

VALOR NUTRICIONAL Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE CUATRO FRUTOS DE PALMERAS NATIVAS DE LA AMAZONÍA PERUANA

Gabriel VARGAS-ARANA^{1,2,*}, Claudia MERINO-ZEGARRA¹,
Gober MAYTAHUARI-ARICARI¹, Miguel OCHOA-IPUSHIMA¹

¹ Laboratorio de Química de Productos Naturales, Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Av. José A. Quiñones Km 2.5, Iquitos, Perú.

² Facultad de Industrias Alimentarias, Universidad Nacional de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú.

* Correo electrónico: gvargas@iiap.gob.pe

RESUMEN

Actualmente existe una tendencia hacia el consumo de alimentos que proporcionen beneficios para la salud, como es el caso de los frutos de palmeras que tienen una gran importancia como fuente de alimento y por su uso como medicinal. En el presente estudio se evaluó y comparó el valor nutricional y la actividad antioxidante de unguurahui (*Oenocarpus bataua*), sinamillo (*Oenocarpus mapora*), asaí (*Euterpe oleracea*) y huasaí (*Euterpe precatoria*), frutos de palmeras nativas de la Amazonía peruana. Se analizó la composición proximal y propiedades fisicoquímicas por métodos oficiales, los micro y macro nutrientes por espectroscopia de absorción atómica y la composición de ácidos grasos por cromatografía de gases. La evaluación de la actividad antioxidante se realizó mediante los métodos de DPPH, FRAP y ABTS. Los cuatro frutos presentaron un buen contenido de proteínas y carbohidratos, así como un alto contenido de K, Cu y Mn. Los aceites extraídos de los frutos presentan un alto contenido de ácidos grasos saturados (70,78-83,27%), siendo el ácido oleico el mayoritario en todos los casos. Todos los frutos presentaron valores de actividad antioxidante superiores a los reportados para otros frutos exóticos, siendo el sinamillo el fruto que presentó mejor actividad en ambos ensayos (DPPH 116,58 $\mu\text{mol TE/g MF}$, FRAP 165,04 $\mu\text{mol TE/g MF}$, ABTS 239,22 $\mu\text{mol TE/g MF}$). Estos resultados nos indican que los frutos de palmeras colectados en la Amazonía

peruana poseen un alto valor nutricional y que pueden ser aprovechados para la elaboración de alimentos funcionales o complementos alimenticios.

PALABRAS CLAVES: *Oenocarpus bataua*; *Oenocarpus mapora*; *Euterpe oleracea*; *Euterpe precatoria*; potencial nutraceutico.

NUTRITIONAL VALUE AND ANTIOXIDANTS CAPACITY OF FOUR FRUITS OF NATIVE PALM TREES FROM THE PERUVIAN AMAZON

ABSTRACT

Currently there is a trend towards the consumption of foods that provide health benefits, as is the case of palm fruits that are of great importance as a food source and for their medicinal use. In the present study the nutritional value and antioxidant activity of unguahui (*Oenocarpus bataua*), sinamillo (*Oenocarpus mapora*), asaí (*Euterpe oleracea*) and huasaí (*Euterpe precatoria*), palm fruits native to the Peruvian Amazon were evaluated. The proximal composition and physicochemical properties were analyzed by official methods, the micro and macro nutrients by atomic absorption spectroscopy and the composition of fatty acids by gas chromatography. The evaluation of the antioxidant activity was carried out using the DPPH, FRAP and ABTS methods. The four fruits have a good content of proteins and carbohydrates, as well as a high content of K, Cu and Mn. The oils extracted from the fruits have a high content of saturated fatty acids (70.78-83.27%), with oleic acid being the majority in all cases. All the fruits presented antioxidant activity values higher than those reported for other exotic fruits, with sinamillo being the fruit that presented the best activity in both tests (DPPH 116.58 $\mu\text{mol TE/g FS}$, FRAP 165,04 $\mu\text{mol TE/g FS}$, ABTS 239.22 $\mu\text{mol TE/g FS}$). These results indicate that the fruits of palm trees from the Peruvian Amazon have a high nutritional value and that they can be used for the production of functional foods or food supplements.

KEYWORDS: *Oenocarpus bataua*; *Oenocarpus mapora*; *Euterpe oleracea*; *Euterpe precatoria*; nutraceutical potential.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una tendencia global, cada vez mayor, hacia el consumo de alimentos que proporcionen beneficios para la salud, estos beneficios han estimulado las investigaciones sobre las frutas de origen tropical, orientándolas principalmente a la caracterización de diferentes variedades de frutas y su valor nutricional (Cárdenas *et al.*, 2015). Por su alto contenido de nutrientes, las frutas son componentes fundamentales de una dieta sana y equilibrada, constituyen un grupo de alimentos saludables para el ser humano, pues suministran diversos compuestos biológicamente importantes para el organismo como son las vitaminas, minerales y fibra alimentaria (Rodríguez-Leyton, 2019). Reportes evidencian el papel de las frutas en las prevenciones del desarrollo de distintos tipos de cáncer y enfermedades cerebrovasculares y cardiovasculares, e incluso de la enfermedad del Alzheimer. Por este motivo, la Organización Mundial de la Salud recomienda el consumo diario de más de 5 raciones de frutas para reducir el

riesgo de cardiopatía coronaria, accidente cerebrovascular e hipertensión (Martínez-Navarrete *et al.*, 2008). La Amazonía peruana posee una gran biodiversidad, siendo la riqueza florística digna de resaltar. En esta abundancia se incluyen a los frutales nativos, como son los frutos de palmeras, como recurso vital para las sociedades amazónicas, pues constituyen fuente de primer nivel en la dieta de la población, en la alimentación de animales silvestres y domesticados, así como materia prima para la agroindustria regional (González, 2007). Los frutos de palmeras amazónicas constituyen una buena fuente, rica en nutrientes, en la alimentación de numerosos pueblos nativos de la Amazonía peruana (Sosnowska, 2010). Dentro de este grupo selecto de frutos de palmeras se encuentran los frutos de ungurahui (*Oenocarpus bataua*), sinamillo (*Oenocarpus mapora*), asaí (*Euterpe oleracea*) y huasaí (*Euterpe precatoria*), especies que tienen una gran importancia como fuente de alimento, medicinal y económica en los pobladores de la Amazonía peruana (Pérez-Peña *et al.*, 2019). Los frutos maduros de estas cuatro especies son comestibles, se consumen

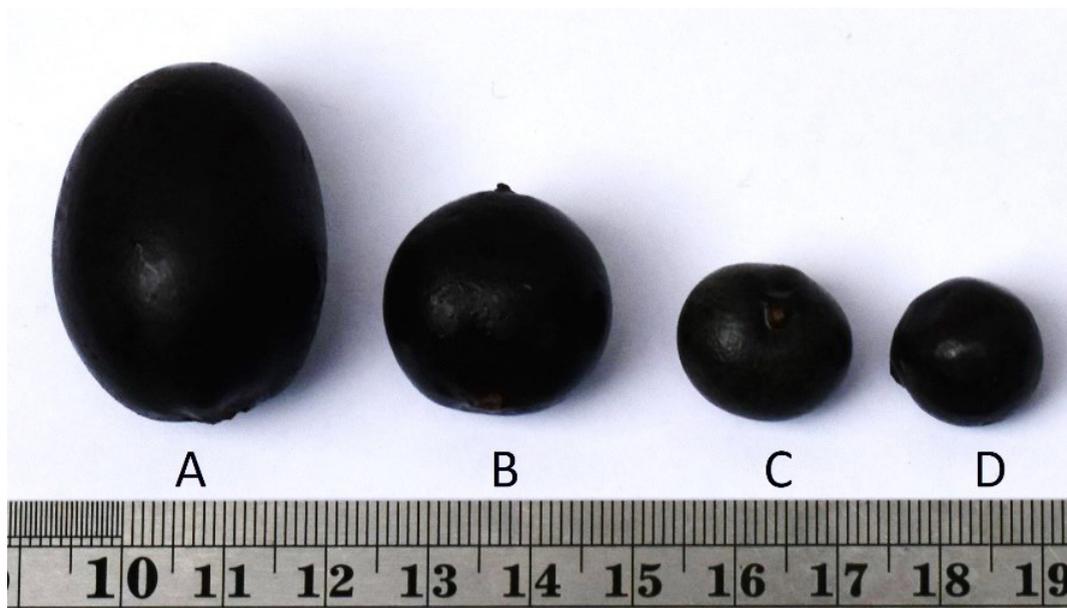


Figura 1. Frutos de *O. bataua* (A), *O. mapora* (B), *E. oleracea* (C) y *E. precatoria* (D).

solos, en jugos y en helados. Las bebidas obtenidas de la cocción de estos frutos son utilizadas contra la malaria, dolor de estómago y afecciones respiratorias, y el aceite extraído de la pulpa es utilizado con fines cosméticos (Balslev *et al.*, 2008). Existen varios reportes de *O. bataua*, *E. oleracea* y *E. precatória*, donde son considerados como súper frutas, debido a su alto contenido en aceites, polifenoles y vitaminas, que a su vez les proporcionan una alta actividad antioxidante (Rezaire *et al.*, 2014; Cardona *et al.*, 2013). La pulpa de *O. bataua* es considerada un alimento altamente nutritivo por su buen contenido de proteína, tocoferoles y aceite saludable, siendo el oleico ω -9 el ácido graso mayoritario (Darnet *et al.*, 2011), presenta buena actividad antioxidante y su consumo puede contribuir a la prevención de enfermedades neurodegenerativas (Vargas-Arana *et al.*, 2022). En el caso de *O. mapora*, existe poca información reportada sobre los frutos de esta especie, recientemente Muñoz *et al.* (2022) reporta que el aceite del fruto extraído por diferentes métodos, presenta propiedades similares al del aceite de oliva, así como una buena actividad antioxidante que está relacionado con su contenido de fenoles totales. El objetivo del estudio fue determinar y comparar entre ellas el valor nutricional y capacidad antioxidante de los frutos frescos de las palmeras de *O. bataua*, *O. mapora*, *E. oleracea* y *E. precatória*, especies procedentes y muy consumidas en la Amazonía peruana.

MATERIAL Y MÉTODOS

REACTIVOS

Agua ultra pura (<5 μ g/L TOC) fue obtenida de un sistema de purificación de agua Arium 126 61316-RO (Sartorius, Goettingen Germany). Metanol (grado HPLC), Diclorometano (grado HPLC), F.A.M.E. Mix Supelco (C8-C24) y las soluciones estándares de los minerales (Na, Ca, K, Mg, Cu, Fe,

Zn, Mn) fueron obtenidos de Merck (Dermstadt, Alemania). Reactivo de Folin-Ciocalteu (FC) comercial, 2,2-difenil-1-picrylhidrazyl (DPPH), 2,4,6-tris(2-pyridyl)-s-triazine, trolox y ácido gálico fueron comprados en Sigma-Aldrich Chem. Co. (St. Louis, MO, USA).

COLECTA Y TRATAMIENTO DE LA MUESTRA

Los frutos de ungurahui (*Oenocarpus bataua*), sinamillo (*Oenocarpus mapora*), asaí (*Euterpe oleracea*) y huasaí (*Euterpe precatória*) fueron colectados en la Reserva Nacional de Allpahuayo Mishana, ubicado en la carretera Iquitos-Nauta Km 26, San Juan, Maynas, Loreto, Perú, (3°49'38"S y 79°21'16"O), durante los meses de enero y febrero de 2019. Los frutos maduros fueron transportados rápidamente al laboratorio y despulpados de manera manual con un cuchillo, separando la pulpa más la cáscara de la semilla, seguidamente se homogenizó la pulpa más la cáscara utilizando un molino de cuchillas (Grindomix GM 200). La muestra homogénea fue colocada en bolsas conservadoras con cierre hermético y guardadas en refrigeración a -20°C hasta su utilización en los respectivos análisis.

DETERMINACIÓN DE LA COMPOSICIÓN PROXIMAL

El contenido de humedad se determinó por secado de las muestras a 105°C en una estufa hasta peso constante (3 h), el contenido de proteína bruta por el método Kjeldahl ($N \times 6,25$), el contenido de fibra por el método gravimétrico después de la hidrólisis ácida de las muestras, el contenido total de grasas fue determinado por el método de Soxhlet, utilizando éter de petróleo como disolvente, el contenido de cenizas por incineración en una mufla a 550 ± 15 °C. Los procedimientos de la AOAC (2005) se utilizaron en todas las determinaciones. Los carbohidratos

totales se calcularon como diferencia: $100 - (\text{g de agua} + \text{g de proteína} + \text{g de fibra} + \text{g de grasa} + \text{g de ceniza})$. Los resultados se expresaron en g por 100 g de muestra fresca (g / 100 g MF).

ANÁLISIS DE MINERALES

Para el análisis de minerales, las pulpas fueron incineradas a 550°C. Las cenizas en cada caso fueron digeridas con 10 ml de ácido clorhídrico al 20%, luego se filtró a un matraz aforado de 100 ml y se completó hasta 100 ml con agua destilada desionizada. Los minerales (Na, K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn y Cu) se midieron por absorción atómica utilizando un espectrofotómetro Varian AA240, previamente calibrado con soluciones estándares que contienen cantidades conocidas de los minerales que se determinan, utilizando reactivos de grado analítico. Se utilizó dos tipos de llama, aire-acetileno y óxido nitroso-acetileno, este último solo para el análisis de calcio. Se emplearon lámparas de cátodo hueco monometálicas para cada elemento analizado. Todos los análisis se realizaron por triplicado (Vargas-Arana *et al.*, 2021).

ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS DE LOS ACEITES

Los análisis físicoquímicos (índice de acidez, índice de peróxidos, índice de saponificación, índice de yodo y materia insaponificable) del aceite extraído de las pulpas con éter de petróleo en frío, fueron realizados de acuerdo a la metodología recomendada de la AOAC (2005). El perfil de ácidos grasos se obtuvo mediante cromatografía gaseosa de los ésteres metílicos de ácidos grasos (FAME). Los aceites se convirtieron en su correspondiente éster metílico. Los ésteres metílicos se prepararon mediante saponificación y esterificación con hidróxido de potasio en metanol ($0,1 \text{ mol L}^{-1}$) y ácido clorhídrico en metanol ($0,12 \text{ mol L}^{-1}$). Los ésteres metílicos de ácidos grasos

se extrajeron con hexano y se procesaron en un cromatógrafo de gases Varian 450-GC. El cromatógrafo estaba equipado con una columna capilar VF-WAXms, 60 m x 0,25 mm ID, 0,25 μm , CP9207, un detector de ionización de llama y autoinyector Varian CP- 8400. Se utilizó helio como gas portador. El programa de temperatura utilizado fue el siguiente: 3 min a 130 °C; calentamiento gradual a 220 °C durante 9 min; 35 min a 220 °C. La temperatura del detector fue de 280 °C y la temperatura del inyector fue de 245 °C (Darnet *et al.*, 2011). Los ácidos grasos esterificados fueron identificados y cuantificados por comparación con el tiempo de retención conocido de los estándares previamente inyectados

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE

Extracción de fenólicos

0,2 g de pulpa homogénea fresca, se colocaron en un tubo para centrífuga a la cual se agregaron 5 mL de metanol acuoso al 80%, la mezcla fue agitada en un vórtex durante 15 min. Seguidamente fue centrifugada a 5,000 rpm, durante 15 min a 5 °C. El sobrenadante (extracto fenólico) fue almacenado a -4 °C hasta su respectivo análisis.

Ensayo DPPH

Se utilizó el método desarrollado por Brand-Williams *et al.* (1995), con algunas modificaciones. A 3,9 mL de una solución del radical DPPH• ($100 \mu\text{M}$) disuelto en metanol al 80%, se añade 0,1 mL del extracto fenólico, filtrado previamente en un filtro de membrana ($0,45 \mu\text{m}$), la mezcla se agitó vigorosamente y se dejó reposar en la oscuridad por 30 minutos a 25°C. Transcurrido ese tiempo se leyó la absorbancia a 517 nm en un espectrofotómetro UV-visible Cary60. La concentración de DPPH• en el medio de reacción se calcula a partir de una curva de calibrado obtenida por regresión lineal. El control consistió en 0,1 mL de metanol acuoso al 80% y 3,9 mL de solución de DPPH•

(100 μ M). Los resultados se expresan en TEAC, o sea, actividad antioxidante equivalente a Trolox (μ mol TE/g de muestra fresca). El antioxidante sintético de referencia Trolox, a una concentración de 5-30 μ M en disolución de metanol al 80%, se ensaya en las mismas condiciones.

Ensayo FRAP

El ensayo FRAP se realizó de acuerdo con Benzie & Strain (1996) con algunas modificaciones. Las soluciones madre incluían tampón de acetato 300 mM (3,1 g de $C_2H_3NaO_2 \cdot 3H_2O$ y 16 ml de $C_2H_4O_2$), pH 3,6, solución de TPTZ (2, 4, 6-tripiridilo-s-triazina) 10 mM en HCl 40 mM y solución de $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ 20 mM. La solución de trabajo se preparó mezclando 25 mL de tampón de acetato, 2,5 ml de solución de TPTZ y 2,5 ml de solución de $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ y luego se incubó a 37 °C antes de cada ensayo. 150 μ L de extracto fenólico se reaccionaron con 2850 μ L de la solución FRAP durante 30 min en condiciones de oscuridad. Luego se tomaron lecturas del producto coloreado a 593 nm. La curva estándar fue lineal entre 20 y 200 μ mol de Trolox. Los resultados se expresan en μ mol TE/g de muestra fresca.

Ensayo ABTS

Se utilizó el método desarrollado por Re *et al.* (1999). La reacción se inició con la adición de 1500 μ l de una solución ABTS^{•+} en buffer PBS (0,70 \pm 0,02 a λ = 734 nm) a 500 μ l del extracto fenólico en una cubeta mantenida a 30 C. Se homogenizó y se dejó reaccionar por 7 minutos, seguidamente se hizo la lectura de absorbancia a una longitud de onda de 734 nm, utilizando un espectrofotómetro UV-visible Cary60. Los resultados se expresan en TEAC (μ mol TE/g de muestra fresca). La curva de calibración para el TEAC se construyó utilizando diferentes concentraciones de Trolox (4-14 μ M) en solución buffer PBS en las mismas condiciones.

Contenido de fenoles totales

Los fenoles totales fueron estimados mediante un método colorimétrico (Velioglu *et al.*, 1998). 100 μ l del extracto fenólico fueron mezclados con 750 μ l del reactivo Foli-Ciocalteu diluido en proporción 1/10 de agua ultra pura. Después de 5 minutos en la oscuridad, 750 μ l de bicarbonato de sodio (60g/l) fueron agregados a la mezcla. Los tubos fueron mantenidos en la oscuridad por 90 minutos a 30 °C, seguidamente se leyó la absorbancia a 725 nm en un espectrofotómetro UV-visible Cary60. El ácido gálico (10-100 μ g) fue utilizado para la construcción de la curva estándar. Los resultados se expresan como mg de ácido gálico/ g de muestra fresca.

ANÁLISIS ESTADÍSTICOS

Todos los análisis fueron realizados por triplicado. Los valores obtenidos se expresaron como la media \pm desviación estándar. Las diferencias estadísticas ($p < 0,05$) fueron calculadas mediante un test ANOVA, utilizando el programa SigmaPlot 11,0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

VALOR NUTRICIONAL DE LOS FRUTOS DE PALMERAS

En la Tabla 1 se muestra la composición proximal tales como la humedad, cenizas, proteínas, lípidos, fibras y carbohidratos, mientras que en la Tabla 2 se muestra el contenido de minerales de los frutos de las cuatro especies de palmeras. Los resultados mostraron que las composiciones proximales de estos frutos de palmeras son similares a los reportados para estas especies, en general las cuatro especies de palmeras presentan un buen contenido de proteínas (6,96

- 12,73%) y carbohidratos (9,78-27,31%), siendo *E. precatoria* y *E. oleracea* los valores más altos respectivamente. Los frutos de *O. bataua* presentan el mayor contenido de lípidos totales (15,43%), valor similar (14,4%) a lo reportado por Darnet *et al.* (2011), y superior a lo presentado por *E. precatoria* y *E. oleracea*. El análisis de macro nutrientes (Na, Ca, K y Mg) presentó un alto contenido de potasio (182,99-874,78 mg K/100 g de muestra fresca) superior a lo reportado por Vargas-Arana *et al.* (2022) para frutos de *O. bataua*, pero menor a lo reportado por Minighin *et al.* (2020) para *E. oleracea*. Asimismo, los cuatro frutos de palmeras presentaron un moderado a bajo contenido de sodio (15,76-68,82 mg Na/100 g de muestra fresca). En los micro nutrientes (Cu, Zn, Mn, Fe) cabe destacar el buen contenido de cobre (0,52-1,17 mg Cu/100 g de muestra fresca) y manganeso (1,58-3,41 mg Mn/100 g de muestra fresca) en los cuatro frutos

de palmeras, cuyos valores son equivalentes a la cantidad diaria recomendada en personas adultas para estos dos minerales, Cu (1 mg) y Mn (2 mg) (García-Gabarra *et al.*, 2017). La diferencia en los valores del contenido de minerales con respecto a otros autores, puede estar relacionada con la época de colecta del fruto de estas especies de palmeras, tal y como lo reporta Sanabria & Sangronis (2007) para *E. oleracea*.

PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y COMPOSICIÓN DE ÁCIDOS GRASOS DE LOS ACEITES DE FRUTOS DE PALMERAS

En la tabla 3, se presentan las características físico-químicas de los aceites crudos extraídos de los cuatro frutos de palmeras amazónicas. Los índices de acidez de los aceites fueron relativamente altos, siendo el de *O. mapora* (3,56 mg KOH/g) el único valor que se encuentra por debajo de lo

Tabla 1. Composición proximal de los frutos de palmeras

Especies	Humedad	Cenizas	Lípidos	Proteína	Fibra	Carbohidratos
<i>O. bataua</i>	31,68 ± 0,39 ^a	1,11 ± 0,02 ^a	15,43 ± 0,66 ^a	7,87 ± 0,37 ^a	12,58 ± 0,27 ^a	31,33
<i>O. mapora</i>	45,15 ± 0,43 ^b	0,83 ± 0,02 ^b	13,63 ± 0,49 ^b	6,96 ± 0,17 ^b	9,78 ± 0,38 ^b	23,65
<i>E. oleracea</i>	43,62 ± 0,35 ^c	1,54 ± 0,01 ^c	1,78 ± 0,04 ^c	7,22 ± 0,15 ^b	18,89 ± 0,42 ^c	26,95
<i>E. precatoria</i>	26,04 ± 0,16 ^d	0,88 ± 0,03 ^d	5,75 ± 0,28 ^d	12,73 ± 0,21 ^c	27,31 ± 0,98 ^d	27,29

Cada valor representa las medias ± DE de tres repeticiones, n = 3, mientras que letras diferentes en la misma columna indican una diferencia significativa usando la prueba de Tukey al nivel de significancia de 0,05 (p < 0,05).

Tabla 2. Contenido de minerales (mg/100 g de muestra fresca) de frutos de palmeras

Especies	Na	Ca	K	Mg	Cu	Zn	Mn	Fe
<i>O. bataua</i>	36,78 ± 0,92 ^a	72,37 ± 1,26 ^a	521,06 ± 9,89 ^a	27,26 ± 0,93 ^a	0,52 ± 0,02 ^a	0,48 ± 0,01 ^a	1,58 ± 0,05 ^a	1,08 ± 0,03 ^a
<i>O. mapora</i>	15,76 ± 0,52 ^b	25,71 ± 0,70 ^b	182,99 ± 1,73 ^b	19,88 ± 0,54 ^b	0,67 ± 0,03 ^b	1,75 ± 0,04 ^b	1,63 ± 0,07 ^b	1,34 ± 0,05 ^b
<i>E. oleracea</i>	38,24 ± 1,03 ^c	247,93 ± 2,95 ^c	874,78 ± 8,51 ^c	69,90 ± 2,57 ^c	1,17 ± 0,05 ^c	2,54 ± 0,07 ^c	3,41 ± 0,07 ^c	1,74 ± 0,05 ^c
<i>E. precatoria</i>	68,82 ± 1,08 ^d	104,80 ± 1,06 ^d	454,56 ± 5,49 ^d	29,25 ± 0,89 ^a	0,83 ± 0,03 ^d	0,68 ± 0,03 ^d	2,25 ± 0,05 ^d	0,86 ± 0,03 ^d

Cada valor representa las medias ± DE de tres repeticiones, n = 3, mientras que letras diferentes en la misma columna indican una diferencia significativa usando la prueba de Tukey al nivel de significancia de 0,05 (p < 0,05).

establecido en el Codex alimentarius (FAO, 2021), que, en su norma general para grasas y aceites comestibles no regulados por normas individuales, establece que el valor de índice de acidez no debe ser mayor a 4 mg KOH/g de grasa o aceite virgen. Estos valores altos se pueden deber al tipo de extracción con que se obtienen los aceites, que en el caso de aceites extraídos con solventes orgánicos el índice de acidez es mucho mayor que por otras técnicas (Ortega-Romero *et al.*, 2015). Los índices de peróxidos se encuentran por debajo de los considerados como requisitos de calidad para los aceites crudos establecidos en el Codex

Alimentarius (FAO, 2021). Los cuatro aceites presentaron un bajo índice de saponificación, lo cual nos indica que los ácidos grasos que conforman los aceites corresponden a ácidos grasos de cadena larga (Rodríguez *et al.*, 2016). Los valores de índice de yodo de los aceites de *O. bataua*, *E. oleracea* y *E. precatoria* difieren a lo reportado anteriormente para estas especies (Chávez-Yela *et al.*, 2020; Souza *et al.*, 2017; Ortega-Romero *et al.*, 2015), sin embargo, el índice de saponificación (166.31 mg KOH/g) e índice de Yodo (71,02 g I/100 g) del aceite de *O. bataua* son similares a lo reportado por Cardona *et al.* (2012) (165,19 mg

Tabla 3. Propiedades fisicoquímicas de los aceites crudos de frutos de palmeras

Análisis fisicoquímicos	<i>O. bataua</i>	<i>O. mapora</i>	<i>E. oleracea</i>	<i>E. precatoria</i>
Índice de acidez (mg KOH/g)	6,34 ± 0,22 ^a	3,56 ± 0,11 ^b	5,61 ± 0,16 ^c	4,34 ± 0,21 ^d
Índice de peróxidos (meqO ₂ /Kg)	8,32 ± 0,19 ^a	9,46 ± 0,32 ^b	8,94 ± 0,32 ^{ab}	8,24 ± 0,23 ^a
Índice de saponificación (mg KOH/g)	154,21 ± 3,94 ^a	166,31 ± 4,42 ^b	146,32 ± 3,05 ^{ac}	142,43 ± 2,17 ^c
Índice de yodo (g I/100 g)	56,32 ± 1,19 ^a	71,02 ± 1,68 ^b	49,45 ± 1,27 ^c	51,32 ± 1,12 ^c
Materia insaponificable (%)	0,20 ± 0,01 ^a	0,23 ± 0,01 ^b	0,24 ± 0,01 ^b	0,22 ± 0,01 ^{ab}

Cada valor representa las medias ± DE de tres repeticiones, n = 3, mientras que letras diferentes en la misma fila indican una diferencia significativa usando la prueba de Tukey al nivel de significancia de 0,05 (p < 0,05).

Tabla 4. Composición de ácidos grasos en los aceites de frutos de palmeras

Ácidos grasos (%)	<i>O. bataua</i>	<i>O. mapora</i>	<i>E. oleracea</i>	<i>E. precatoria</i>
Mirístico (C14:0)	-	0,09 ± 0,00 ^b	0,11 ± 0,00 ^c	0,07 ± 0,00 ^d
Palmítico (C16:0)	14,77 ± 0,22 ^a	23,53 ± 0,14 ^b	18,65 ± 0,42 ^c	14,93 ± 0,25 ^a
Palmitoleico (C16:1)	0,85 ± 0,02 ^a	0,23 ± 0,00 ^b	2,58 ± 0,04 ^c	0,50 ± 0,02 ^d
Estearico (C18:0)	1,96 ± 0,04 ^a	5,60 ± 0,03 ^b	1,02 ± 0,02 ^c	3,76 ± 0,17 ^d
Oleico (C18:1)	80,65 ± 1,41 ^a	51,40 ± 0,34 ^b	65,68 ± 0,85 ^c	72,35 ± 1,26 ^d
Linoleico (C18:2)	1,31 ± 0,03 ^a	18,65 ± 0,48 ^b	11,27 ± 0,24 ^c	7,63 ± 0,28 ^d
Linolénico (C18:3)	0,46 ± 0,02 ^a	-	0,69 ± 0,03 ^c	0,76 ± 0,03 ^d
Araquidónico (C20:4)	-	0,50 ± 0,02	-	-
Saturados	16,73	29,22	19,78	18,76
Monoinsaturados	81,50	51,63	68,26	72,85
Poliinsaturados	1,77	19,15	11,96	8,39

Cada valor representa las medias ± DE de tres repeticiones, n = 3, mientras que letras diferentes en la misma fila indican una diferencia significativa usando la prueba de Tukey al nivel de significancia de 0,05 (p < 0,05).

KOH/g y 71,64 g l/100g), respectivamente para el aceite de esta especie extraído con solvente éter petróleo. En cuanto a materia insaponificable, todos los aceites presentaron valores bajos, concordante con lo reportado para aceites extraídos de pulpas de frutos (Quispe *et al.*, 2009). Con respecto al perfil de ácidos grasos, para los cuatro aceites se observa la presencia en forma mayoritaria del ácido oleico (51,40-80,65%), seguido del ácido palmítico (14,77-23,53%), porcentajes similares a los reportados anteriormente para estas especies (Mosquera *et al.*, 2013; Sotero *et al.*, 2013; Vargas-Arana *et al.*, 2022). Cabe destacar el buen contenido de ácido linoleico para *O. mapora*, con un porcentaje (18,65%), muy superior a lo reportado anteriormente para esta especie (Mosquera *et al.*, 2013). Todos los aceites presentan un alto porcentaje de ácidos grasos insaturados (70,78 – 83,27%).

ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO DE FENOLES TOTALES DE LOS FRUTOS DE PALMERAS

En este estudio hemos empleado los métodos de DPPH, FRAP y ABTS, que son los métodos más aplicados para este tipo de estudios (Kuskoski *et al.*, 2005), además, del contenido fenoles totales, todos medidos por espectrofotometría. En la Tabla 5, se muestran las capacidades antioxidantes de los frutos de palmeras por los dos métodos.

Dependiendo del método utilizado se pueden presentar algunas diferencias. Haciendo una comparación entre las cuatro muestras evaluadas, la pulpa de *O. mapora* fue la que presentó mejor actividad antioxidante en las tres pruebas. Los resultados de actividad antioxidante mostrados en esta investigación son menores a lo reportado por Rezaire *et al.* (2014) para *O. bataua* y *E. oleracea* con valores de 2292,5 $\mu\text{mol TE/g}$ de extracto seco y 2447,2 $\mu\text{mol TE/g}$ de extracto seco, respectivamente por el método antirradical de DPPH, y valores de 2471,5 $\mu\text{mol TE/g}$ de extracto seco y 1943,3 $\mu\text{mol TE/g}$ de extracto seco, respectivamente por el método de TEAC, y superiores a lo reportado por Rufino *et al.* (2010) para *E. oleracea* por el método de ABTS (15.1 $\mu\text{mol TE/g}$) y FRAP (32.1 $\mu\text{mol TE/g}$). Asimismo, Kang *et al.* (2012), reporta una actividad antioxidante por el método de DPPH para *E. oleracea* y *E. precatória* de 133,4 $\mu\text{mol TE/g}$ de pulpa seca y 320,3 $\mu\text{mol TE/g}$ de pulpa seca, respectivamente. Esta discrepancia en los valores se debe a que dichos autores evaluaron la capacidad antioxidante tanto de extractos como de pulpa seca, a diferencia de nosotros que evaluamos la pulpa fresca. Sin embargo, estos valores de los cuatro frutos de palmeras son superiores a los reportados para otras frutas exóticas como papaya, piña, ciruela, guanábana, anona y tamarindo (Almeida *et al.*, 2011). Cabe mencionar que los valores de actividad antioxidante se encuentran relacionados con

Tabla 5. Capacidad antioxidante y fenoles totales de frutos de palmeras

Especies	DPPH ($\mu\text{mol TE/g MF}$)	FRAP ($\mu\text{mol TE/g MF}$)	ABTS ($\mu\text{mol TE/g MF}$)	Fenoles Totales (mg AG/g MF)
<i>O. bataua</i>	82,13 \pm 1,25 ^a	122,13 \pm 2,34 ^a	156,87 \pm 2,37 ^a	167,65 \pm 2,47 ^a
<i>O. mapora</i>	116,58 \pm 1,29 ^b	165,04 \pm 4,72 ^b	239,22 \pm 2,88 ^b	314,07 \pm 3,64 ^b
<i>E. oleracea</i>	37,24 \pm 1,11 ^c	56,19 \pm 2,09 ^c	78,34 \pm 1,35 ^c	120,34 \pm 1,99 ^c
<i>E. precatória</i>	65,12 \pm 0,87 ^d	81,63 \pm 2,49 ^d	119,23 \pm 2,14 ^d	138,54 \pm 3,67 ^d

Cada valor representa las medias \pm DE de tres repeticiones, n = 3, mientras que letras diferentes en la misma columna indican una diferencia significativa usando la prueba de Tukey al nivel de significancia de 0.05 (p < 0,05).

MF: Muestra fresca

el contenido de fenoles totales y muestran una fuerte correlación en los ensayos de actividad antioxidante DPPH ($r=0,9283$, $p<0,001$), FRAP ($r=0,9273$, $p<0,001$) y ABTS ($r=0,9640$, $p<0,001$).

Cada valor representa las medias \pm DE de tres repeticiones, $n = 3$, mientras que letras diferentes en la misma columna indican una diferencia significativa usando la prueba de Tukey al nivel de significancia de 0,05 ($p < 0,05$).

CONCLUSIONES

En este estudio se investigó el potencial nutracéutico de cuatro frutos de palmeras muy consumidos en la Amazonía peruana. Los resultados de los análisis químicos y fisicoquímicos revelaron que estos frutos poseen un alto valor nutritivo, teniendo un contenido importante de proteínas, lípidos y fibra. Asimismo, presentaron un alto contenido de potasio, cobre y manganeso. Los aceites de los cuatro frutos son ricos en ácidos grasos insaturados con porcentajes superiores al 70,78%, siendo el ácido oleico el mayoritario en todos los casos (51,40-80,65%). Estos resultados nos dan a entender que el consumo moderado de los aceites que contienen los frutos de *O. bataua*, *O. mapora*, *E. oleracea* y *E. precatatoria*, podrían ayudar a disminuir los niveles de colesterol malo y aumentar el colesterol bueno, y de esta manera contribuir a la prevención de enfermedades cardiovasculares. Con respecto a la capacidad antioxidante los cuatro frutos presentaron una actividad superior a otros frutos de consumo masivo, siendo el fruto de *O. mapora* la que presentó mejor actividad en los tres ensayos (DPPH, FRAP y ABTS), y esto se relaciona con su buen contenido de fenoles totales. Estas características les confieren a estos cuatro frutos, buenas propiedades nutricionales con un gran potencial para la elaboración de alimentos funcionales o complementos alimenticios.

AGRADECIMIENTOS

Esta investigación fue financiada por Concytec a través de su unidad ejecutora ProCiencia [Contrato N° 101-2018-FONDECYT].

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Almeida, M.M.B.; de Sousa, P.H.M.; Arriaga, A.M.C.; do Prado, G.M.; Magalhaes, C.E.C.; Maia, G.A.; de Lemos, T.L.G. 2011. Bioactive compounds and antioxidants activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. *Food Research International*, 44: 2155-2159. DOI: 10.1016/j.foodres.2011.03.051
- AOAC (Association of Official Agricultural Chemists). 2005. *Official Methods of Analysis of the AOAC*. 18 th ed. Washington, D.C.
- Balslev, H.; Grandez, C.; Paniagua Zambrana, N.Y.; Moller, A.L.; Hansen, S.L. 2008. Palmas (Arecaceae) útiles en los alrededores de Iquitos, Amazonía Peruana. *Revista Peruana de Biología*, 15(Supl. 1): 121-132.
- Benzie, I.F.F.; Strain, J.J. 1999. Ferric reducing/antioxidant power assay: direct measure of total antioxidant activity of biological fluids and modified version for simultaneous measurement of total antioxidant power and ascorbic acid concentration. *Methods in Enzymology*, 299: 15-27.
- Brand-Williams, W.; Cuvelier, M.E.; Berset, C. 1995. Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT Food Science and Technology*, 28(1): 25-30. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0023-6438\(95\)80008-5](https://doi.org/10.1016/S0023-6438(95)80008-5)
- Cárdenas, G.; Arrazola, G.; Villalba, M. 2015. Frutas tropicales: fuente de compuestos bioactivos naturales en la industria de alimentos. *Ingenium*, 17(33): 29-40.
- Cardona, J.E.; Carrillo, M.P.; Mosquera, D.M.; Gutiérrez, R.H.; Hernández, M.F. 2012.

- Evaluación de métodos de extracción del aceite de mil pesillos (*Oenocarpus mapora*). *Vitae*, 19(Supl. 1): S183-S185.
- Cardona, J.E.C.; Carrillo, M.P.; Lares, M.; Gutiérrez, R.H.; Hernández, M.S.; Fernández-Trujillo, J.P. 2013. Bioactive compounds in new food products from Amazonic Fruits. *Foods*, 1: 1-x. DOI: <https://doi.org/10.3390/bpqn2013-01193>
- Chávez-Yela, J.A.; Ortiz Tobar, D.P.; Bahos Ordoñez, E.M.; Ordoñez Forero, G.A.; Villota Padilla, D.C. 2020. Análisis del perfil de ácidos grasos y propiedades fisicoquímicas del aceite de palma mil pesillos (*Oenocarpus bataua*). *Perspectivas en Nutrición Humana*, 22(2): 175-188. DOI: <https://doi.org/10.17533/udea.penh.v22n2a05>
- Darnet, S.H.; Meller da Silva, L.H.; da Cruz Rodrigues, A.M.; Lins, R.T. 2011. Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritia flexuosa*) and patawa (*Oenocarpus bataua*) fruit pulp from the Amazon region. *Food Science and Technology*, 31(2): 488-491. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612011000200032>
- FAO. 2021. Codex Alimentarius: *Normas internacionales de los alimentos CX19-1981*. (<https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/list-standards/es/>) Acceso: 22/10/2021.
- García-Gabarra, A.; Castellá Soley, M.; Calleja Fernández, A. 2017. Ingestas de energía y nutrientes recomendadas en la Unión Europea: 2008-2016. *Nutrición Hospitalaria*, 34: 490-498. DOI: <http://dx.doi.org/10.20960/nh.937>
- González, A. 2007. *Frutales nativos amazónicos: patrimonio alimenticio de la humanidad*. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos. 76pp.
- Kang, J.; Thakali, K.M.; Xie, C.; Kondo, M.; Tong, Y.; Ou, B.; Jensen, G.; Medina, M.B.; Schauss, A.G.; Wu, X. 2012. Bioactivities of açai (*Euterpe precatória* Mart.) fruit pulp, superior antioxidant and anti-inflammatory properties to *Euterpe oleracea* Mart. *Food Chemistry*, 133: 671-677. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.01.048>
- Kuskoski, E.M.; Asuero, A.G.; Troncoso, A.M.; Mancini-Filho, J.; Fett, R. 2005. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. *Food Science and Technology*, 25(4): 726-732. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400016>
- Martínez-Navarrete, N.; Camacho Vidal, M.M.; Martínez Lahuerta, J.J. 2008. Los compuestos bioactivos de las frutas y sus efectos en la salud. *Actividad Dietética*, 12(2): 64-68. DOI: [https://doi.org/10.1016/S1138-0322\(08\)75623-2](https://doi.org/10.1016/S1138-0322(08)75623-2)
- Minighin, E.C.; de Souza, K.F.; Valenzuela, V.C.T.; Couto e Silva, N.O.; Anastácio, L.R.; Labanca, R.A. 2020. Effect of in vitro gastrointestinal digestion on the mineral content, phenolic compounds, and antioxidant capacity of commercial pulps of purple and white açai (*Euterpe oleracea* Mart.). *Journal of Food Science and Technology*, 57: 1740-1752. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13197-019-04207-5>
- Mosquera, D.M.; Carrillo, M.P.; Gutiérrez, R.H.; Díaz, R.O.; Hernández, M.S.; Fernández-Trujillo, J.P. 2013. Microwave technology applied to natural ingredient extraction from Amazonian fruits. *Foods*, 1:1-x manuscripts. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10x000x>
- Muñoz, A.M.; Casimiro-Gonzales, S.; Gómez-Coca, R.B.; Moreda, W.; Best, I.; Cajo-Pinche, M.I.; Loja, J.F.; Ibañez, E.; Cifuentes, A.; Ramos-Escudero, F. 2022. Comparison of Four Oil Extraction Methods for Sinami Fruit (*Oenocarpus mapora* H. Karst): Evaluating Quality, Polyphenol Content and Antioxidant Activity. *Foods*, 11: 1518. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11101518>

- Sanabria, N.; Sangronis, E. 2007. Caracterización del acai o manaca (*Euterpe oleracea* Mart.): un fruto del Amazonas. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 57(1): 94-98.
- Ortega-Romero, E.; Jurado Teixeira, B.; Ramos Llica, E.; Zamudio Malpartida, K.; Aparicio Aquisé, E. 2015. Caracterización fisicoquímica y evaluación de la actividad antioxidante del aceite de *Euterpe precatoria* Mart. obtenido por diferentes métodos de extracción. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 81(1): 33-43.
- Pérez-Peña, P.E.; Ramos-Rodríguez, M.C.; Díaz-Alván, J.; Zárate-Gómez, R.; Mejía, K (Eds.). 2019. Biodiversidad en la cuenca alta del Putumayo, Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, Iquitos, Perú. 155 pp.
- Quispe, F.; Ayala, M.; Ingunza, G.; Landeo, E.; Pascual, G. 2009. Caracterización de aceites de tortas y harinas de frutos de unguurahui (*Jessenia polycarpa*) y aguaje (*Mauritia flexuosa* L.) de la Amazonía peruana. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 75(2): 243-253.
- Re, R.; Pellegrini, N.; Proteggente, A.; Min, Y.; Rice-Evans, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9-10): 1231-1237. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Rezaire, A; Robinson, J-C; Bereau, D; Verbaere, A; Sommerer, N; Khan, M.K; Durand, P; Prost, E; Fils-Lycaon, B. 2014. Amazonian palm *Oenocarpus bataua* ("patawa"): Chemical and biological antioxidant activity – Phytochemical composition. *Food Chemistry*, 149: 62-70. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.10.077>
- Rodríguez, J.A.; Maldonado, J.M.; Muro, M.A.; Miranda, L.G. 2016. Índice de saponificación de cinco mantecas determinado mediante un micrómetro. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1(1): 937-942.
- Rodríguez-Leyton, M. 2019. Desafíos para el consumo de frutas y verduras. *Revista de la Facultad de Medicina Humana*, 19(2): 105-112. DOI: <https://doi.org/10.25176/RFMH.v19.n2.2077>
- Rufino, M.S.M.; Alves, R.E.; de Brito, E.S.; Pérez-Jiménez, J.; Saura-Calixto, F.; Mancini-Filho, J. 2010. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. *Food Chemistry*, 121: 996-1002. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037>
- Sosnowska, J.; Ramirez, D.; Millán, B. 2010. Palmeras usadas por los indígenas Asháninkas en la Amazonía Peruana. *Revista Peruana de Biología*, 17(3): 347-352. DOI: <https://doi.org/10.15381/rpb.v17i3.9>
- Sotero, V.; Maco, M.; Merino-Zegarra, C.; Vela, E.; Dávila, E.; García, D. 2013. Caracterización química y evaluación antioxidante de frutos y raíces de *Euterpe oleracea* y *Euterpe precatoria*. *Revista de la Sociedad Química del Perú*. 79(3): 236-242.
- Souza, B.S.F.; Carvalho, H.O.; Ferreira, I.M.; da Cunha, E.L.; Barros, A.S.; Taglialegna, T.; Carvalho, J.C.T. 2017. Effect of the treatment with *Euterpe oleracea* Mart. oil in rats with Triton-induced dyslipidemia. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 90: 542-547. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.biopha.2017.04.005>
- Vargas-Arana, G.; Merino-Zegarra, C.; Rodríguez del-Castillo, A.M.; Quispe, C.; Viveros-Valdez, E.; Simirgiotis, M.J. 2022. Antioxidant, Antiproliferative and Anti-Enzymatic Capacities, Nutritional Analysis and UHPLC-PDA-MS Characterization of Ungurahui Palm Fruits (*Oenocarpus bataua* Mart) from the Peruvian Amazon. *Antioxidants*, 11: 1598. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox11081598>
- Vargas-Arana, G.; Merino-Zegarra, C.; Riquelme-Penaherrera, M.; Nonato-Ramirez, L.; Delgado-Wong, H.; Pertino, M.W.; Parra, C.;

Simirgiotis, M.J. 2021. Antihyperlipidemic and Antioxidant Capacities, Nutritional Analysis and UHPLC-PDA-MS Characterization of Cocona Fruits (*Solanum sessiliflorum* Dunal) from the Peruvian Amazon. *Antioxidants*, 10: 1566. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox10101566>

Velioglu, Y.S.; Mazza, G.; Gao, L.; Oomah, B.D. 1998. Antioxidant Activity and Total Phenolics in Selected Fruits Vegetables, and Grain Products. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(10): 4113-4117. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf9801973>

Recibido: 2 de marzo de 2022 **Aceptado para publicación:** 15 de mayo de 2022