

INVESTIGACIÓN

Análisis del perfil de ácidos grasos y propiedades fisicoquímicas del aceite de palma de mil pesos (*Oenocarpus Bataua*)

DOI: 10.17533/udea.penh.v22n2a05

PERSPECTIVAS EN NUTRICIÓN HUMANA

ISSN 0124-4108

Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia. Medellín, Colombia
Vol. 22 N.º 2, julio-diciembre de 2020, pp. 175-188.

Artículo recibido: 6 de julio de 2020

Aprobado: 6 de octubre de 2020

José Antonio Chaves Yela¹; Diana Paola Ortiz Tobar^{2*}; Etthy Melissa Bahos Ordoñez³;
Gabriela Andrea Ordoñez Forero⁴; Diana Carolina Villota Padilla⁵

Resumen

Antecedentes: la palma de mil pesos (*Oenocarpus bataua*) es una especie promisoría, tanto por sus frutos ricos en aceite de excelente condición como por su especial adaptación a suelos pobres. **Objetivo:** analizar el perfil de ácidos grasos y propiedades fisicoquímicas del aceite de palma de mil pesos. **Materiales y métodos:** se analizaron las propiedades fisicoquímicas, el porcentaje de saturación con técnicas del AOAC y el perfil de ácidos grasos mediante cromatografía líquida de gases con detector de ionización de llama (CG-FID). **Resultados:** el aceite analizado tiene un perfil de ácidos grasos parecido al del aceite de oliva, con la siguiente distribución porcentual de ácidos grasos: palmítico (11,9±1,1), oleico (76,1±1), linoleico (3±0,4), α -linolénico (1,9±0,3), con predominio de grasas monoinsaturadas (77,0±1,0 %), moderado aporte de saturadas (18,1±1,2 %) y bajo de poliinsaturadas (4,9±0,6 %), esto último sería la única limitante para utilizarlo como única fuente de grasa para la preparación de alimentos, por lo demás cumple con la norma colombiana para el aceite de palma alto oleico en cuanto al perfil de ácidos grasos y sus características físicoquímicas. **Conclusiones:** el aceite estudiado es potencialmente comercializable para el consumo humano y tiene beneficios para la salud cardiovascular de los consumidores.

1 Esp. Epidemiología, Ing. Alimentos, Docente TC Universidad Mariana, San Juan de Pasto, Colombia. joseanchyela@gmail.com.
jcyela@umariana.edu.co

2* Autor de correspondencia. Ing. Agroindustrial. Docente TC Universidad Mariana, San Juan de Pasto, Colombia. ingdianaportiz@gmail.com
dortizt@umariana.edu.co

3 Nutricionista Dietista. Mocoa, Colombia. ebahos4@gmail.com

4 Nutricionista Dietista. Pasto, Colombia. gabrielaordonezf@gmail.com

5 Nutricionista Dietista regional Nariño, Instituto Colombiano de Bienestar Familiar (ICBF) Pasto, Colombia. dianacarolinavillotapadilla@gmail.com.

Cómo citar este artículo: Chaves-Yela JA, Ortiz-Tobar DP, Bahos-Ordoñez EM, Ordoñez-Forero GA, Villota-Padilla DC. Análisis del perfil de ácidos grasos y propiedades fisicoquímicas del aceite de palma de mil pesos (*Oenocarpus Bataua*). *Perspect Nutr Humana*. 2020; 22:175-88. DOI: 10.17533/udea.penh.v22n2a05



Palabras clave: vegetales, grasas, grasa alimentaria, ácido oleico, propiedades físicas, ácidos grasos, aceite de palma, *Oenocarpus Bataua*.

Analysis of the Fatty Acid Profile and Physicochemical Properties of Oil from the Thousand Peso Palm (*Oenocarpus Bataua*)

Abstract

Background: The thousand peso palm tree (*Oenocarpus bataua*) is a promising species, both for its oil-rich fruits of excellent properties and for its unique adaptation to poor soils. **Objective:** Analyze the fatty acid profile and physicochemical properties of oil from the thousand peso palm tree. **Materials and Methods:** The physicochemical properties and the percentage of saturation were found using AOAC techniques, and the fatty acid profile was analyzed by liquid gas chromatography with flame ionization detector (GC-FID). **Results:** The oil analyzed had a fatty acid profile similar to olive oil, with the following percentage distribution of fatty acids: palmitic (11.9 ± 1.1), oleic (76.1 ± 1), linoleic (3 ± 0.4), α -linolenic (1.9 ± 0.3), with a predominance of monounsaturated fats ($77.0 \pm 1.0\%$), moderate contribution of saturated ($18.1 \pm 1.2\%$) and low polyunsaturated ($4.9 \pm 0.6\%$). Only the polyunsaturated profile would constitute a limitation for use as a sole source of fat for food preparation, otherwise thousand peso palm oil complies with the Colombian standard for high oleic palm oil in terms of the fatty acid profile and its physicochemical characteristics. **Conclusions:** The oil studied is potentially marketable for human consumption and has cardiovascular health benefits for consumers.

Keywords: Vegetables, fats, dietary fats, oleic acid, physical properties, fatty acids, palm Oil, *Oenocarpus Bataua*.

INTRODUCCIÓN

Las grasas y los aceites son la principal fuente de lípidos y energía dentro de la alimentación humana. En Colombia, según la Encuesta Nacional de la Situación Nutricional (ENSIN 2015) (1), al igual que en otras poblaciones del mundo, ha aumentado el consumo de ciertos alimentos de alta densidad energética; en el caso específico de los aceites vegetales, este aumento obedece a su bajo precio y a su elevada disponibilidad. En jóvenes y adultos de 18 a 64 años las grasas estuvieron incluidas entre los 40 alimentos de mayor consumo y, específicamente, los aceites vegetales ocuparon el segundo lugar; el 64,5 % de la

población en este rango de edad reportó haberlo consumido el día anterior a la Encuesta. En los demás grupos de personas prevalece el consumo de grasas de origen animal, en manteca de cerdo, crema de leche y mantequilla. Por otro lado, la prevalencia de consumo de alimentos fritos para los grupos etarios indica que los niños y niñas de 5 a 12 años tienen una prevalencia del 92,5 %; en los adolescentes de 13 a 17 años, del 94,1 %; y en los jóvenes y adultos de 18 a 64 años, del 86,2 %.

Con respecto a los principales cultivos de oleaginosas a nivel mundial, la palma aceitera representa el 7 % del total de la tierra cultivada y genera el 38 % de todos los aceites y grasas producidos (2).

Por otra parte, con relación al mercado colombiano de aceite de palma, el departamento económico de Fedepalma estima que el consumo de este aceite, en 2018, estuvo alrededor de 1 millón de toneladas, lo que equivale a un consumo per cápita de 20 kg (3).

Según Wills (4), el aceite de palma es más estable física y químicamente que otros aceites insaturados, cuando se utiliza en fritura profunda de alimentos. De aquí la importancia de conocer sobre las características y propiedades de los aceites comestibles extraídos de los frutos de la palma, con el fin de sugerir su consumo según las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y nutricionales, pues no todos estos alimentos grasos son de la misma calidad y tampoco son iguales en su estructura molecular. Los ácidos grasos tienen enlaces simples o dobles y es necesario identificar estas propiedades antes de someter las grasas a preparaciones culinarias, como la fritura, en las que funcionan como medio transmisor de calor y aportan sabor y textura a los productos alimenticios.

En Colombia se adoptó una serie de medidas regulatorias del contenido de ácidos grasos y características físicas, químicas y microbiológicas para los aceites y grasas establecidas en la Resolución 2154 de 2012 del Ministerio de Salud y Protección Social, como medidas eficaces para proteger la salud del consumidor y la realización de las actividades de inspección, vigilancia y control (IVC) a los establecimientos y productos alimenticios de esta categoría (5).

La palma de seje, unama o mil pesos (*Oenocarpus bataua*), es una palmera de tronco solitario y recto, que alcanza los 25 a 30 metros de altura. En la Amazonía peruana, los frutos se consumen directamente o en forma de bebida o refresco bastante agradable de sabor a chocolate. Las tortas y harinas del ungrahui, como también es llamada, y que en su mayoría contienen fibra, proteína y

carbohidratos, muestran cualidades que pueden ser aprovechadas en la industria de insumos e ingredientes alimentarios. Es una de las especies más comunes en los llanos de Colombia, en la región Amazónica y el Pacífico colombiano (6). Su pulpa es tradicionalmente consumida por la población local: indígenas, campesinos y colonos, como fuente de alimento (aceite, chicha, leche, alimento fresco), medicina, fibras, material de construcción, artesanías y objetos manuales. Tales características hacen que esta palma tenga una alta potencialidad para el aprovechamiento sostenible de poblaciones silvestres, por su amplia distribución y sus densidades relativamente altas.

Teniendo en cuenta que se conoce muy poco sobre las características del aceite de palma de mil pesos (7), el objetivo del presente estudio fue analizar el perfil de ácidos grasos y propiedades fisicoquímicas del aceite de palma de mil pesos crudo, obtenido por extracción artesanal.

MATERIALES Y MÉTODOS

La extracción artesanal consistió en separar el aceite vegetal contenido en la pulpa de la fruta de la palma de mil pesos, por medio de la evaporación del jugo de la fruta, que es una solución emulsionada de la pulpa o carne de la fruta con el agua. El proceso incorpora mejoras a la forma tradicional de extraer el aceite por las personas de comunidades amazónicas, para garantizar su calidad organoléptica, fisicoquímica y microbiológica. El proceso de extracción artesanal del aceite siguió los siguientes pasos:

- Recepción y selección de la materia prima: se eliminaron los frutos verdes o con problemas sanitarios, se retiraron materiales extraños como hojas, piedras, palos, ramas, entre otros; se realizó la selección de los frutos sanos y maduros, se procedió con el pesaje y se registró la información en las hojas de registro.

Perfil de ácidos grasos y propiedades fisicoquímicas de aceite de palma de mil pesos (*Oenocarpus Bataua*)

- Lavado de la fruta: los frutos se lavaron con agua potable y se eliminaron las impurezas por frotación manual.
- Ablandamiento: se depositó la fruta en recipientes de material sanitario, se le adicionó agua potable y se dejó en remojo por un periodo de 6 a 12 horas. Luego de la hidratación de la fruta, se observó la apertura en la corteza, que dejó la pulpa expuesta.
- Despulpado: se hizo presión mecánica con la despulpadora, de tal manera que se separaran la pulpa de la corteza y de la semilla.
- Evaporación: la pulpa se llevó a cocción a 130 °C entre 40 y 90 minutos.
- Decantación: se realizó el proceso de decantación con la ayuda del vaso florentino.
- Envasado y almacenado: se envasaron cinco unidades muestrales de aceite de palma de mil pesos de extracción artesanal en recipientes plásticos de primer uso, por 500 ml cada una, las cuales se almacenaron en el Laboratorio de Ciencia y Tecnología de Alimentos de la Universidad Mariana, sede Alvernia (San Juan de Pasto), a temperatura de entre 12 y 18 °C. Estas muestras posteriormente fueron asignadas para los respectivos análisis planteados en el estudio.

El modelo de investigación utilizado obedece a un enfoque cuantitativo descriptivo. Para el análisis del perfil de ácidos grasos y las propiedades fisicoquímicas del aceite de palma de mil pesos (*Oenocarpus bataua*), se emplearon ensayos de laboratorio correspondientes a cada propiedad objeto de análisis.

Caracterización antioxidante y determinación de las propiedades fisicoquímicas

En la caracterización antioxidante y determinación de las propiedades fisicoquímicas, se utilizó un modelo de comparación simple, para este fin se tomaron al azar cinco unidades muestrales del mismo lote. Para evaluar las propiedades fisicoquímicas se emplearon diferentes métodos de medición con los equipos correspondientes a cada propiedad objeto de análisis (Tabla 1) (8).

Determinación de ácidos grasos

En la determinación de ácidos grasos se usó el método de cromatografía líquida de gases con detector de ionización de llama (CG-FID), que es útil para todo tipo de grasas. Se obtuvo una curva de calibración mediante una mezcla de patrones SIGMA ME10-1KT, compuesta de C14 (mirístico), C16 (palmítico), C18 (esteárico), C18:1 (oleico), C18:2 (linoleico) y C18:3 (α -linolénico). El volumen de ésteres metílicos inyectado fue de 0,2 a 2 ml, la temperatura del inyector fue de 250 °C (9).

En cuanto a los porcentajes de saturación e insaturación, se aplicó un método de espectroscopía IR para determinar de forma rápida el grado de insaturación de grasas y aceites comestibles, basado en la medida de la banda correspondiente al enlace olefínico a 3007 cm. Por medio del programa de análisis cuantitativo SINGLE, se calculó la absorbancia neta, el área, la 1.^a derivada y la 2.^a derivada de la banda a 3007 cm⁻¹ y se estudió la relación de estos parámetros con el índice de yodo. La mejor correlación y el menor índice de error se obtuvo con las medidas de la absorbancia neta ($r=0,9992$; ind. error=1,75 %) y el área ($r=0,9992$; ind. error=1,77 %) de dicha banda (10).

Tabla 1. Métodos y equipos para medición de propiedades fisicoquímicas

Variable respuesta	Método de medición	Equipo
Sólidos solubles	Refractometría (Norma AOAC 32.12/1980)	Refractómetro de mano Optika DC- HR130
Acidez titulable	Volumetría (Norma AOAC 942.15A/1965)	Titulación por volumetría con bureta
Potencial de hidrógeno	Método potenciométrico (Norma AOAC 981.12)	Potenciómetro Digital Portátil Schott Handylab pH 11
Actividad de agua	Psicrometría (Norma AOAC 978.19B(c))	Medidor de Actividad Acuosa Aqualab Pre
Humedad	AOAC 7003/80	Balanza de Precisión Portátil TA3001
Densidad	P= m/V	Picnómetro
Punto de fusión	Tubo de Thiele	Tubo de Thiele
Índice de refracción	Refractómetro de Abbé (Norma AOAC 932.12/1980)	Refracción de la luz
Viscosidad	Ley de Stock	Viscosímetro
Punto de humo	Corriente de humo	Termómetro
Índice de saponificación	Método de Koettstorfer (Norma AOAC 85-04)	Reflujo. Índice de saponificación
Índice de acidez	Método volumétrico. (Norma AOAC 990.05)	Índice de acidez
Índice de yodo	WIJS. (Norma AOAC 993.20.)	Balanza analítica
Índice de peróxidos	Índice de peróxidos volumétrico (Norma AOAC 965.33)	

Métodos tomados de Horwitz W et al. (8).

RESULTADOS

En las propiedades fisicoquímicas, las variables medidas en las cinco muestras de aceite de mil pesos se resumieron mediante media, desviación estándar (desviación típica Hu), valor mínimo y valor máximo. Los datos que indican los resultados para las propiedades fisicoquímicas se encuentran en la tabla 2.

Los promedios obtenidos en las diferentes determinaciones fueron los sólidos solubles $8,2\pm 0,5$ °Bx; la acidez $0,9\pm 0,02$ %; el potencial de hidrógeno (pH) $4,8\pm 0,03$ unidades; el índice de madurez $8,71\pm 0,56$; la actividad del agua $0,84\pm 0,06$; la humedad $0,49\pm 0,01$ %; la densidad $0,912\pm 0,004$ g/cm³; el punto de fusión $15,6\pm 0,89$ °C; el índice de refracción $1,4560\pm 0,0001$; la viscosidad $60,24\pm 0,17$ poises; el punto de humo $203,1\pm 0,4$ °C; el índice de saponificación $189,3\pm 7,2$; el índice de acidez

$0,74\pm 0,06$; el índice de yodo $71,63\pm ,71$; y el índice de peróxidos $2\pm 0,3$ (Tabla 2).

En el perfil de ácidos grasos del aceite de palma de mil pesos, se realizó el análisis estadístico para las variables cuantitativas (cada uno de los ácidos grasos) en la evaluación de tres lotes, mientras que las categorías máximo y mínimo (de carácter cuantitativo) fueron examinadas con medidas cuantitativas, tal como se presenta en la tabla 3.

Los ácidos grasos predominantes en el aceite de palma de mil pesos fueron en su orden el oleico $76,1\pm 1$ %, el palmítico $11,9\pm 1,1$ % y el esteárico $5,7\pm 0,4$ %. El porcentaje de ácidos grasos saturados fue de $18,1\pm 1,2$; el de monoinsaturados, de 77 ± 1 y el de poliinsaturados, de $4,9\pm 0,6$. Vale la pena destacar el aporte de ácido α -linolénico $1,9\pm 0,3$ %.

Perfil de ácidos grasos y propiedades fisicoquímicas de aceite de palma de mil pesos (*Oenocarpus Bataua*)

Tabla 2. Propiedades analizadas para el aceite de mil pesos (*Oenocarpus bataua*)

Parámetro	Mínimo	Media	Desviación estándar	Máximo
Sólidos solubles (°Bx)	8,0	8,2	0,5	9,0
Acidez titulable (%)	0,9	0,94	0,02	0,97
Potencial de hidrógeno (unidades pH)	4,75	4,78	0,03	4,8
Índice de madurez	8,25	8,71	0,56	9,677
Actividad de agua	0,77	0,84	0,06	0,89
Humedad (%)	0,47	0,49	0,01	0,5
Densidad (g/cm ³)	0,91	0,91	0,004	0,92
Punto de fusión (°C)	15	15,6	0,89	17
Índice de refracción	1,4559	1,4560	0,0001	1,4561
Viscosidad (poises)	59,98	60,24	0,17	60,45
Punto de humo (°C)	202,5	203,1	0,4	203,6
Índice de saponificación	179,2	189,3	7,2	198
Índice de acidez	0,67	0,74	0,06	0,81
Índice de yodo	67,28	71,63	4,72	79,13
Índice de peróxidos	1,46	2	0,3	2,34

Tabla 3. Perfil de ácidos grasos del aceite de palma de milpesos (*Oenocarpus bataua*)

Ácido Graso	Muestra N.º 1	Muestra N.º 2	Muestra N.º 3	Promedio	Desviación estándar
C12:0 láurico	0,2	0,1	0,2	0,2	0,1
C14:0 mirístico	0,3	0,4	0,2	0,3	0,1
C16:0 palmítico	12,6	12,5	10,6	11,9	1,1
C18:0 esteárico	6,1	5,3	5,8	5,7	0,4
C16:1n3 palmitoleico	0,9	0,9	1	0,9	0,1
C18:1n9 oleico	75,7	75,4	77,2	76,1	1,0
C18:2n6 linoleico	2,5	3,2	3,3	3,0	0,4
C18:3n3 α -linolénico	1,7	2,2	1,7	1,9	0,3
% Sat	19,2	18,3	16,8	18,1	1,2
% Moins	76,6	76,3	78,2	77,0	1,0
% Polins	4,2	5,4	5	4,9	0,6

DISCUSIÓN

El aceite analizado se compone de $8,2 \pm 0,5$ °Bx, significa que 100 g de aceite contienen 8,2 g de sólidos solubles. Los valores presentados propician y mejoran las características organolépticas del aceite, principalmente el sabor, pero puede

desencadenar el pardeamiento no enzimático del aceite durante la cocción.

La acidez presente en el aceite fue de $0,9 \pm 0,02$ % y el pH, de $4,8 \pm 0,03$; lo que refleja que la materia prima para su obtención fue de buena calidad y que tuvo un almacenamiento en condiciones

ambientales normales adecuadas (12-18 °C). Por otro lado, el índice de acidez fue de $8,71 \pm 0,56$, considerado como uno de los principales parámetros que reflejan la calidad de los aceites vegetales, el grado de refinación y el cambio de calidad durante el almacenamiento. Un valor elevado para este índice muestra que el aceite contiene una alta cantidad de ácidos grasos libres, ya que ha experimentado un alto grado de hidrólisis (11,12).

El índice de madurez es la relación entre los °Bx y el porcentaje de acidez, y se utiliza para asegurar la calidad mínima aceptable para el consumidor y la vida útil de almacenamiento del aceite. Para el presente estudio, el índice de madurez fue de $8,71 \pm 0,56$. La madurez óptima de cosecha en palma de aceite está definida como la máxima acumulación de aceite en el fruto, y desde luego en el racimo, con un mínimo de acidez (13). Además, la composición de los ácidos grasos a través del racimo parece ser constante. Al alcanzar una taza constante de ácido linoleico, se afirma que ha llegado al máximo contenido de aceite y es cuando los frutos empiezan a desprenderse (14).

La actividad del agua hace referencia a la cantidad de agua libre disponible en el aceite, lo cual se considera un parámetro importante para controlar el crecimiento de microorganismos; en el aceite de palma de mil pesos esta cantidad fue de $0,84 \pm 0,06$, considerada baja y en relación con el porcentaje de humedad, que fue de $0,49 \pm 0,01$. Con esos valores se considera que el riesgo microbiológico es bajo (15).

La densidad es la relación entre la masa y el volumen; la densidad se midió a 20 °C, el resultado fue $0,912 \pm 0,004$ g/cm³. La densidad de aceites vegetales es directamente proporcional al grado de insaturación e inversamente proporcional a la longitud de la cadena de ácidos grasos en su composición (16).

La viscosidad es una característica de los líquidos equivalente a su espesor. Debido a que el aceite artesanal no tenía un proceso de refinación, se hizo necesario elevar la temperatura de las muestras hasta 40 °C, esto con el fin de disminuir las fuerzas intermoleculares (atracción entre las moléculas polares) en el aceite y aumentar la energía térmica, con lo que se obtuvo un valor de $60,24 \pm 0,17$ poises. En los aceites vegetales la viscosidad aumenta con la longitud de las cadenas de los ácidos grasos que conforman los triglicéridos y disminuye con la insaturación (17).

El índice de humo indica la temperatura en la que se producen compuestos de descomposición, visibles, y que depende de los ácidos grasos libres y monoacilglicéridos de la grasa (18). En cuanto a la temperatura del punto de humo, requerida para los aceites vegetales utilizados para freír, esta es de al menos 200 °C; para el caso del aceite analizado el resultado fue de $203,1 \pm 0,4$ °C. Este resultado está por encima del establecido para los aceites vegetales, lo cual indica que es más resistente al calor.

Cabe resaltar que el uso de aceites a temperaturas superiores a su punto de humo produce altas emisiones de compuestos volátiles, incluidos compuestos tóxicos potenciales como la acroleína (aldehído cancerígeno), que, según Ramírez et al. (19), tienen repercusiones sobre la salud humana. El grado de saturación de los aceites, previo uso, permite deducir la susceptibilidad a la oxidación al someterlos a altas temperaturas durante la fritura, lo que repercutiría en la composición lipídica del alimento sometido a ella y, por ende, en la salud de las personas que lo ingieran.

El punto de fusión hace referencia al grado de temperatura en el cual la materia se encuentra en estado sólido y se funde, es decir, pasa al estado líquido. Esto ocurre a una temperatura constante y es una propiedad intensiva de la

Perfil de ácidos grasos y propiedades fisicoquímicas de aceite de palma de mil pesos (*Oenocarpus Bataua*)

materia, lo cual significa que no depende de su masa o de su tamaño: la temperatura que se debe alcanzar será siempre la misma (20). El punto de fusión del aceite fue de $15,6 \pm 0,89$ °C. Los aceites con alto contenido de ácidos grasos insaturados suelen tener el punto de fusión más bajo que los equivalentes completamente saturados; no obstante, los aceites con alto grado de insaturación son altamente susceptibles a isomerizaciones y fragmentación de sus dobles enlaces cuando no se cuidan las condiciones durante la cocción de alimentos (18).

El índice de refracción se refleja en el cociente de la velocidad de la luz en el vacío y la velocidad de la luz en el medio cuyo índice se calcula. En aceites y grasas va aumentando conforme se incrementa el grado de insaturación. De igual manera, El IR aumenta conforme incrementa la longitud de la cadena de hidrocarburos y el número de enlaces dobles de las cadenas (11). El índice de refracción tuvo un valor de $1,4560 \pm 0,0001$ a 50 °C, lo cual representa la cantidad de ácidos grasos insaturados.

El índice de saponificación constituye una medida del peso molecular promedio de los triglicéridos que forman la grasa (12). El aceite tuvo $189,3 \pm 7,2$, lo cual indica que los ácidos grasos que conforman el aceite corresponden a ácidos grasos de cadena larga debido a su bajo índice de saponificación.

El índice de yodo indica un valor de $71,63 \pm 0,71$, lo que constituye una medida del grado de insaturación de los ácidos carboxílicos que forman triglicéridos. Un aceite totalmente saturado poseerá un índice de yodo igual a cero, mientras que a mayor cantidad de insaturaciones se fijará en ellos una cantidad proporcional de yodo, que hará incrementar este índice (17).

La determinación del índice de peróxidos es una técnica utilizada para determinar el estado de

conservación del aceite (17), el producto de las muestras del aceite en estudio fue de $2 \pm 0,3$, lo que indica que si no se proporcionan buenas condiciones de conservación y almacenamiento, el aceite puede llegar a un estado de rancidez en el que el proceso de oxidación provocará que pierda sus cualidades fisicoquímicas y nutricionales.

La legislación colombiana establece los requisitos sanitarios que deben cumplir los aceites y grasas destinados al consumo humano; así que estos alimentos deben presentar conformidad con las características organolépticas, fisicoquímicas, microbiológicas de rotulado general y nutricional para poder realizar su comercialización y consumo. La determinación de las principales propiedades fisicoquímicas del aceite de palma de mil pesos pueden ser una herramienta de gran utilidad para determinar la probable factibilidad de su uso y consumo por las poblaciones en las que culturalmente se realiza la extracción artesanal del aceite crudo.

En cuanto a las propiedades fisicoquímicas analizadas en el aceite crudo de extracción artesanal de la palma de mil pesos, se evidenció que estas características son comparables con las establecidas para los aceites de consumo humano, según lo establecido en la resolución 2154 de 2012 del Ministerio de Salud y de la Protección Social, en especial lo citado en el artículo 24, respecto a los requisitos fisicoquímicos para el aceite de palma alto oleico (5) (Tabla 4).

Cada aceite vegetal se caracteriza por su propia composición de ácidos grasos; de acuerdo con los resultados, el aceite de palma de mil pesos es alto oleico y es comparable con el aceite de oliva (*Olea europea*) y el de palma africana (*E. guineensis*) (17,21), como se observa en la tabla 5.

Tabla 4. Comparación de los parámetros fisicoquímicos del aceite de palma de mil pesos con los establecidos en la norma colombiana, según resolución 2154 de 2012

Parámetro	Aceite palma de mil pesos	Mínimo	Máximo
Densidad relativa (x °C/agua a 20 °C)	0,91	0,895 x=50 °C	0,910 x=50 °C
Índice de refracción (ND 50°)	1,456	1,4558 a 50 °C	1,4561 a 50 °C
Índice de saponificación (mg KOH/g de aceite)	189,3	189	199
Índice de yodo	71,63	60	72

Valores mínimos y máximos fueron tomados de la resolución 2154 de 2012 (5).

Tabla 5. Comparación del contenido de algunos ácidos grasos del aceite de palma de mil pesos en comparación con la norma colombiana según resolución 2154 de 2012

Ácido Graso	Aceite de palma de mil pesos	Norma colombiana*	Aceite de oliva†	Aceite Patawa (<i>Oenocarpus bataua</i>) ‡
	g/100	g/100	g/100	g/100
C12:0 láurico	0,2±0,1	0,11-0,38	0,0±0,0	
C14:0 mirístico	0,3±0,1	0,40-0,70	ND	
C16:0 palmítico	11,9±1,1	25-34	10,2±0,2	13,5±0,31
C18:0 esteárico	5,7±0,4	2,0-3,8	3,6±0,1	4,2±0,42
C16:1n3 palmitoleico	0,9±0,1	Max. 0,75	0,6±0,0	0,7±0,10
C18:1n9 oleico	76,1±1	48-58	77,3±0,8	76,8±0,50
C18:2n6 linoleico	3±0,4	10 a 14	5,1±0,3	3,9±0,38
C18:3n3 -linoléico	1,9±0,3	Max. 0,60	0,6±0,0	Trazas
% Saturados	18,1±1,2		14,4±0,1	18,6
% Monoinsaturados	77,0±1,0		78,1±0,4	77,5
% Poliinsaturados	4,9±0,6		6,4±0,1	

*Tomado de la resolución 2154 (5).

†Tomado de Ramírez (19).

‡ Tomado de Darnet (23).

Con respecto al perfil de ácidos grasos, el aceite de palma de mil pesos tiene más del 40 % de ácido oleico. Las variaciones entre las cantidades con relación a lo publicado por otros investigadores podrían deberse a las condiciones naturales en el origen geográfico, la edad de las frutas y el clima (22). En el presente estudio, el por-

centaje de ácido oleico fue de 76,1±1, similar al reportado por Pereira et al. 74,18±0,08 (16), por Darnet et al. 76,8±0,50 (23) y por Rendón et al 78,9 % (24). El contenido del ácido graso en mención también es comparable con el del aceite de oliva, según lo publicado por Ramírez et al. (19) 77,3±0,8 % y Durán et al. (25) 72-79 %, y,

puesto que este ácido graso es monoinsaturado por tener un doble enlace en su estructura (W9), es mucho menos susceptible a la oxidación, por lo que el aceite tiene alta estabilidad y larga vida útil, en comparación con los aceites en los que predominan los ácidos grasos poliinsaturados (11). Además, el aporte del ácido graso en mención en la palma de mil pesos está muy por encima del contenido en el aceite de palma africana, que apenas tiene el $41,1 \pm 0,3$ %, valor que está por debajo de lo establecido en la norma colombiana para el aceite alto oleico (48-58 %) (5). Nutricionalmente, la importancia de tener un alto contenido de ácido oleico radica en su efecto cardioprotector, gracias a su efecto reductor del colesterol plasmático, por aumentar las concentraciones de HDL y por su estabilidad oxidativa (26).

Otro componente importante del aceite de palma de mil pesos es el ácido palmítico, del cual se obtuvo un porcentaje de $11,9 \pm 1,1$; valor similar al encontrado por Pereira et al. (16), que fue de $11,04 \pm 0,03$ (16). Por su parte, Darnet et al. (23) reportaron $13,5 \pm 0,31$ y Rendón et al. (24), $13,7$ %. Lo anterior puede obedecer a que cada muestra tiene origen, condiciones agronómicas y ecosistemitas diversos. Por otro lado, el aceite de palma de mil pesos tiene un porcentaje de ácido palmítico ($11,9 \pm 1,1$) inferior al del aceite de oliva ($18,41 \pm 0,01$ %) (11), y muchísimo más bajo que el valor aportado por el aceite de palma africana ($40,1 \pm 0,1$ %), que contiene más del triple de la cantidad de ácido palmítico contenida en el aceite de palma de mil pesos (26). La literatura reporta que un valor alto de este ácido graso saturado de 16 carbonos en la dieta puede ser un factor importante para el desarrollo de enfermedades cardiovasculares, porque eleva las LDL y disminuye las HDL (19); por lo tanto, el aceite de palma de mil pesos tiene una ventaja

sobre los aceites de oliva y de palma africana al tener valores menores de ácido palmítico en su composición.

A su vez, el esteárico es un ácido graso saturado de 18 carbonos (27). La presente investigación reveló que el aceite de palma de mil pesos contiene este ácido graso en un porcentaje de $5,7 \pm 0,4$; resultado similar al del Pereira et al. (16), que corresponde al $5,09 \pm 0,06$. Para el aceite de oliva se reportan porcentajes de $3,6 \pm 0,1$ y $2,27$ (11,19); sin embargo, la palma africana se asemeja con un valor de $5,0 \pm 0,1$ % (26). De acuerdo con la resolución 2154 de 2012, el porcentaje permitido se encuentra entre el 3,5 y el 6 % (5); por tanto, las cantidades de este componente en el aceite estudiado se encuentran en el rango permitido y no influyen negativamente en la salud.

Vale la pena destacar el aporte de ácido α -linolénico $1,9 \pm 0,3$ %. En la misma resolución, se indica que la cantidad de este ácido graso en aceites de palma se encuentra en $<0,5\%$ (5); el aceite de palma de mil pesos cuenta con un porcentaje por encima del valor declarado, lo que representa un beneficio, pues es un ácido graso esencial de la familia W3, escaso en la naturaleza. El linoleico es un ácido graso polinsaturado de la familia W6 considerado esencial y, en consecuencia, debe ser suministrado por la dieta (28). El aceite de palma de mil pesos tiene $3,0 \pm 0,4$ % dentro de su composición, porcentaje muy por debajo del límite inferior establecido en la resolución 2154 de 2012, que declara que debe tener entre el 9 y el 12 % (5).

El ácido láurico es un ácido graso saturado, participa en la composición del aceite de palma de mil pesos con un $0,2 \pm 0,1$ %. Este tipo de ácido graso es digerido, absorbido y transportado más fácil y rápidamente que los que componen los triglicéridos de cadena larga, ya que son moléculas de menor tamaño y mayor solubilidad (25). La can-

tividad de este ácido en el aceite de palma de mil pesos es muy pequeña, razón por la cual no se puede atribuir las propiedades del ácido láurico a este aceite. El ácido mirístico es un ácido graso saturado con 14 carbonos en su estructura, presente en el aceite de palma de mil pesos con un porcentaje de $0,3 \pm 0,1$, por lo cual, al no tener un alto porcentaje de saturación, no es factible para el consumo humano (27).

El ácido palmitoleico es un componente habitual de los aceites de semillas; se ha demostrado que una dieta rica en este ácido graso aumenta el colesterol de las lipoproteínas de baja densidad (C-LDL) (28). En Colombia, de acuerdo con la resolución 2154 de 2012, el porcentaje de este ácido graso en aceites de origen de palma alto oleico permitido debe ser máximo del 0,75 % (5), el aceite de palma de mil pesos tiene un porcentaje de $0,9 \pm 0,1$. Resultado que no se ajusta a la norma y existe la posibilidad de repercusión en la salud humana.

Finalmente, conocer el grado de saturación de los aceites permite deducir el grado de susceptibilidad a la oxidación al someterlo a altas temperaturas durante la fritura, lo que repercutiría en la composición lipídica del alimento sometido y, por ende, en la salud de las personas que lo ingieran. En cuanto a la distribución de los ácidos grasos según el grado de saturación, en el aceite de palma de mil pesos se presentó la siguiente distribución: el porcentaje de ácidos grasos saturados fue de $18,1 \pm 1,2$; el de moinsaturados, de 77 ± 1 ; y el de polinsaturados, de $4,9 \pm 0,6$. En comparación con el aceite de oliva, en este último el porcentaje de saturados fue un poco inferior ($14,4 \pm 0,1$ %); el de monoinsaturados, muy similar ($78,1 \pm 0,4$ %); y el de polinsaturados, ligeramente inferior ($6,4 \pm 0,1$ %) (19). Esta distribución varía mucho respecto a la reportada en la literatura para el aceite de palma africana, que tiene más del

doble del porcentaje de ácidos grasos saturados (44,70 %): cerca de la mitad de monoinsaturados (40,22 %) y prácticamente el triple de polinsaturados (14,99 %) (29).

Santos et al. (30) afirman que el aceite de palma de mil pesos tiene un gran potencial como aceite vegetal comestible. Además, Khosla (31) refiere que el aceite de palma satisface varias necesidades nutricionales. La composición del aceite estudiado indica que el perfil de ácidos grasos está integrado principalmente por ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados, con excepción de las necesidades de ácido linoleico, que contribuyen a satisfacer las necesidades de ácidos grasos esenciales y su consumo propicia medidas preventivas para disminuir el riesgo de padecer enfermedad arterial coronaria.

Se concluye que el aceite de palma de mil pesos es un aceite de buena calidad que cumple con las características fisicoquímicas establecidas para los aceites comestibles en la legislación colombiana. El perfil de ácidos grasos del aceite estudiado se asemeja al del aceite de oliva; además, tiene beneficios importantes para la salud humana, especialmente como cardioprotector por su aporte de ácido oleico y α -linolénico, y cumple con lo establecido en la norma colombiana para el aceite de palma alto oleico, excepto por el aporte del ácido graso esencial linoleico, lo que se podría subsanar con la recomendación de complementar el consumo con otro aceite vegetal. Este aceite tiene potencial uso comercial; en ese caso, podría mezclarse con otro aceite vegetal (girasol, maíz o soya) para aumentar el aporte de ácido linoleico.

Conflicto de intereses

Los autores certifican que no tienen afiliaciones o participación en ninguna organización o entidad con algún interés financiero, tales como honorarios, becas educativas, membresías, empleo,

consultorías, propiedad de acciones u otros intereses de patrimonio y testimonio de expertos o acuerdos de licencia de patentes. Tampoco intereses no financieros, tales como relaciones personales o profesionales, afiliaciones, conomicimientos o creencias, en el tema o materiales discutidos en este manuscrito.

Financiación

Los recursos destinados para el proceso de investigación fueron financiados por el programa de Nutrición y Dietética adscrito a la Facultad de Ciencias de la Salud, de la Universidad Mariana, con fines exclusivamente académicos.

Referencias

1. Instituto Colombiano de Bienestar Familiar, Ministerio de Salud y Protección Social, Instituto Nacional de Salud, Departamento Administrativo para la Prosperidad Social, Universidad Nacional de Colombia. Encuesta Nacional de la Situación Nutricional en Colombia ENSIN 2015. Bogotá: ICBF; 2019, 678 pp.
2. European Palm Oil Alliance. Europa: European Palm Oil Alliance, sf [Citado mayo de 2019]. More Facts. Disponible en: <https://palmoilalliance.eu/more-facts/>
3. Agronegocios. Colombia: Editorial La Republica S.A.S., 2020 [Citado mayo de 2020]. Consumo Per Cápita de aceite de palma. Disponible en: <https://www.agronegocios.co/agricultura/consumo-per-capita-de-aceite-de-palma-fue-de-20-kg-por-habitante-en-2018-2810602>
4. Wills GC. Comportamiento del aceite de palma (*elaeis guineensis jacq*) y el aceite de oliva (*olea europaea*), en el método de cocción: fritura profunda [tesis de pregrado]. Bogotá: Universidad Pontificia Bolivariana; 2014.
5. República de Colombia. Ministerio de Salud y Protección Social. Resolución 2154 de 2012. [Citado agosto de 2019]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/sites/rid/Lists/BibliotecaDigital/RIDE/DE/DIJ/resolucion-2154-de-2012.pdf>
6. Gonzáles A, Mejía K, Torres G. Caracterización morfológica de frutos de *Oenocarpus bataua* C. Martius “ungurahui”. *Folia amazónica*. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana; 2014;23(2):131-8. Disponible en: <http://www.iiap.org.pe/upload/publicacion/PUBL1405.pdf>
7. Castaño N, Cárdenas D, Otavo E. Ecología, aprovechamiento y manejo sostenible de nueve especies de plantas del departamento del Amazonas, generadoras de productos maderables y no maderables [Internet]. Bogotá, Colombia: Instituto Amazónico de Investigaciones Científicas “SINCHI”; 2007. [Citado marzo de 2020]. Disponible en: <https://sinchi.org.co/ecologia-aprovechamiento-y-manejo-sostenible-de-nueve-especies-de-plantas-del-departamento-del-amazonas-generadoras-de-productos-maderables-y-no-maderables>
8. Horwitz W, Latimer GW, AOAC International. Official methods of analysis of AOAC international (20.a ed.). Gaithersburg MD: OMA print; 2016. 3172 pp.
9. González A, Gil D. Estandarización de la técnica cromatografía de gases capilar para la identificación y cuantificación de fitoesteroles en semillas de *luffa cylindrica* [tesis de pregrado]. Pereira: Universidad Tecnológica de Pereira; 2012.
10. Muniateguis P, Paseiro P, Simal J. Medida del grado de insaturación de aceites y grasas comestibles por espectroscopia infrarroja y su relación con el índice de yodo. *Grasas y aceites*. 1992; 43(1):1-5. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3941484>
11. Paucar LM, Salvador R, Guillén J, Capa J, Moreno C. Estudio comparativo de las características físico-químicas del aceite de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.), aceite de oliva (*Olea europaea*) y aceite crudo de pescado. *Scientia Agropecuaria*. 2015;6(4):279-90. Disponible en: <http://www.scielo.org.pe/pdf/agro/v6n4/a05v6n4.pdf>

12. Rondón MM, Díaz DY, Fernández SE, Tabio GD, Piloto RR, Rodríguez, MS. Monografía obtención de biodiesel a partir de aceites de origen vegetal "Moringa oleífera". Cujae: Universidad Tecnológica de la Habana José A. Echeverría; 2017. Disponible en: <http://red.uao.edu.co/handle/10614/11774>
13. Narváez JJ, Chelito DL, Bastidas S. Determinación de la madurez óptima de cosecha para la palma de aceite (*Elaeis guineensis* Jacq.) en la región de Tumaco, Nariño. *Palmas*. 1996;17(4):15-22. Disponible en: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/download/561/561>
14. Calvo SF. Cosecha: maduración, sistemas y costos. *Palmas*. 1991;12(número especial):47-52. Disponible en: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/307/307>
15. Jin Y, Tang J, Sablani SS. Food component influence on water activity of low-moisture powders at elevated temperatures in connection with pathogen control. *LWT*. 2019;112(2019):1-7. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108257>
16. Pereira E, Cravo FM, Araújo SK, Grimaldi R, De Almeida A, Guilherme J. Physical properties of Amazonian fats and oils and their blends. *Food Chem*. 2019;278:208-15. Disponible en: https://www.academia.edu/38970143/Physical_properties_of_Amazonian_fats_and_oils_and_their_blends
17. Gomma A, Edem NK, Le Pieerés N, Coulibaly Y. Review of the behavior of vegetable oils at high temperatures for solar plants: stability, properties and current applications. *Materiales de energía solar y células solares*. 2019; 200(2019):1-21. <https://doi.org/10.1016/j.solmat.2019.109956>
18. Badui DS. Química de los alimentos (4.ª ed.). México: Pearson Educación; 2006. Disponible en: http://depa.fquim.unam.mx/amyd/archivero/Libro-Badui2006_26571.pdf
19. Ramírez CM, Gómez BD, Martínez JP, Cardona LM. Perfil de ácidos grasos en aceites de cocina de mayor venta en Medellín-Colombia. *Perspect Nutr Humana*. 2014;16(2):175-85. <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v16n2a05>
20. Roldán RJ. Termodinámica (1.a). edición. México: Grupo Editorial Patria; 2004.
21. Guarín J, Del Valle J. Modeling the growth of the stipe of the *Oenocarpus bataua* palm in the Cordillera Central of the Andes, Colombia. *Ecología y manejo forestal*. 2014;314(2014): 141-49. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2013.12.005>
22. De Oliveira P, Mansur H, Mansur A, De Silva G, Clark A. Apatite flotation using potato palm oil as a collector. *J Mater Res Technol*. 2019;8(5):4612-9. <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2019.08.005>
23. Darnet SH, Da Silva LH, Rodrigues AM, Lins RT. Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia exuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the Amazon region. *Ciênc Tecnol Aliment*. 2011;31(2):488-91. <https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000200032>
24. Rendón WJ, Chavez G, Torrico D. Evaluación química del aceite de *oenocarpus bataua* "aceite de majo". *Rev Bol Quim*. 2013;30(1):70-3. Disponible en: http://www.bolivianchemistryjournal.org/QUIMICA%202013%20PDF/9_Majo_oil_evaluation.pdf
25. Durán S, Torres J, Sanhueza J. Aceites vegetales de uso frecuente en Sudamérica: características y propiedades. *Nutr Hosp*. 2015;32(1):11-9. <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.32.1.8874>
26. Mondragón A, Pinilla C. Aceite de palma alto oleico: propiedades fisicoquímicas y beneficios para la salud humana. *Palmas*. 2015;36(4):57-66. Disponible en: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/11645/11637>
27. Ros E, López J, Picó C, Rubio MÁ, Babio N, Sala A. Consenso sobre las grasas y aceites en la alimentación de la población española adulta: postura de la Federación Española de Sociedades de Alimentación, Nutrición y Dietética (FESNAD). *Nutr Hosp*. 2015;32(2):435-77. <http://dx.doi.org/10.3305/nh.2015.32.2.9202>
28. Hornstra G, Mensink RP. Efectos de los ácidos grasos de la dieta sobre las lipoproteínas séricas. *Salud y Nutrición*. 1994;15(3):79-85. Disponible en: <http://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/448/448>

Perfil de ácidos grasos y propiedades fisicoquímicas de aceite de palma de mil pesos (*Oenocarpus Bataua*)

29. Gesteiro E, Galera J, González M. Aceite de palma y salud cardiovascular: consideraciones para valorar la literatura. *Nutr Hosp.* 2018;35(5):1229-42. <http://dx.doi.org/10.20960/nh.1970>
30. Santos MFG, Alves RE, Ruíz MV. (2013). Minor components in oils obtained from Amazonian palm fruits. *Grasas y aceites.* 2013;64(5):531-6. <https://doi.org/10.3989/gya.048913>
31. Khosla P. Atributos nutricionales y de salud del aceite de palma: una actualización. *Revista Palmas.* 2019;40(Especial T):34-9. Disponible en: <https://publicaciones.fedepalma.org/index.php/palmas/article/view/13009>