



CARACTERIZACIÓN DEL ACEITE DE LA SEMILLA DE SACHA INCHI (*plukenetia volubilis*) DEL CANTÓN SAN VICENTE, MANABÍ, ECUADOR, OBTENIDA MEDIANTE PROCESOS NO TÉRMICOS DE EXTRUSIÓN

CHARACTERIZATION OF SACHA INCHI SEED OIL (*plukenetia volubilis*) FROM "CANTON SAN VICENTE, MANABÍ, ECUADOR", OBTAINED BY NON-THERMAL EXTRUSION PROCESSES

Luis Eduardo Romero Hidalgo^{id}, Carlos Jefferson Valdiviezo Rogel^{id} y Stefanie Michelle Bonilla Bermeo^{id}

Facultad de Ingeniería Química, Universidad de Guayaquil. Av. Delta y Av. Kennedy Guayaquil, Ecuador.

*Autor para correspondencia: luis.romeroh@ug.edu.ec

Manuscrito recibido el 23 de enero de 2019. Aceptado, tras revisión, el 16 de julio de 2019. Publicado el 1 de septiembre de 2019.

Resumen

Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*) es una planta originaria de Perú. El fruto es una semilla oleaginosa la cual posee un alto contenido de ácidos grasos polinsaturados, en la cual se destaca el omega (α) 3 y 6. Para la extracción de este aceite se utilizó el método de compresión por extrusión, utilizando un tornillo sinfín lo que hace aumentar la presión de la masa, separando así el aceite contenido dentro de la semilla. Para esto, se utilizó un extractor experimental el cual fue adaptado y puesto en marcha para la obtención de este aceite, extrayéndolo a temperatura ambiente. Con la finalidad de establecer las características fisicoquímicas de la semilla se realizaron análisis de humedad, fibra, ceniza, grasa y proteína. Una vez extraído el aceite se calculó los rendimientos y se realizaron análisis de: índice de acidez, densidad relativa, índice de Yodo, índice de Peróxido y perfil de ácidos grasos. Estos resultados se compararon con análisis realizados al aceite de la misma especie, pero de diferentes zonas de cultivo del Perú, aceite de pescado y oliva, los cuales se los conoce por su alto contenido de ácidos grasos, dejando como resultado que el aceite de Sacha Inchi presenta un alto contenido de ácidos grasos polisaturados y que el método de extracción influye en la calidad del producto.

Palabras clave: Sacha Inchi, extrusión, índice de peróxido, ácido graso insaturado, índice de yodo.

Abstract

Sacha Inchi (*Plukenetia Volubilis*) (SI) is a plant native from Peru. The fruit of this plant is an oilseed than contains a high content of oil which is rich in unsaturated fatty acids (91.6%), being one of the seeds that contain this type of fat in higher percentage. For the extraction of this oil, the extrusion method was used, using an endless screw that allows the pressure increase in the dough, separating the oil contained in the seed. For this, an experimental extractor was adapted and put into operation to obtain this oil, extracting it at room temperature. To analyze the physicochemical characteristics of the seed, moisture, fiber, ash, fat and protein analyzes were conducted. Once the oil was obtained, the yields were calculated, and the following analyzes were performed: acid index, relative density, iodine value, peroxide index and fatty acid profile. Those results were compared with the analysis made to olive and fish oil, known for their high content of fatty acids, resulting that Sacha Inchi oil is better in both quality indexes, as in percentage of unsaturated fatty acids.

Keywords: Sacha Inchi, extrusion, peroxide index, unsaturated fatty acid, iodine index.

Forma sugerida de citar: Romero H., L.E., Valdiviezo R., C. y Bonilla R., S. (2019). Caracterización del aceite de la semilla de Sacha Inchi (*plukenetia volubilis*) del cantón San Vicente, Manabí, Ecuador, obtenida mediante procesos no térmicos de extrusión. *La Granja: Revista de Ciencias de la Vida*. Vol. 30(2):77-87. <http://doi.org/10.17163/lgr.n30.2019.07>.

IDs Orcid:

Luis Eduardo Romero Hidalgo: <https://orcid.org/0000-0002-2417-4836>

Carlos Jefferson Valdiviezo Rogel: <https://orcid.org/0000-0002-6550-9751>

Stefanie Michelle Bonilla Bermeo: <https://orcid.org/0000-0002-9391-3698>

1 Introducción

Sacha inchi (SI) (*Plukenetia volubilis* Linnaeus), conocido también como, maní silvestre, maní del Inca, maní sachá o montaña maní, es una planta oleaginosa que pertenece a la familia de las Euphorbiaceae. En un principio y hasta la actualidad ha sido cultivado en las tierras bajas de la amazonía peruana, y siendo plantado durante siglos por la población indígena, ha sido un componente de la dieta de varios grupos nativos de la región (Gutiérrez, Rosada y Jiménez, 2011; Chirinos y col., 2013). Según Muangrat, Veeraphong y Chantee, (2018) el porcentaje de obtención de este aceite prensado a 60 °C es 37,97%, el cual tiene un porcentaje aproximado de 92% de ácidos grasos poliinsaturados (AGP) como ácido alfa linoléico (18:3n-3, ácido α -linoléico) y ácido linoleico (18:2n-6, ácido linoleico) (Fanali y col., 2011; Cisneros y col., 2014). Este tipo de ácidos grasos presenta una o varias ligaduras entre sus carbonos, y dependiendo de su ubicación se los denomina α -3, 6 o 9 BADUI (Araujo-Dairiki, Chaves y Dairiki, 2018).

Estos ácidos grasos tienen efectos beneficiosos que incluyen la capacidad de disminuir los niveles de glicéridos, prevenir los trastornos cardiovasculares y una acción antitrombótica; además ciertos experimentos han demostrado que este aceite tiene una alta capacidad antioxidante, ayudando a reducir el daño del ADN debido a la oxidación (Takeyama y Fukushima, 2013). Últimamente el interés por estos nutrientes ha aumentado, demostrándose así que la ingesta de grasa depende de la calidad de esta, es decir del tipo de ácido graso predominante (Carrillo Fernández y col., 2011). De esta forma, el estudio del SI se convierte en un reto tanto como material oleaginoso y también por las funcionalidades biológicas que podrían derivar de su aceite y/o de sus extractos (T. y col., 2012).

Por otra parte, el consumo de aceite de oliva (AO) ha incrementado debido a los beneficios de los aceites vegetales por la composición del AO, el cual tiene en su interior una gran cantidad de ácidos grasos monoinsaturados, en particular ácido oleico. Además, de estar presentes el ácido α -linoléico (α -3) y ácido linoleico (α -6) los cuales son requeridos por el cuerpo humano y no puede sintetizar (Piscopo y col., 2016). Actualmente, el aceite de pescado en capsulas es comercializado globalmente debido a que es rico en ácidos grasos poliinsaturados

α -3 [40.91% según Paucar-Menacho y col., (2015)], ácido eicosapentaenoico (EPA) (20: 5, n-3) y ácido docosahexaenoico (DHA) (22: 6, n-3) (Tempel y col., 1990). Sin embargo, la contaminación ambiental ha provocado la acumulación de metales pesados y dioxinas en los peces, y debido a esto se cuestionan los beneficios de obtener ácidos grasos insaturados a partir de peces (Maurer y col., 2012).

Las personas que no pueden comer pescado diariamente o lo hacen con poca frecuencia pueden complementar su ingesta de ácidos grasos α -3 con aceites vegetales (Strobel, Jahreis y Kuhnt, 2012). Sin embargo, como estos ácidos grasos se oxidan fácilmente a altas temperaturas, sus potenciales aplicaciones son limitadas. Como tal, el análisis de nuevas fuentes de ácidos grasos α -3, sería extremadamente beneficioso desde el punto de vista de la salud humana (Takeyama y Fukushima, 2013).

El objetivo de este estudio es extraer el aceite de SI por un prensado en frío y realizar su caracterización para luego poder comparar los aceites ricos en ácidos grasos insaturados, como son el aceite de pescado y el aceite de oliva.

2 Materiales y métodos

2.1 Proceso de obtención del aceite

Las semillas de SI (*Plukenetia volubilis* Linnaeus) procedentes del cantón San Vicente, Manabí, Ecuador, una vez cultivadas se almacenaron herméticamente, luego se procedió a extraer la cascara de la semilla de forma manual y dejarla lista para su análisis y procesos de extracción. Finalmente, para separar la masa seca no lipídica de la parte oleosa se usó un extrusor de marca "Piteba" de origen holandés, en el cual su limitación radica en el uso semillas con contenido de grasas totales de más del 25% de peso bruto. Según Fanali y col., (2011) la presencia de aceite en la semilla de SI es entre el 37% al 47%. Esta extracción se realizó a temperatura ambiente, con la finalidad de generar el menor impacto posible a las estructuras insaturadas de los ácidos grasos. Una vez extraído el aceite crudo, el cual presenta sólidos en suspensión debido a que durante el proceso de extrusión ciertas partículas de material sólido son retenidas, se deja reposar unas horas en un recipiente debidamente sellado y sin luz para evitar la oxidación acelerada del mismo; una vez separadas las dos fases (sólida de la seca) se procede a la fil-

tracción de la primera capa con papel filtro estándar, como se aprecia en la Figura 1. dejando así el aceite listo para su almacenamiento

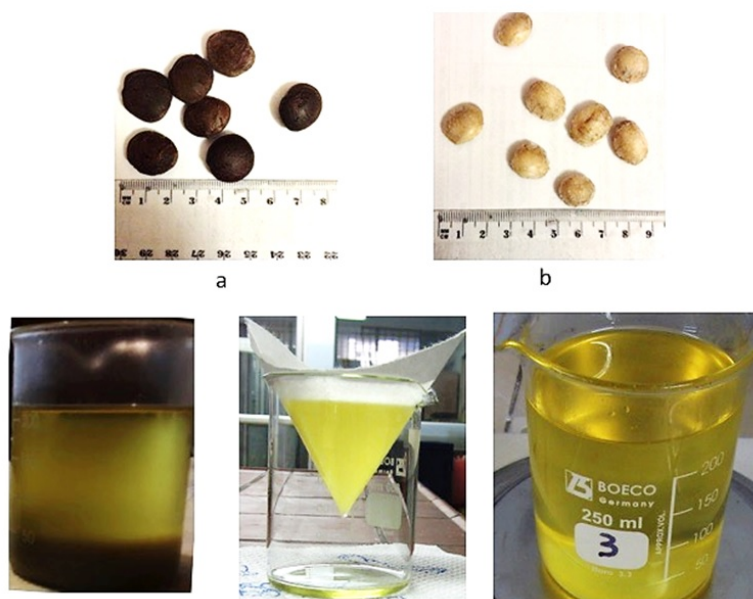


Figura 1. a) Semilla de SI con cascara. b) Semilla de SI sin cascara. c) Producto obtenido después de la extrusión. d) Filtrado del aceite.

2.1.1 Análisis físico químico de la semilla de Sacha Inchi

Cada ensayo se realizó siguiendo los parámetros de la Official Methods of Analysis of AOAC International y de la American Oil Chemists' Society (AOCS). En el caso de necesitar pesar una muestra se usó una balanza AE Adam de máxima capacidad 1000 gramos, la cual estaba debidamente calibrada.

2.1.2 Porcentaje de humedad

Siguiendo los lineamientos del método AOCS-94 Cde 13a-63 se pesaron aproximadamente 5 gramos, luego se llevaron a una estufa Thermo Fisher Scientific por aproximadamente 5 horas a 110 °C para luego volver a ser pesadas. Mediante la Ecuación (1) determinó el porcentaje de humedad existente en la muestra.

$$\% \text{Humedad} = \left(1 - \frac{\text{Peso de muestra seca}(g)}{\text{Peso de muestra húmeda}(g)} \right) * 100 \quad (1)$$

2.1.3 Determinación de grasa

Para este tipo de análisis se siguió el método AOAC 18th 922.06 en el cual se pesaron 2 gramos de la muestra posterior a la extracción la humedad, y mediante la extracción soxhlet se separó la grasa cruda de la muestra y posteriormente se pesó la misma, y utilizando la Ecuación (2) se determinó el porcentaje de grasa total de la muestra.

$$\% \text{Grasa} = \frac{\text{Peso de grasa obtenida}(g)}{\text{Peso de la muestra de semilla}(g)} * 100 \quad (2)$$

2.1.4 Porcentaje de fibra cruda y ceniza

Para la determinación de fibra se siguieron los parámetros del método AOAC, 2005, 962.09 usando ácido sulfúrico diluido al 1,25%, solución de hidróxido de sodio al 1,25%, alcohol etílico al 95% y éter de petróleo. El porcentaje de ceniza se determinó por el método AOCS-94 Ba 5-4 en el cual se usó una mufla Thermo scientific Lindbergh blue m.

2.1.5 Porcentaje de proteína

Para este tipo de ensayo se utilizó un analizador Flash 2000 de marca Thermo Fisher Scientific, en el cual se pesó 1 miligramo de la muestra y se llevó a la entrada del instrumento, luego se combusionó alrededor de 900°C y posteriormente se realizó una columna en forma de serpentín y finalmente se detectaron por un Detector de Conductividad Térmica (TCD), el cual automáticamente brinda los datos de porcentaje de proteína.

2.2 Análisis físico químico del aceite

Para estos análisis también se utilizaron los lineamientos descritos en el punto 2.1. En el caso de necesitar pesar una muestra se usó una balanza AE Adam de máxima capacidad 1000 gramos, la cual estaba debidamente calibrada.

2.3 Índice de acidez libre

De conformidad con el método AOCS-94 Cd 3a-63, este se realizó por titulación directa; se pesaron 10 gramos de la muestra de aceite en un Erlenmeyer y se añadieron 50 ml de alcohol etílico, luego se agregaron alrededor de 3 gotas de indicador fenolftaleína. Posteriormente se tituló con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0,1 N hasta observar el cambio de color a rosa. Finalmente se realizó el cálculo con la Ecuación (3). Donde IA es el índice de acidez, V es el volumen en ml de la solución de NaOH valorada utilizados para neutralizar los ácidos grasos libres de la muestra, N es la concentración normal de NaOH y W el peso en gramos de la muestra de aceite.

$$IA = \frac{V * N * 56,1}{W} \quad (3)$$

2.3.1 Determinación de densidad relativa

Para este análisis se usó el método AOAC-90 920-212. En una probeta debidamente tarada se colocan 100 ml de la muestra de aceite y luego se pesó esta cantidad para así obtener el resultado con la Ecuación (4) obteniendo el mismo en las unidades de gr/ml.

$$\%Densidad\ relativa = \frac{\text{Peso del aceite}(g)}{100\ ml} \quad (4)$$

2.3.2 Índice de peróxido

Siguiendo los lineamientos del método AOAC-90 965-33, primero se pesaron dos gramos de la muestra de aceite, luego se añadieron 24 ml de solución 1:3 cloroformo-ácido acético, posteriormente se añadieron 0,4 ml de solución yoduro de potasio y 24 ml de agua destilada, se valoró la solución de tiosulfato de sodio con permanganato de potasio al 0,01 N y se continuó con la titulación hasta que desapareció el color azul. Se calculó el índice de peróxido con la Ecuación (5) y el resultado arroja miliequivalentes de oxígeno activo por kilogramos de grasa. Donde IP es el índice de peróxido, V son los mililitros de solución valorada de tiosulfato de sodio empleados en el ensayo, V' son los mililitros de solución valorada de tiosulfato de sodio consumidos en el blanco, N es la normalidad de la disolución de tiosulfato de sodio y P es el peso en gramos de la muestra. Simultáneamente se realizó un blanco realizando el mismo procedimiento con agua.

$$IP = \frac{(V - V') * N * 1000}{P} \quad (5)$$

Este ensayo se realizó durante 13 días con el propósito de estudiar el avance de la oxidación de este aceite a la intemperie, temperatura ambiente y a la exposición a la luz. Los análisis se llevaron a cabo en los días 1-4-6-8-11-13. Se utilizaron barras de error como método de análisis estadístico.

2.3.3 Índice de Yodo

La medición de este parámetro se realizó de acuerdo a los parámetros establecidos en el método AOAC-90 920-159. Primero se pesó 0,1 g de aceite de SI en un Erlenmeyer de 250 ml, el aceite se disolvió en 10 ml de cloroformo y 10 ml de la solución de Wijs, luego se dejó reposar 30 minutos en la oscuridad agitándolo ocasionalmente, posteriormente se añadieron 5 ml de solución de yoduro de potasio al 15%, se agitó vigorosamente y se añadieron 100 ml de agua recién hervida y enfriada, lavando cualquier residuo de la solución existente en los bordes.

Finalmente se tituló con tiosulfato de sodio 0,1 N y se empleó almidón como indicador. Paralelamente se realizó un análisis de una muestra en blanco. El cálculo del índice de yodo se realizó con la Ecuación (6). En el cual V_s son los mililitros de tiosulfato de sodio usados en el blanco, V_m son los mililitros

de tiosulfato de sodio usados en la muestra y N es la normalidad del tiosulfato de sodio.

$$\text{Índice de Yodo} = \frac{(V_s - V_m) * N * 12,67}{\text{peso de la muestra}} \quad (6)$$

2.4 Perfil de ácidos grasos

Se realizó de acuerdo con el procedimiento AOCS Ce 1B-89 usando un cromatógrafo de gases de marca TRACE 1310 Mainframe con una columna capilar TraceTM TR-FAME 260M137P (25m x 0,32mm x 0.25um). Las condiciones de trabajo se realizaron según describe en Wang y Kakuda, (2018).

2.5 Análisis estadístico

Para los análisis fisicoquímicos de la semilla y el aceite se hicieron tres repeticiones de cada uno, y se obtuvieron las medias con sus respectivas desviaciones estándar. Además, se hizo un análisis estadístico usando la prueba ANOVA de Tukey usando el programa de Real Statistics para determinar las posibles diferencias significativas a nivel $p < 0,05$. Para la elaboración de gráficos se utilizó el software 'R'.

3 Resultados y Discusión

3.1 Rendimientos en la extracción del aceite de la semilla de Sacha Inchi

Como se aprecia en la Tabla 1, se puede observar que tomando 1000 gramos de semilla de SI se pierde gran cantidad de este peso total en la cascara, por lo cual se tomará el peso de la semilla sin cascara como base de cálculo para los demás parámetros. La masa seca (residuo de la extracción) obtenida después de la extracción (68,08%) arroja un valor muy alto, por lo cual representa un porcentaje muy importante ya que se puede usar posteriormente. El porcentaje de rendimiento de aceite que se observa en la Tabla 1 es de 26,92 %, el cual comparado con los resultados obtenidos por Muangrat, Veerapong y Chantee, (2018) quien obtuvo rendimientos

3.3.2 Densidad relativa

El resultado de este parámetro en la Tabla 3 arroja un valor de 0,91, el cual demuestra que este aceite

de aceite entre 37,97% a 40,63%, se evidencia que el rendimiento en este estudio fue menor, debido a que durante la extracción del aceite no se elevó la temperatura en esta investigación.

3.2 Análisis fisicoquímico de la semilla de Sacha Inchi

Como se puede observar en la Tabla 2, esta semilla contiene un alto contenido de aceite: 42,0% el cual según Wang y Kakuda, (2018) se encuentra en el rango estimado (33,4% - 54,3%). La cantidad de proteína: 29,78%, da a entender que esta semilla después de haber extraído el aceite quedará con un remanente de proteína muy alto. El porcentaje de ceniza es de 2,9% que es un poco menor según lo reportado por Gutiérrez, Rosada y Jiménez, (2011) el cual obtuvo un porcentaje de 4%. La cantidad de humedad es relativamente baja: 6,72% ya que se trata de un fruto seco, según James, (1995) se encuentra dentro del rango 0-10% para procesamiento y almacenamiento sin degradación de microorganismos a los triacilglicéridos. La cantidad de fibra obtenida en este estudio fue de 18% en base seca, el cual es mayor al reportado por Muangrat, Veerapong y Chantee, (2018), quien obtuvo un porcentaje de 13,86% en base seca.

3.3 Análisis físico químico del aceite de la semilla de Sacha Inchi

3.3.1 Índice de Acidez

Según se observa en la Tabla 3, el índice de acidez de este aceite es 0,38 mg KOH/g. Según FAO/OMS, (2015) no debe ser mayor a 4 mg NaOH/g para aceites vegetales prensados en frío. La baja acidez de este ácido refleja la escasa refinación y la buena calidad del aceite de SI, en comparación con el aceite de oliva que según Paucar-Menacho y col., (2015) tiene un valor de 1,14 mg NaOH/g, y el aceite de pescado que según Nascimento V. y col., (2015) tiene un valor de 11,72 mg NaOH/g, se puede corroborar la buena calidad de este aceite.

es ligero. Según Gutiérrez, Rosada y Jiménez, (2011) esto se debe a la cantidad de ácidos grasos insaturados presentes en el mismo, comparándolo con el

Tabla 1. Rendimientos en la obtención del aceite de la semilla de SI.

Aceite obtenido (% p/p)	Sedimentos (% p/p)	Residuo de semilla (% p/p)	Semilla sin cáscara (g)	Cáscara (g)	Semilla con cáscara (g)
26,93 ± 1,67	3,8 ± 0,18	68,08 ± 7,46	653,17 ± 13,83	347,2 ± 14,4	1000,3 ± 0,6

aceite de oliva que según Paucar-Menacho y col., (2015) da un valor de 0,9252, existiendo una similitud entre estos dos aceites debido a la alta insaturación en ambos.

Tabla 2. Características fisicoquímicas de la semilla de SI

Característica	Semilla de SI
Humedad	6,72 ± 0,1
Grasa	42,03 ± 0,2
Ceniza	2,9 ± 0,025
Fibra	18,0 ± 0,095
Proteína	29,78 ± 1,6

3.3.3 Índice de Yodo

Según Muangrat, Veeraphong y Chantee, (2018), esta característica del aceite está relacionada con el grado de insaturación del mismo, que como se puede observar en la Tabla 3 arroja un valor de 192,5 I₂/100g. Haciendo una comparación según lo re-

portado por Paucar-Menacho y col., (2015) para el aceite de oliva (56,15 g I₂/100 g) y por Nascimento V. y col., (2015) para el aceite de pescado (93,92 g I₂/100 g), demuestra un valor muy alto en el índice de yodo para el aceite de SI, reflejando así que este aceite tiene una mayor insaturación en comparación a los otros dos aceites.

Tabla 3. Características físicoquímicas del aceite de SI

Propiedad	Tipo de aceite		
	Sacha Inchi	Oliva	Pescado ³
Índice de acidez (mg KOH/g)	0,38 ± 0,02	1,14 ± 0,037 ¹	11,72 ± 0,1
Densidad relativa	0,91	0,9252 ± 0,0014 ¹	N/D
Índice de peróxido (m-eq O ₂ /Kg)	5,81 ± 0,5	6,91 ± 3,44 ²	7,22 ± 1,1
Índice de Yodo (I ₂ /100g)	192,5 ± 0,7	56,15 ± 0,14 ¹	93,92 ± 0,7

¹(Paucar-Menacho y col., 2015), ²(Piscopo y col., 2016), ³(Nascimento V. y col., 2015).

3.3.4 Índice de peróxido

Según indica Cebi y col., (2017) este ensayo mide directamente la concentración de hidropéroxido, que es el resultado del producto de oxidación primario en la oxidación de productos, que según FAO/OMS, (2015) no debe de exceder de 10 mili-

equivalentes de peróxido de oxígeno / kg en el caso de aceites vegetales y de origen animal. El resultado obtenido en este estudio fue de 5,81 m-eq O₂/Kg, el cual arroja un valor menor en comparación al aceite de oliva con un valor de 6,91 m-eq O₂/Kg según Piscopo y col., (2016), y con el aceite de pescado con un valor de 7,22 m-eq O₂/Kg según Nascimento V.

y col., (2015).

Para conocer que tan vulnerable es el aceite de SI a la oxidación se realizaron los procedimientos descritos en el punto 2.2.3 a temperatura ambiente (25°C), dando como resultado que este aceite es sensible a desarrollar rancidez si está expuesto prolongadamente a la luz y a la intemperie. Según lo reportado por Takeyama y Fukushima, (2013) quienes expusieron el aceite a una radiación UV de 300 nm por 15 días y obtuvieron un incremento de la oxi-

dación del mismo, llegando a valores de 250 m-eq O_2/Kg . Según lo reportado por Maurer y col., (2012) quienes obtuvieron un valor de 100 m-eq O_2/Kg a 65°C durante 15 días, que es muy diferente en comparación al análisis realizado en esta investigación, el cual fue llevado a cabo a 25°C (16 m-eq O_2/Kg durante 15 días). Todos estos resultados indican que este aceite tiene una gran sensibilidad a la oxidación debido a la exposición a la luz ultravioleta y a la temperatura.

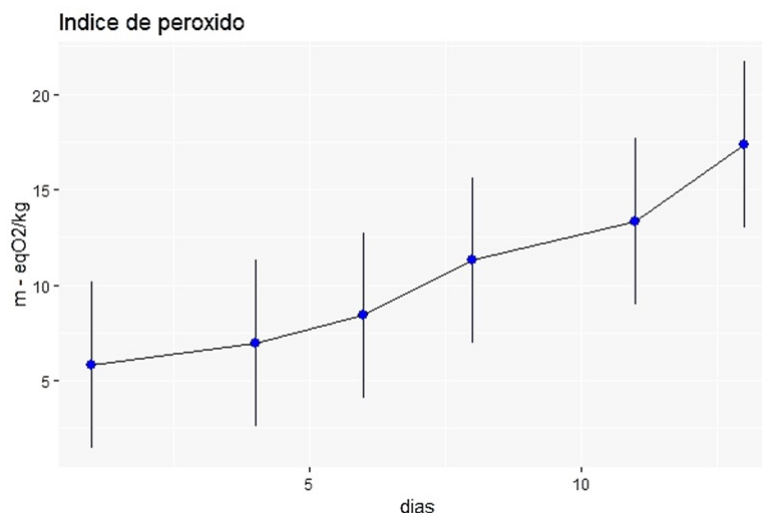


Figura 2. Índice de oxidación (m-eq O_2/Kg) vs tiempo (días).

3.4 Perfil de ácidos grasos

El perfil de ácidos grasos se puede observar en la Tabla 4. En los tres aceites se puede apreciar el alto contenido de ácidos grasos insaturados, siendo el más alto el de SI (90,63%) muy parecido al reportado por Fanali y col., (2011) quienes obtuvieron un valor de 92%. Dentro de ellos el ácido linolénico α -3 (38,84%) es el de mayor presencia, el cual ayuda a disminuir el riesgo de enfermedades cardiovasculares en seres humanos (Araujo-Dairiki, Chaves y Dairiki, 2018). El ácido graso linoleico α -6 es el segundo con mayor porcentaje dentro del aceite de SI (34,67%), el cual contribuye a la prevención de enfermedades inflamatorias (Saiki y col., 2017) y disminuye la grasa corporal en niños (Racine y col., 2010). Además, comparando con los valores obtenidos en este ensayo con los brindados por Cisneros y col., (2014), se observa que existe una pequeña

diferencia en la composición de ácidos grasos, llegando a valores más altos en el ácido linolénico α -3 (48,2%) y decreciendo en el ácido oleico α -9 (8,9%). En el ácido linoleico α -6 no existe diferencia significativa.

Según Romero Aroca, (2011) el aceite de oliva tiene un porcentaje total de saturados del 15,88% y para insaturados tiene un porcentaje total del 83,92%, recalcando que el ácido oleico α -9 es el de mayor presencia en este tipo de aceites, obteniendo un porcentaje de 71,22%, el cual es estable a la oxidación debido a que es un ácido graso con solo un doble enlace (Paucar-Menacho y col., 2015). Según Paucar-Menacho y col., (2015) el perfil de ácidos grasos del aceite de pescado tiene un porcentaje total de saturados de 37,42% y para insaturados tiene un porcentaje total del 62,58%. Cabe recalcar que el ácido linolénico α -3 es el de mayor presencia en

este tipo de aceite, alcanzando un 40,91 %.

Realizando una comparación entre estos tres aceites se puede observar que el aceite de SI brinda una mayor cantidad de ácidos grasos insaturados, los cuales difieren en la cantidad entre ácido linolénico α -3, linoleico α -6 y oleico α -9, siendo los dos primeros los de mayor presencia. Se puede afirmar

que el aceite de SI tiene un efecto beneficioso para la salud, reduciendo la cantidad de triglicéridos en la sangre, pudiendo de ayuda en el control de ciertas enfermedades como la diabetes mellitus, la obesidad y sirviendo también como posibles agentes citotóxicos para ciertas células tumorales (Rodríguez-Cruz y col., 2005).

Tabla 4. Perfil de ácidos grasos de los aceites.

Perfil de ácidos grasos				
Composición de ácido graso	Sacha Inchi(%)	Sacha Inchi(%) ¹	Oliva(%) ²	Pescado(%) ³
C14:0	N.D	N.D	N.D	10,22
C16:0	5,44	4,7	13,56	22,8
C16:1	N.D	N.D	1,43	10,54
C17:0	N.D	N.D	242	0,85
C18:0	3,94	3,3	1,86	4,4
C18:1	17,12	8,9	71,22	9,62
C18:2	34,67	34,1	10,13	1,51
C18:3	38,84	48,2	618	0,99
C20:0	N.D	N.D	356	N.D
C20:5n3	N.D	N.D	N.D	20,28
C22:6n3	N.D	N.D	N.D	19,64
C20:1	N.D	N.D	284	2,56
C20:2	N.D	N.D	102	N.D
C22:1	N.D	N.D	N.D	1,62
Total α -3	38,84	48,2	618	40,91
Total α -6	34,67	34,1	10,13	1,51
Total α -9	17,12	8,9	71,22	9,62
Total Saturados	9,38	8	15,88	37,42
Total Insaturados	90,63	91,2	83,92	62,58
Total mono insaturados	17,12	8,9	73,17	20,16
Total Poli insaturados	73,51	82,3	10,75	42,42

¹ (Cisneros y col., 2014), ² (Romero Aroca, 2011), ³ (Paucar-Menacho y col., 2015).

4 Conclusiones

El porcentaje de extracción de aceite por extrusión (26,92%) comparado al obtenido en los análisis físicoquímicos (42,03%) demuestra que este método de extracción tiene un rendimiento bajo, teniendo como alternativa otros tipos de extracción para obtener más aceite. La semilla de SI tiene un alto contenido de aceite en su interior, y gracias a los estudios realizados en este ensayo se logró determinar que contiene un alto contenido de ácidos grasos insaturados (90,63%), comparándolo con los resultados obtenidos con semillas provenientes de Perú,

se observa una ligera varianza en los ácidos grasos linolénico (9,36% de diferencia) y oleico (8,22% de diferencia), llegando a concluir que la composición de ácidos grasos poliinsaturados y monoinsaturados varía dependiendo de la procedencia de la semilla.

Al compararlo con los aceites de oliva y pescado los cuales comúnmente se conocen por su alto nivel de insaturación, se observa que este tiene un nivel más alto de ácidos grasos poliinsaturados: 62,76% de diferencia en comparación con el aceite de oliva y 31,09% de diferencia en comparación con el aceite

de pescado. Sin embargo, el aceite de oliva es rico en ácido oleico α -9 y el aceite de pescado en ácido linolénico α -3, los cuales son beneficiosos dependiendo de la necesidad del consumidor.

Al realizar un análisis fisicoquímico de los tres aceites se pudo determinar que la calidad del aceite de SI es mayor en comparación a los otros dos aceites, al ser un producto menos procesado y más ligero. Debido al alto contenido de proteína presente en el aceite de SI, se recomienda realizar un estudio posterior para obtener un posible producto a partir del residuo después de la extracción de aceite.

Referencias

- Araujo-Dairiki, T., F. Chaves y J. Dairiki (2018). «Seeds of sacha inchi (*Plukenetia volubilis*, Euphorbiaceae) as a feed ingredient for juvenile tambaqui, *Colossoma macropomum*, and matrinxã, *Brycon amazonicus* (Characidae)». En: *Acta Amazonica* 48.1, 32-37. Online: <https://bit.ly/2YTCzL4>.
- Carrillo Fernández, L. y col. (2011). «Grasas de la dieta y salud cardiovascular». En: *Clínica e Investigación en Arteriosclerosis* 23, 1-36. Online: <https://bit.ly/2KnftZl>.
- Cebi, N. y col. (2017). «Prediction of peroxide value in omega-3 rich microalgae oil by ATR-FTIR spectroscopy combined with chemometrics». En: *Food chemistry* 225, 188-196. Online: <https://bit.ly/2YzxyMG>.
- Chirinos, R. y col. (2013). «Sacha inchi (*Plukenetia volubilis*): a seed source of polyunsaturated fatty acids, tocopherols, phytosterols, phenolic compounds and antioxidant capacity». En: *Food chemistry* 141.3, 1732-1739. Online: <https://bit.ly/2ZLntsC>.
- Cisneros, F. y col. (2014). «Chemical composition, oxidative stability and antioxidant capacity of oil extracted from roasted seeds of Sacha-Inchi (*Plukenetia volubilis* L.)». En: *Journal of agricultural and food chemistry* 62.22, 5191-5197. Online: <https://bit.ly/2ZHDkrV>.
- FAO/OMS (2015). «Norma para aceites vegetales especificados, Codex Alimentarius.» En: *Normas internacionales de los alimentos*, 1-14. Online: <https://bit.ly/2M79PN9>.
- Fanali, C. y col. (2011). «Chemical characterization of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil». En: *Journal of agricultural and food chemistry* 59.24, 13043-13049. Online: <https://bit.ly/2KIW1Mw>.
- Gutiérrez, L., L. Rosada y A. Jiménez (2011). «Chemical composition of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds and characteristics of their lipid fraction». En: *Grasas y aceites* 62.1, 76-83. Online: <https://bit.ly/2yKSWPs>.
- James, C. (1995). *Analytical Chemistry of Foods*. Vol. Online: <https://bit.ly/2GVhR7E>. New York: Chapman y Hall publishers.
- Maurer, N. y col. (2012). «Characterization and authentication of a novel vegetable source of omega-3 fatty acids, sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil». En: *Food chemistry* 134.2, 1173-1180. Online: <https://bit.ly/2GT985G>.
- Muangrat, R., P. Veeraphong y N. Chantee (2018). «Screw press extraction of Sacha inchi seeds: Oil yield and its chemical composition and antioxidant properties». En: *Journal of food processing and preservation* 42.6, 1-10. Online: <https://bit.ly/2GTgiqG>.
- Nascimento V., L.V. y col. (2015). «Characterization of a hydrolyzed oil obtained from fish waste for nutraceutical application». En: *Food Science and Technology* 35.2, 321-325. Online: <https://bit.ly/2GWTyWK>.
- Paucar-Menacho, L. M. y col. (2015). «Comparative study of physical-chemical features of sacha inchi oil (*Plukenetia volubilis* L.), olive oil (*Olea europaea*) and fish oil». En: *Scientia agropecuaria* 6.4, 279-290. Online: <https://bit.ly/2MOWYDw>.
- Piscopo, A. y col. (2016). «Characterization of monovarietal olive oils obtained from mills of Calabria region (Southern Italy)». En: *Food chemistry* 213, 313-318. Online: <https://bit.ly/2YULHPE>.
- Racine, N.M. y col. (2010). «Effect of conjugated linoleic acid on body fat accretion in overweight or obese children». En: *The American journal of clinical nutrition* 91.5, 1157-1164. Online: <https://bit.ly/2TemiPX>.
- Rodríguez-Cruz, Maricela y col. (2005). «Mecanismos moleculares de acción de los ácidos grasos poliinsaturados y sus beneficios en la salud». En: *Revista de investigación clínica* 57.3, 457-472. Online: <https://bit.ly/2MOjc40>.
- Romero Aroca, A.J. (2011). «Caracterización y diferenciación de los aceites vírgenes de oliva de la comarca del Priorat (Tarragona) dentro del mercado global de aceites de la varie-

- dad'Arbequina'». Tesis doct. Online:<https://bit.ly/2YwJqyV>: Universitat de Lleida.
- Saiki, P. y col. (2017). «The anti-inflammatory effect of *Agaricus brasiliensis* is partly due to its linoleic acid content». En: *Food & function* 8.11, 4150-4158. Online:<https://rsc.li/2yNoXXb>.
- Strobel, C., G. Jahreis y K. Kuhnt (2012). «Survey of n-3 and n-6 polyunsaturated fatty acids in fish and fish products». En: *Lipids in Health and Disease* 11.1, 144. Online:<https://bit.ly/2YUifgN>.
- T., D. L. Castaño y col. (2012). «Fatty acid composition of Inca peanut (*Plukenetia volubilis* linneo) and its relationship with vegetal bioactivity». En: *Revista Chilena de Nutrición* 39.1, 45-52. Online:<https://bit.ly/31rIJE8>.
- Takeyama, E. y M. Fukushima (2013). «Physicochemical properties of *Plukenetia volubilis* L. seeds and oxidative stability of cold-pressed oil (green nut oil)». En: *Food Science and Technology Research* 19.5, 875-882. Online:<https://bit.ly/2KCNfjf>.
- Tempel, H. van der y col. (1990). «Effects of fish oil supplementation in rheumatoid arthritis.» En: *Annals of the rheumatic diseases* 49.2, 76-80. Online:<https://bit.ly/2TgXW7X>.
- Wang S.; Zhu, F. y Yukio Kakuda (2018). «Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.): Nutritional composition, biological activity, and uses». En: *Food chemistry* 265, 316-328. Online:<https://bit.ly/2GTbrpm>.