13-dien-18-oico) fueron comunes en hojas y raíces. A este tipo de compuestos se les ha reconocido capacidad para el

TABLA 3

Actividad antioxidante en *Plukenetia volúbilis L.*

EXTRACTO	mgEAA /100mL extracto
Actividad hidrofílica hojas PHA	1,258 \pm 0,007
Actividad lipofílica hojas PHO	15,180 \pm 0,008
Actividad hidrofílica raíces PRA	0,335 \pm 0,002
Actividad lipofílica raíces PRO	0,084 \pm 0,002

tratamiento de lesiones cutáneas, inhibición enzimática de membranas celulares, reguladores de la función de las células neuronales, actividad antimicrobiana y anti-neoplásica (35, 36).

CONCLUSIONES

Las determinaciones analíticas realizadas en este trabajo muestran a *Plukenetia volubilis* colectada en Ibagué-Tolima-Colombia, como una especie vegetal con perspectivas de ser utilizada como fuente oleaginosa por los altos rendimientos de aceite; a éste producto vegetal

comparable a otros de gran aceptación comercial por sus propiedades físicoquímicas y composicionales; a la semilla de la planta como la principal fuente oleífera, y al reactor de flujo forzado como el método extractivo con mayores perspectivas por el alto nivel de recuperación e inalterabilidad de las propiedades del aceite, el trabajo cobra mayor importancia cuando se considera el impacto de sus componentes grasos en la nutrición y/o en farmacología.

La capacidad antioxidante exhibida por *Plukenetia volubilis* estaría asociada fundamentalmente a los ácidos

TABLA 4

Composición de ácidos grasos de *Plukenetia volubilis*

Ácidos Grasos	Aceite Semilla	Extracto etanólico	
		Hojas	Raíces
		g/100g	
Palmítico	3,60	--	--
Esteárico	2,90	--	--
Oleico	8,50	--	--
Linoléico	33,90	3,20	1,10
Linolénico	50,20	8,20	0,90
Eicosenoico	0,32	--	--
Behénico	1,20	--	--
Abiético	--	2,20	4,30
Cucúrbico	--	2,50	3,30
7-oxo-octadecanoico	--	1,30	1,90
9,10-epoxi-11hidroxi-12-octadecenoico	--	2,30	--
9,12-nonadecadienoico	--	3,20	2,30
Acido Málvalico	--	5,60	7,60
Estercúlico	--	5,60	12,20
Colesterol	0,20	0,70	0,02
24-Methylene colesterol	0,08	0,08	0,08
Campesterol	6,10	6,10	3,60
Campestanol	0,40	0,40	0,20
Estigmasterol	27,10	2,10	12,20
Ergosterol	--	0,06	0,20
Ergostentriol	--	0,30	0,05
Ergostatrienol	--	0,25	--
Cholerosterol	0,70	--	--
β-Sitosterol	56,40	56,40	32,20
Sitostanol	0,80	0,80	0,20
β- caroteno	52,00	--	--

grasos monoinsaturados (ω -9), poliinsaturados (ω -3 y ω -6) y funcionales (malválico, estercúlico y abiético), terpenos, esteroides, β caroteno y clorofila; a lo que contribuirían los fitofenoles provenientes de sus hojas.

La variabilidad de éstos fitocompuestos presentes en la fracción hidrofílica de Sacha inchi, podrían tener efecto protector frente al daño oxidativo de las macromoléculas y se constituirían en una ventana para nuevas aplicaciones de la planta. Considerando el efecto conjunto que producen los esteroles y los PUFA, los resultados obtenidos en este trabajo hacen pensar que el aceite de Sacha inchi posee la capacidad de reducir el riesgo de dislipidemias.

No obstante, se requiere continuar con investigaciones para someter el aceite y extractos de la planta a ensayos biológicos rigurosos a fin de probar algunas de las propiedades farmacológicas potenciales insinuadas en este trabajo, e igualmente se debe probar la estabilidad oxidativa del aceite.

RESUMEN

A partir de extractos etanólicos de hojas y raíces de *Plukenetia volúbilis L.*, se evaluó la presencia de ácidos grasos omega (FA ω) y funcionales. El aceite de las semillas de la planta, extraído por Soxhlet y a través de un biorreactor, fue caracterizado físicamente, se le determinó el perfil lipídico mediante cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM) y, se evaluó el potencial antioxidante (ABTS-HRP). El análisis dejó ver que el aceite del vegetal contiene ácidos grasos poliinsaturados en una proporción mayor al 80%. Los extractos de hojas y raíces mostraron principalmente ácidos de tipo ciclo-propénico. Tanto los fitocompuestos como los ácidos grasos omega y funcionales parecen estar asociados con la actividad antioxidante de las hojas.

Palabras clave: *Plukenetia volúbilis L.*, ácidos grasos omega y funcionales, actividad antioxidante, sacha inchi, ácidos ciclo-propénicos.

Dirigir la correspondencia a:

Profesor
Jonh Jairo Mendez
Facultad de Agronomía
Programa de Ingeniería Agroindustrial
Universidad del Tolima, Colombia.
Barrio santa helena, Ibagué – Colombia
Teléfono: 057-8-2772039
E-mail: jmendez@ut.edu.co

BIBLIOGRAFÍA

1. Granados S. Quiles J. Gil A. Ramírez M. Lípidos de la dieta y cáncer. *Nutr Hospitalaria*. 2006; 21: 44-54.
2. Escué A. Determinació d' àcids grassos funcionalsitzats amb grups que contenen oxigen i amb grups ciclopàpènics mitjançant cromatografia de gasos-masses. Escola tècnica superior d' enginyeria agrària de Lleida., España, 2006.
3. Innis S. Dietary omega 3 fatty acids and the developing brain. *Brain Res* 2008; 1237: 35-43.
4. Koch T. Heller A. Benefits of ω -3 fatty acid in parenteral nutrition. *Clin Nutr Suppl* 2005; 1: 17-24.
5. Harris W. Poston C. Haddock K. Tissue n-3 and n-6 fatty acids and risk for coronary heart disease events. *Atherosclerosis*. 2007; 193: 1-10.
6. Reisser D. Gauthier N. Pance A. Jeannin J. Activity of lipids a studies in animal models and cancer patients. *Studies Natural Products Chem* 2003; 28: 517-58.
7. Maroon J. Bost J. ω -3 Fatty acids (fish oil) as an anti-inflammatory: an alternative to non steroid anti-inflammatory drugs for discogenic pain. *Surgical Neurol* 2006; 65: 326-31.
8. Chapman A. Meldrum B. Mendes E. Acute anticonvulsant activity of structural analogues of valproic acid and changes in brain GABA and aspartate content. *Life Sci* 2002; 32:2023-31.
9. Kolanowsky W. Possibilities of fish oil application for food products enrichment with omega-3 PUFA. *Internat J Food Sci Nutr* 1999; 50: 39-49.
10. Erastoa P. Griersona D. Afolayan A. Evaluation of antioxidant activity and the fatty acid profile of the leaves of *Vernonia amygdalina* growing in South Africa. *Food Chem* 2007; 104:636-42.
11. Gorriti A. Arroyo J. Toxicidad oral a 60 días del aceite de sacha inchi(*Plukenetia volubilis L.*) y linaza (*Linum usitatissimum L.*). *Rev Peruana Med Exp Salud Pública* 2010; 27:352-60.
12. Follegatti L. Piantino C. Grimaldi R. Cabral F. Supercritical CO₂ extraction of omega-3 rich oil from Sacha inchi (*Plukenetia volubilis L.*) seeds. *J Supercritical Fluids* 2009; 49: 323-9.
13. Gutiérrez L. Rosada L. Jiménez A. Chemical composition of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis L.*) seeds and characteristics of their lipid fraction. *Grasas aceites*. 2011; 62: 76-83.
14. Kallapa M. Hosamani. Ganjihal S. Unique occurrence of unusual fatty acids in *Ochroma africana* seed oil. *Industrial Crops and Products*. 2003; 18: 111-16.
15. Murillo E. Lombo O. Méndez J. Química y Funcionalidad Biológica de *Mollinedia racemosa* (Monimiaceae). *Información Tecnol* 2011; 22: 3-14.
16. Arnao M. Cano A. Acosta M. The hydrophilic and

- lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chemistry* 2001; 73:239-44.
17. FAO / OMS. CODEX Stan 19-1981, Norma del Codex para grasas y aceites comestibles no regulados por normas Individuales, Codex Alimentarius Official Standards, Canadá, 1999.
 18. Knothe G. Structure indices in FA Chemistry. How relevant is the iodine value? *JAACS*. 2002; 847-54.
 19. Timms R. Physical Properties of Oils and Mixtures of Oils. *JAACS* 1985; 62: 241-49.
 20. Willnecker A. Pramparo A. Estudio de la hidrogenación del aceite de jojoba. *Grasas y aceites*. 2009; 60: 48-54.
 21. Derksen J. Cuperus F. Kolster P. Renewable resources in coatings technology: a review. *Progress Organic Coatings* 1996; 27: 45-53.
 22. Zamora R. Hidalgo J. Alaiz M. alteraciones bioquímicas de los lípidos en alimentos vegetales I. Formación de hidroperóxidos lipídicos. *Grasas Aceites* 1991; 42: 155-62.
 23. Hidalgo J. Zamora R. Alaiz M. Modificaciones producidas en las proteínas alimentarias por su interacción con lípidos peroxidados. I. Química radicalaria de los ácidos grasos poliinsaturados. *Grasas aceites*. 1991; 42: 379-86.
 24. H Ortiz. W Sánchez. Murillo E. Méndez J. Potencial antioxidante de hojas y corteza de *Bauhinia kalbreyeri* harms contribución de sus flavonoides en esta actividad. *Tumbaga* 2009; 1: 43-58.
 25. Shyur L. Huang C. Lo C. Chiu C. Chen Y. Wang S. Chang S. Hepato protective phytocompounds from *Cryptomeria japonica* are potent modulators of inflammatory mediators. *Phytochem* 2008; 69:1348-58.
 26. Braga F. Bouzadab M. Fabrib R. Matosa M. Moreiraa F. Sciob E. Coimbra E. Antileishmanial and antifungal activity of plants used in traditional medicine in Brazil. *J Ethnopharmacol* 2007; 111: 396-402.
 27. Vissers M. Zock P. Katan M. Bioavailability and antioxidant effects of olive oil phenols in humans: a review. *Eur J Clin Nutr* 2004; 58: 955-65.
 28. Frei B. Higdon J. Antioxidant activity of tea polyphenols in vivo: evidence from animal studies. *J Nutr* 2003, 133:3275S-84S.
 29. Hinneburg I. Dorman H. Hiltunen R. Antioxidant activities of extracts from selected culinary herbs and spices. *Food Chem* 2006; 97: 122-9.
 30. Krishnaiah D. Sarbatly R. Nithyanandam R. A review of the antioxidant potential of medicinal plant species. *Food Bioproducts Proces* 2011, 89: 217-33.
 31. Allen, J. Hamilton, R. Rancidity in foods. An Aspen publication, Gaithersbug, 1999.
 32. Valenzuela A. Nieto S. Uauy R. Technological challenges to assess n-3 polyunsaturated fatty acids from marine oils for nutritional and pharmacological use. *Grasas Aceites*. 1993. 44; 39-46.
 33. Chikaraishi Y. Suzuki Y. Naraoka H. Hydrogen isotopic fractionations during desaturation and elongation associated with polyunsaturated fatty acid biosynthesis in marine macroalgae. *Phytochem* 2004, 65: 2293-300.
 34. Scarpelli D. Mitogenic activity of Sterculic Acid, a cyclopropenoid fatty acid. *J Science* 1974; 185: 958-60.
 35. Castro M. Bistra B. Shah P. Patel P. Mally P. Mishra R. Short chain fatty acids regulate tyrosine hydroxylase gene expression through a cAMP-dependent signaling pathway. *Molecular Brain Res* 2005, 142: 28-38.
 36. Micallef M. Garg M. Anti-inflammatory and cardio protective effects of n-3 polyunsaturated fatty acids and plant sterols in hyperlipidemic individuals. *Atherosclerosis* 2009, 204:476-82.