

Artículo de investigación científica y tecnológica

Caracterización fisicoquímica del aceite de pulpa de bacuri *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng. (Arecaceae)

 Michelle Cardoso Coimbra¹,  Débora Maria Moreno Luzia²,  Neuza Jorge^{1*}

¹ Universidad Estadual Paulista-UNESP. São José do Rio Preto, Brasil

² Universidade do Estado de Minas Gerais-UEMG. Frutal, Brasil

* Autor de correspondencia: Universidad Estadual Paulista-UNESP. Departamento de Ingeniería de Alimentos y Tecnología, R. Cristóvão Colombo, 2265 – Jardim Nazareth, 15054-000, São José do Rio Preto, São Paulo, Brasil. neuza.jorge@unesp.br

Recibido: 24 de enero de 2020

Aceptado: 24 de julio de 2020

Publicado: 18 de diciembre de 2020

Editor temático: Jader Rodríguez Cortina (Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria [AGROSAVIA])

Para citar este artículo: Coimbra, M. C., Luzia, D. M. M., & Jorge, N. (2020). Caracterización fisicoquímica del aceite de pulpa de bacuri *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng. (Arecaceae). *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 21(3), e1791. https://doi.org/10.21930/rcta.vol21_num3_art:1791

Resumen

El objetivo del estudio fue caracterizar el aceite de pulpa de bacuri *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng. (Arecaceae) de acuerdo con métodos analíticos oficiales. Los contenidos totales de fenólicos y carotenoides se evaluaron mediante espectrofotometría y la composición de tocoferoles, mediante cromatografía líquida de alta resolución. El perfil de ácidos grasos se realizó por cromatografía de gases a partir de las muestras transesterificadas con hidróxido de potasio en metanol y n-hexano. Según la composición proximal, la pulpa de bacuri registró un 41,5 % de carbohidratos y un 39,2 % de lípidos. En cuanto a las propiedades fisicoquímicas, el aceite presentó un contenido de ácidos grasos libres de 0,7 %, valor de peróxido de 1,4 meq/kg, índice de refracción de 1,463, índice de yodo de 84,3 g I₂/100 g, índice de saponificación de 193,5 mg KOH/g, materia insaponificable de 0,5 % y estabilidad oxidativa de 48,7 h. Los contenidos totales fenólicos, de carotenoides y de tocoferoles fueron de 2,4 mg EAG/g, 243,0 µg/g y 86,8 mg/kg, respectivamente. El aceite de bacuri mostró una composición de ácidos grasos similar a la del aceite de oliva y un alto porcentaje de insaturación, con un 67,3 % de ácidos monoinsaturados y un 11,3 % de poliinsaturados. Los principales ácidos grasos fueron el oleico (67,3 %), el palmítico (13,3 %) y el linoleico (10,5 %). Debido a sus características fisicoquímicas, el aceite de bacuri tiene un gran potencial para ser utilizado en preparaciones alimenticias como aceite de ensaladas o en formulación de margarinas.

Palabras clave: aceites vegetales, composición proximal, compuestos bioactivos, contenido fenólico, propiedades fisicoquímicas

Physicochemical characterization of the pulp oil of bacuri *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng. (Arecaceae)

Abstract

The aim of the study was to characterize the pulp oil of bacuri *Attalea phalerata* Mart. ex Spreng. (Arecaceae) according to official analytical methods. Total phenolic and carotenoids contents were evaluated by spectrophotometry, and tocopherols composition by high-performance liquid chromatography. The fatty acid profile was obtained through gas chromatography from samples transesterified with potassium hydroxide in methanol and n-hexane. According to the proximate composition, bacuri pulp contained 41.5 % carbohydrates and 39.2 % lipids. Regarding its physicochemical properties, the oil showed a free fatty acids content of 0.7 %, a peroxide value of 1.4 meq/kg, a refractive index of 1.463, an iodine number of 84.3 g I₂/100 g, a saponification number of 193.5 mg KOH/g, an unsaponifiable matter of 0.5 %, and 48.7 h of oxidative stability. Total phenolic, carotenoids, and tocopherols contents registered values of 2.4 mg GAE/g, 243.0 µg/g, and 86.8 mg/kg, respectively. The bacuri oil showed a fatty acid composition similar to olive oil and a high percentage of unsaturation, finding 67.3 % of monounsaturated acids, and 11.3 % of polyunsaturated acids. The main fatty acids were oleic (67.3 %), palmitic (13.3 %), and linoleic (10.5 %). Due to its physicochemical characteristics, bacuri oil has a great potential to be used in food preparations, such as salad oil or in margarine formulation.

Keywords: bioactive compounds, phenolic content, physicochemical properties, plant oils, proximate composition

Introducción

Attalea phalerata Mart. ex Spreng., conocida también como bacuri, acuri o guacuri (Negrelle, 2015), es una palmera que pertenece a la familia Arecaceae y tiene una amplia distribución en los estados brasileños de Mato Grosso do Sul y Mato Grosso. La pulpa tiene colores que van del amarillo al naranja debido a la presencia de carotenoides, algunos de los cuales son precursores de vitamina A (Coimbra & Jorge, 2013). Sus frutos se cocen para preparar jugos, gelatinas y helados por su alto valor nutricional y atributos sensoriales (Negrelle, 2015). El aceite de pulpa es rico en ácidos grasos saturados, así como en ácidos poliinsaturados y monoinsaturados, y es utilizado por la población local para aliviar el dolor articular y como tónico capilar (Lima et al., 2017).

Los aceites vegetales ricos en compuestos beneficiosos para la salud tienen una gran demanda debido al interés de los consumidores por la prevención de enfermedades y el fomento de la salud. Estos compuestos pueden ser fenólicos, carotenoides, tocoferoles, antioxidantes y ácidos grasos con un alto contenido de ácidos mono- y poliinsaturados (Parry et al., 2005).

Es sumamente beneficioso incluir ácidos grasos monoinsaturados y poliinsaturados en la dieta alimenticia. Los ácidos grasos poliinsaturados omega-3 son precursores de prostaglandinas, leucotrienos y tromboxanos con actividades antiinflamatorias, anticoagulantes, antiplaquetarias y vasodilatadoras (Calder, 2013). Por otro lado, el grupo de ácidos grasos omega-6 tiene un papel fisiológico importante, pues participa en las actividades de la estructura de la membrana celular e influye en la viscosidad de la sangre, la permeabilidad de los vasos sanguíneos, la acción antiplaquetaria, la presión arterial y las funciones plaquetarias (Arima & Fukuda, 2011). El principal ácido graso monoinsaturado es el ácido oleico. Los estudios demuestran que las dietas ricas en ácido oleico actúan de manera beneficiosa sobre el perfil lipídico y pueden reducir el nivel del colesterol de lipoproteínas de baja densidad (LDL, por su sigla en inglés) y la incidencia de enfermedades cardíacas (Lopez-Huertas, 2010).

Asimismo, se le han atribuido varios beneficios para la salud debido a la acción de los carotenoides, que actúan como antioxidantes contra enfermedades cardiovasculares, ciertos cánceres, trastornos neurológicos y degeneración macular relacionada con la edad y las cataratas. También fortalecen el sistema inmunológico y actúan en la activación de genes y en los procesos inflamatorios modulando la lipoxigenasa (Gama & Sylos, 2007).

Se ha demostrado que las diversas especies de palmeras son fuentes prometedoras de compuestos bioactivos y ácidos grasos insaturados. Sin embargo, no existe mucha información nutricional, química y farmacológica sobre el uso del aceite de pulpa de *Attalea phalerata*, especialmente en lo que respecta a sus

propiedades fisicoquímicas y su composición fenólica y de tocoferoles. Por tanto, es fundamental investigar y cuantificar estos compuestos en el aceite extraído del fruto de la palma bacuri con énfasis en su potencial de uso alimentario o industrial. En consecuencia, este estudio tuvo como objetivo caracterizar la pulpa de bacuri (*A. phalerata*) mediante su composición, su perfil de ácidos grasos y las propiedades fisicoquímicas de su aceite.

Materiales y métodos

Material vegetal

Se analizaron por triplicado muestras compuestas de tres lotes de frutos de bacuri de las regiones sureste y centro-oeste del estado de São Paulo, Brasil. Después de la cosecha, los frutos enteros se lavaron con agua destilada y se secaron a 40 °C durante 3 horas. Luego, la pulpa se separó manualmente de la semilla con un cuchillo de acero y se secó una vez más a 40 °C para reducir su contenido de humedad.

Composición proximal de la pulpa

La composición proximal de la pulpa se estableció a través de las siguientes variables: contenido de humedad por deshidratación en un horno de vacío a 70 °C, según el método Ca 2d-25 de la American Oil Chemists' Society (AOCS, 2009); ceniza por calcinación a 550 °C, según el método Ba 5a-49 (AOCS, 2009); lípidos por extracción Soxhlet con éter de petróleo a 40-60 °C, según el método Bc 3-49 (AOCS, 2009); proteínas mediante la técnica de Kjeldahl, según el método 984.13 de la Association of Official Analytical Chemists (AOAC, 2005), y carbohidratos totales y fibra por diferencia.

Caracterización del aceite extraído de la pulpa de frutas

El aceite utilizado para el análisis se obtuvo a partir de la pulpa de la fruta mediante extracción con éter de petróleo a una temperatura de 40-60 °C en el equipo Soxhlet. El aceite de pulpa de bacuri se caracterizó de acuerdo a los niveles de las siguientes variables: ácido graso libre, índice de peróxido, índice de refracción a 40 °C, índice de yodo, índice de saponificación y estabilidad oxidativa, por medio del método Rancimat (Metrohm Ltd., Herisau, Suiza) a 110 °C con un caudal de aire de 20 L/h, según el método Cd 12b-92 (AOCS, 2009).

Compuestos fenólicos totales

Los compuestos fenólicos totales se calcularon utilizando el reactivo de Folin-Ciocalteu y una curva estándar de ácido gálico, de acuerdo a lo descrito por Singleton y Rossi (1965). El color azul producido por la reducción del fenol de Folin-Ciocalteu se midió espectrofotométricamente (Shimadzu, Kyoto, Japón) a una longitud de onda de 765 nm y se expresó como mg equivalentes de ácido gálico por gramo de aceite (mg EAG/g). La extracción de compuestos fenólicos se realizó según el método propuesto por Parry et al. (2005).

Análisis de carotenoides totales

Los carotenoides totales se determinaron espectrofotométricamente (Shimadzu, Kyoto, Japón) mediante el método descrito por Rodríguez-Amaya (1999) para la extracción de carotenoides. La cuantificación se realizó usando valores de absorción en la longitud de onda de absorción máxima y un valor A de 2.592 en éter de petróleo. Los carotenoides se expresaron como β -caroteno en $\mu\text{g/g}$ de muestra.

Composición de tocoferoles

La composición de los tocoferoles se estableció según el método Ce 8-86 (AOCS, 2009) con un sistema de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC, por su sigla en inglés) equipado con un detector de fluorescencia (Varian Inc., Walnut Creek, EE. UU.). Las condiciones de análisis fueron las siguientes: una columna de sílice de 250 mm \times 4,6 mm i.d. con un tamaño de poro de 0,5 μm (Varian Inc., Walnut Creek, EE. UU.). El sistema funcionó de manera isocrática a un caudal de 1,2 mL/min. Las condiciones operativas fueron una excitación λ de 290 nm, una emisión λ de 330 nm y una fase móvil compuesta por la mezcla de 99,5 % de n-hexano y 0,5 % de isopropanol. Los valores se calcularon con base en el área del pico de excitación de la lectura y se expresaron en mg/100 g.

Composición de ácidos grasos

La composición de ácidos grasos se determinó mediante cromatografía con un cromatógrafo de gases GC 3900 (Varian Inc., Walnut Creek, EE. UU.) equipado con un detector de ionización de llama (GC-FID), que tenía una relación de división de 1:30, una columna capilar de sílice fundida CP-Sil 88 de 60 m de ancho, un diámetro interno de 0,25 mm y un espesor de película de 0,20 μm (Varian Inc., Walnut Creek, EE.UU.). Las muestras se transesterificaron en ésteres metílicos utilizando hidróxido de potasio en metanol y n-hexano, según el método Ce 2-66 (AOCS, 2009). La temperatura inicial de la columna fue de 90 °C durante 4 min, después aumentó 10 °C/min hasta 195 °C y luego se aplicó un procedimiento isotérmico durante 16 min. La temperatura del inyector fue de 230 °C y la del detector fue de 240 °C. El gas portador fue hidrógeno. Los ácidos grasos se identificaron según los tiempos de retención y la cuantificación se realizó mediante el método de área normalizada (%). Como patrón se utilizó una mezcla de 37 ésteres de ácidos grasos (Supelco, Bellefonte, EE. UU.) de C4: 0 a C24: 1, con pureza entre 99,1 y 99,9 %.

Análisis estadístico

Los resultados de las determinaciones analíticas por triplicado se expresaron como media \pm DE (desviación estándar).

Resultados y discusión

Los principales componentes de la pulpa de bacuri fueron los carbohidratos totales (41,5 %), los lípidos (39,2 \pm 0,6 %) y las proteínas (8,5 \pm 0,4 %) (tabla 1). También fue relevante el contenido mineral, representado por la fracción de ceniza (2,7 \pm 0,0 %). Estudios realizados con pulpas de otros frutos de palma como guariroba (*Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.), macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart.) e inajá (*Maximiliana maripa* (Aubl.) Drude) también registraron carbohidratos y lípidos como los

principales constituyentes, lo que demuestra su alto potencial energético (Coimbra & Jorge, 2011; Costa-Singh, 2015). Los niveles de nutrientes de la pulpa de bacuri fueron muy similares a los encontrados en la pulpa liofilizada de açai (*Euterpe oleracea* Mart.). En un estudio anterior, Menezes et al. (2008) hallaron en la pulpa de açai valores de 42,53 % para carbohidratos totales, 40,75 % para lípidos y 8,13 % para proteínas.

Tabla 1. Composición proximal (%) de la pulpa de bacuri

Componentes	Media \pm DE
Humedad	8,1 \pm 0,1
Ceniza	2,7 \pm 0,0
Lípidos	39,2 \pm 0,6
Proteínas	8,5 \pm 0,4
Carbohidratos totales	41,5

DE: desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia

Las propiedades fisicoquímicas del aceite de bacuri se muestran en la tabla 2. El nivel de ácidos grasos libres fue de $0,7 \pm 0,2$ % y el índice de peróxido fue de $1,4 \pm 0,0$ meq/kg. Los bajos valores de acidez y peróxido registrados confirman la buena calidad del aceite de bacuri, relacionada con el desarrollo de reacciones hidrolíticas y oxidativas, respectivamente. La Codex Alimentarius Commission (2009) ha definido como parámetros de calidad un índice de acidez máximo de 4,0 mg KOH/g para los aceites crudos y valores máximos de peróxido de 10 y 15 meq/kg para los aceites crudos y refinados, respectivamente. Los valores reportados por el aceite de bacuri están muy por debajo de estos límites, lo cual indica que es una materia prima, tal como un aceite de alta calidad.

Tabla 2. Propiedades fisicoquímicas del aceite de pulpa de bacuri

Componentes	Media \pm DE
Ácidos grasos libres (%)	0,7 \pm 0,2
Índice de peróxido (meq/kg)	1,4 \pm 0,0
Índice de refracción (40 °C)	1,463 \pm 0,0
Índice de yodo (g I ₂ /100 g)	84,3 \pm 1,2
Número de saponificación (mg KOH/g)	193,5 \pm 1,7
Materia insaponificable (%)	0,50 \pm 0,0
Estabilidad oxidativa (h)	48,7 \pm 0,1
Compuestos fenólicos (mg EAG/g)	2,4 \pm 0,4
Carotenoides totales (µg/g)	243,0 \pm 2,8

DE: desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia

El índice de refracción y el índice de yodo relacionados con el grado de insaturación del aceite fueron $1,463 \pm 0,0$ y $84,3 \pm 1,2$ g I₂/100 g, respectivamente. El índice de refracción y el índice de yodo que presenta el aceite de bacuri son superiores a los valores de otros aceites extraídos de frutos de palma, entre ellos *Syagrus oleracea* o guariroba ($1,453$ y 70 g I₂/100 g, respectivamente), *Syagrus romanzoffiana* (Cham.) Glassman o jerivá ($1,446$ y 69 g I₂/100 g, respectivamente) y *Acrocomia aculeata* o macaúba ($1,455$ y 80 g I₂/100 g, respectivamente) (Coimbra & Jorge, 2011). Estos hallazgos sugieren que el aceite de pulpa de bacuri es más insaturado que los aceites mencionados anteriormente.

El índice de saponificación del aceite de bacuri fue de $193,5 \pm 1,7$ mg KOH/g, similar a la mayoría de los aceites vegetales, que tienen un índice de saponificación entre 181 y 265 mg KOH/g. El aceite de pulpa de bacuri obtuvo un contenido de materia insaponificable de $0,50 \pm 0,0$ %, es decir, por debajo del límite de 1,5 % fijado para los aceites de algodón, girasol, soja, coco y oliva (Codex Alimentarius Commission, 2009).

El índice de estabilidad oxidativa es a menudo un criterio obligatorio dentro de las especificaciones de compra de las empresas alimentarias al adquirir grandes envíos de aceites para la producción de alimentos (Sarkar et al., 2015). La estabilidad oxidativa del aceite de pulpa de bacuri a 110 °C fue de $48,7 \pm 0,1$ h, lo que revela un extenso periodo de inducción. Este valor fue superior al registrado por el aceite de oliva (20,9 h) (Koprivnjak et al., 2008) y por otros aceites también utilizados para cocinar, como los de soja y girasol, que presentan valores de estabilidad oxidativa a 110 °C de 5,85 h y 18,83 h, respectivamente (Sarkar et al., 2015).

En cuanto al contenido total de compuestos fenólicos, el aceite de pulpa de bacuri registró $2,4 \pm 0,4$ mg EAG/g, un valor alto en comparación con los encontrados en otros aceites como soja, girasol, maíz, canola y arroz, que reportaron niveles totales de compuestos fenólicos entre 1,26 y 1,48 mg/100 g (Siger et al., 2008). Los niveles de compuestos fenólicos totales en los aceites de pulpa de guariroba, jerivá y macaúba fueron cercanos al registrado por el aceite de pulpa de bacuri, con valores de 2,68, 3,26 y 2,21 mg EAG/g, respectivamente (Coimbra & Jorge, 2012).

La cantidad de carotenoides presentes en el aceite de pulpa de bacuri, expresada como β -caroteno, fue de $243,0 \pm 2,8$ μ g/g (tabla 2). Esta cantidad fue mucho mayor que la observada en los aceites de semillas de frambuesa, arándano y mora, con un rango de 7,07-16,82 μ g/g (Parry et al., 2005). Otro estudio mostró que el contenido en aceite de germen de maíz (5 μ g/g) y fibra (80,1 μ g/g) también fue menor que el total de carotenoides encontrados en la presente investigación. Por el contrario, el valor del aceite de semilla de maíz (324,5 μ g/g) fue mayor (Moreau et al., 2007).

El aceite de pulpa de bacuri incluyó solo alfa- y delta-tocoferoles (tabla 3), con un valor total de $86,8 \pm 0,6$ mg/kg, siendo el alfa-tocoferol el tipo predominante (86 %). Masson et al. (2008) encontraron un contenido de tocoferol total similar (84 mg/kg) en el aceite de semilla de la palma chilena *Jubaea chilensis* (Molina) Baill. (Arecaceae), con el alfa-tocoferol también como el tipo predominante (45 % del valor total). Generalmente, cantidades más altas de tocoferol están asociadas con el contenido de grasas insaturadas en los aceites (Tuberoso et al., 2007). Así mismo, algunos aceites de palma más saturados mostraron contenidos totales de tocoferol más bajos que el aceite de pulpa de bacuri, incluyendo el aceite de pulpa de guariroba (45,13 mg/kg), aceites de guariroba y semilla de jerivá (19 mg/kg) y aceite de pulpa de macaúba (23,10 mg/kg) (Coimbra & Jorge, 2012).

Tabla 3. Tocoferoles (mg/kg) en el aceite de pulpa de bacuri

Tocoferoles	Media \pm DE
Alfa	74,7 \pm 0,5
Delta	12,1 \pm 0,1
Total	86,8 \pm 0,6

DE: desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia

La composición de ácidos grasos de la pulpa de bacuri se presenta en la tabla 4. El aceite resultó estar compuesto principalmente por ácidos grasos insaturados (78,6 \pm 0,1 %), de los cuales 67,3 \pm 0,1 % son monoinsaturados y 11,3 \pm 0,1 %, poliinsaturados. El ácido oleico fue el ácido graso predominante, por lo que se clasificó como monoinsaturado con un alto contenido de ácido oleico.

Tabla 4. Composición de ácidos grasos (%) del aceite de pulpa de bacuri

Ácidos grasos	Media \pm DE
C8: 0 (caprílico)	0,3 \pm 0,0
C10: 0 (cáprico)	0,2 \pm 0,0
C12: 0 (láurico)	2,1 \pm 0,0
C14: 0 (mirístico)	1,1 \pm 0,0
C16: 0 (palmítico)	13,3 \pm 0,1
C18: 0 (esteárico)	3,7 \pm 0,4
C20: 0 (araquídico)	0,2 \pm 0,0
C22: 0 (behénico)	0,5 \pm 0,1
Σ grasas saturadas	21,4 \pm 0,2
C18: 1 (oleico)	67,3 \pm 0,1
Σ grasas monoinsaturadas	67,3 \pm 0,1
C18: 2 (linoleico)	10,5 \pm 0,1
C18: 3 (α -linolénico)	0,8 \pm 0,0
Σ grasas poliinsaturadas	11,3 \pm 0,1
Saturado/insaturado	1/3,7
Oleico/linolénico	1/0,2

DE: desviación estándar.

Fuente: Elaboración propia

Entre los ácidos grasos poliinsaturados se destacaron el linoleico (10,5 \pm 0,1 %) y el linolénico (0,8 \pm 0,0 %), ambos considerados ácidos grasos esenciales. La tasa entre los ácidos oleico y linoleico fue de 1/0,2. Entre los ácidos grasos saturados, el palmítico fue el tipo predominante (13,3 \pm 0,1 %). Según Lima et al. (2017),

el aceite de *A. phalerata* se compone principalmente de ácidos grasos saturados (20,69 %) e insaturados (78,53 %), de los cuales el 57,66 % son monoinsaturados y el 20,87 %, poliinsaturados. Los ácidos oleico, linoleico y palmítico son los tipos predominantes.

Según McDonald y Eskin (2007), un buen aceite para freír debe tener un perfil muy similar al que presenta el aceite de pulpa de bacuri; es decir, bajo en ácidos grasos saturados, bajo en ácido linoleico, muy bajo en ácido linolénico y muy alto en ácido oleico. Los nuevos aceites vegetales que contienen altos niveles de ácido oleico proporcionan una alternativa a los aceites tradicionales de uso común y son ideales para freír, si se consideran los problemas de salud y estabilidad.

Coimbra y Jorge (2012) analizaron la composición del aceite de pulpa de macaúba y encontraron resultados similares con predominio de ácidos grasos, como los ácidos oleico (52,5 %), palmítico (24,6 %) y linoleico (13,80 %). En un estudio realizado por Luzia y Jorge (2013), los principales ácidos grasos insaturados de *Annona crassiflora* Mart. (Annonaceae) también fueron los ácidos oleico (49,75 %) y linoleico (16,29 %), mientras que el ácido graso saturado predominante fue el palmítico (18,07 %). Según estos autores, este resultado concuerda con el hecho de que el ácido palmítico es el ácido graso saturado más abundante en los lípidos vegetales.

Al comparar la tasa entre el total de los ácidos grasos saturados y el de los insaturados analizados en este estudio con los citados por Borges et al. (2007) para aceites comestibles comunes como maní, maíz y soja, el aceite de pulpa de bacuri (1/3,7) se acercó al valor encontrado en el aceite de maní (1/2,8), mientras que para el aceite de soja esta tasa fue de 1/5,7 y para el maíz la relación fue de 1/6,7.

La composición que mostró el aceite de bacuri (tabla 4) fue muy similar a la del aceite de oliva, con niveles de ácido oleico entre 55-83 %, ácido linoleico entre 3,5-21 % y ácido linolénico de 0,9 % (Codex Alimentarius Commission, 2009). Los estudios sugieren que los efectos beneficiosos del aceite de oliva provienen de su perfil de ácidos grasos único, caracterizado por un nivel relativamente bajo de ácidos grasos poliinsaturados y un nivel alto de ácidos grasos monoinsaturados, principalmente el ácido oleico. Estas son las mismas características registradas en el aceite de bacuri.

Los ácidos grasos monoinsaturados combinados con compuestos bioactivos pueden reducir los niveles de colesterol total y LDL, y pueden proteger contra el deterioro cognitivo relacionado con la edad (Schwingshackl & Hoffmann, 2014). Una dieta rica en ácidos grasos monoinsaturados actúa sobre la resistencia a la oxidación de LDL, contribuye al control metabólico y mejora el perfil lipídico (Pérez-Jiménez et al., 2007).

Conclusiones

Se puede concluir que la pulpa de bacuri es una fuente importante de nutrientes, especialmente de carbohidratos y lípidos. El aceite de bacuri es muy similar al aceite de oliva, con propiedades fisicoquímicas dentro de la normativa que marca la legislación vigente para los aceites vegetales. Además, tiene buena estabilidad oxidativa y alto contenido de compuestos fenólicos, carotenoides y ácidos grasos monoinsaturados, principalmente ácido oleico. Esto demuestra su potencial para convertirse en una

nueva fuente de alto contenido de aceite oleico y compuestos bioactivos y ser utilizado en preparaciones alimentarias como aceite para ensalada o en formulaciones de margarina.

Agradecimientos

Los autores agradecen a la Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) y al Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Descargos de responsabilidad

Los autores declaran no tener ningún conflicto de interés.

Referencias

- Association of Official Analytical Chemists [AOAC]. (2005). *Official Methods of Analysis of AOAC International* (18th ed.). AOAC International.
- American Oil Chemists' Society [AOCS]. (2009). *Official Methods and Recommended Practices of the AOCS*. AOCS Press.
- Arima, M., & Fukuda, T. (2011). Prostaglandin D and T.2 inflammation in the pathogenesis of bronchial asthma. *The Korean Journal of Internal Medicine*, 26(1), 8-18. <https://doi.org/10.3904/kjim.2011.26.1.8>
- Borges, S. V., Maia, M. C., Gomes, R. C., & Cavalcanti, N. B. (2007). Chemical composition of umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam) seeds. *Química Nova*, 30(1), 49-52. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422007000100011>
- Calder, P. C. (2013). Omega-3 polyunsaturated fatty acids and inflammatory processes: nutrition or pharmacology? *British Journal of Clinical Pharmacology*, 75(3), 645-662. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2125.2012.04374.x>
- Codex Alimentarius Commission. (2009). Standard for Named Vegetable Oils. CXS 210-1999. Food and Agriculture Organization of the United States; World Health Organization. <https://bit.ly/35xkVSS>
- Coimbra, M. C., & Jorge, N. (2011). Characterization of the pulp and kernel oils from *Syagrus oleracea*, *Syagrus romanzoffiana*, and *Acrocomia aculeata*. *Journal of Food Science*, 76(8), 1156-1161. <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02358.x>
- Coimbra, M. C., & Jorge, N. (2012). Fatty acids and bioactive compounds of the pulps and kernels of Brazilian palm species, guariroba (*Syagrus oleraces*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) and macaúba (*Acrocomia aculeata*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 92(3), 679-684. <https://doi.org/10.1002/jsfa.4630>
- Coimbra, M. C., & Jorge, N. (2013). Phenolic compounds, carotenoids, tocopherols and fatty acids present in oils extracted from palm fruits. *Boletim do Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos*, 31(2), 309-320. <http://dx.doi.org/10.5380/cep.v31i2.34854>
- Costa-Singh, T. (2015). *Avaliação dos parâmetros físico-químicos e estabilidade de compostos bioativos em óleos de polpa e amêndoa de frutos amazônicos* [Tesis de doctorado, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"]. Repositorio Institucional UNESP. <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/127931>
- Gama, J. J., & Sylos, C. M. (2007). Effect of thermal pasteurization and concentration on carotenoid composition of Brazilian Valencia orange juice. *Food Chemistry*, 100(4), 1686-1690. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2005.01.062>

- Koprivnjak, O., Škevin, D., Valić, S., Majetić, V., Petričević, S., & Ljubenkov, I. (2008). The antioxidant capacity and oxidative stability of virgin olive oil enriched with phospholipids. *Food Chemistry*, *111*(1), 121-126. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2008.03.045>
- Lima, F. F., Traesel, G. K., Menegati, S. E., Dos Santos, A. C., Souza, R. I., Oliveira, V. S., Sanjinez-Argandoña, J., Cardoso, C. A., Oesterreich, S. A., & Vieira, M. C. (2017). Acute and subacute oral toxicity assessment of the oil extracted from *Attalea phalerata* Mart ex Spreng, pulp fruit in rats. *Food Research International*, *91*, 11-17. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.11.019>
- Lopez-Huertas, E. (2010). Health effects of oleic acid and long chain omega-3 fatty acids (EPA and DHA) enriched milks. A review of intervention studies. *Pharmacological Research*, *61*(3), 200-207. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2009.10.007>
- Luzia, D. M., & Jorge, N. (2013). Bioactive substance contents and antioxidant capacity of the lipid fraction of *Annona crassiflora* Mart. seeds. *Industrial Crops and Products*, *42*(1), 231-235. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2012.05.027>
- Masson, L., Camilo, C., & Torija, M. E. (2008). Caracterización del aceite de coquito de palma chilena (*Jubaea chilensis*). *Grasas y Aceites*, *59*(1), 33-38. <https://doi.org/10.3989/GYA.2008.V59.II.487>
- McDonald, B. E., & Eskin, M. N. A. (2007). Role of fat in the diet. In M. D. Erickson (Ed.), *Deep frying; chemistry, nutrition, and practical applications* (2nd ed., pp. 167-171). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-1-893997-92-9.50014-1>
- Menezes, E. M., Torres, A. T., & Srur, A. U. (2008). Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea*, Mart.) liofilizada. *Acta Amazonica*, *38*(2), 311-316. <https://doi.org/10.1590/S0044-59672008000200014>
- Moreau, R. A., Johnston, D. B., & Hicks, K. B. (2007). A comparison of the levels of lutein and zeaxanthin in corn germ oil, corn fiber oil and corn kernel oil. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, *84*, 1039-1044. <https://doi.org/10.1007/s11746-007-1137-2>
- Negrelle, R. R. B. (2015). *Attalea phalerata* Mart. ex spreng.: aspectos botânicos, ecológicos, etnobotânicos e agrônômicos. *Ciência Florestal*, *25*(4), 1061-1066. <https://doi.org/10.5902/1980509820669>
- Parry, J., Su, L., Luther, M., Zhou, K., Yurawecz, M. P., Whittaker, P., & Yu, L. (2005). Fatty acid composition and antioxidant properties of cold-pressed marionberry, boysenberry, red raspberry, and blueberry seed oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, *53*(3), 566-573. <https://doi.org/10.1021/jf048615t>
- Pérez-Jiménez, F., Ruano, J., Pérez-Martínez, P., López-Segura, F., & López-Miranda, J. (2007). The influence of olive oil on human health: not a question of fat alone. *Molecular Nutrition & Food Research*, *51*(10), 1199-1208. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200600273>
- Rodriguez-Amaya, D. B. (1999). *A guide to carotenoids analysis in food*. ILSI Press.
- Sarkar, A., Golay, P., Acquistapace, S., & Craft, B. D. (2015). Increasing the oxidative stability of soybean oil through fortification with antioxidants. *International Journal of Food Science and Technology*, *50*(3), 666-673. <https://doi.org/10.1111/ijfs.12671>
- Schwingshackl, L., & Hoffmann, G. (2014). Monounsaturated fatty acids, olive oil and health status: a systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Lipids in Health and Disease*, *13*, 154. <https://doi.org/10.1186/1476-511X-13-154>
- Siger, A., Nogala-Kalucka, M., & Lampart-Szczapa, E. (2008). The content and antioxidant activity of phenolic compounds in cold-pressed plant oils. *Journal of Food Lipids*, *15*(2), 137-149. <https://doi.org/10.1111/j.1745-4522.2007.00107.x>
- Singleton, V. L., & Rossi, J. A. (1965). Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *American Journal of Enology and Viticulture*, *16*(3), 144-158.
- Tuberoso, C. I., Kowalczyk, A., Sarritzu, E., & Cabras, P. (2007). Determination of antioxidant compounds and antioxidant activity in commercial oilseeds for food use. *Food Chemistry*, *103*(4), 1494-1501. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.08.014>