



Revista Colombiana de Química

ISSN: 0120-2804

[orodriguez@unal.edu.co](mailto:orodriguez@unal.edu.co)

Universidad Nacional de Colombia  
Colombia

Restrepo, Jaime; Estupiñán, Jaime A.; Colmenares, Ana J.  
Estudio comparativo de las fracciones lipídicas de *Bactris gasipaes* Kunth (chontaduro)  
obtenidas por extracción soxhlet y por extracción con CO<sub>2</sub> supercrítico  
Revista Colombiana de Química, vol. 45, núm. 1, 2016, pp. 5-9  
Universidad Nacional de Colombia  
Bogotá, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=309046631001>

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

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal

Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto



Jaime Restrepo<sup>1,\*</sup>, Jaime A. Estupiñán<sup>1</sup>, Ana J. Colmenares<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Química, Facultad de Ciencias Naturales y Exactas, Universidad del Valle, Ciudad Uniersitaria Meléndez. Cali, Colombia. Calle 13 #100-00, edificio 320, oficina 2079. Tel: 3212180 ext. 104-121. Código Postal: 25360.

**Autor para correspondencia:** jaime.restrepo@correounivalle.edu.co

Recibido: 15 de enero de 2016. Aceptado: 11 de febrero de 2016.

## Estudio comparativo de las fracciones lipídicas de *Bactris gasipaes* Kunth (chontaduro) obtenidas por extracción soxhlet y por extracción con CO<sub>2</sub> supercrítico

### Resumen

Se determinó el efecto de dos métodos de extracción sobre el rendimiento y composición de extractos lipídicos de pulpa de chontaduro (*Bactris gasipaes* Kunth), cosechados en cuatro localidades del pacífico colombiano. Los métodos de extracción fueron soxhlet con hexano y extracción por fluido supercrítico con CO<sub>2</sub> (EFS CO<sub>2</sub>) a 26,890 MPa y 330 K.

Para los cuatro ecotipos estudiados, los resultados muestran un mayor rendimiento de extracción por el método EFS CO<sub>2</sub> (4,03-8,28% *p/p*) en comparación al método soxhlet (1,5-2,73% *p/p*). La caracterización de los lípidos de los diferentes ecotipos, realizada a través de cromatografía de gases con detector de ionización de llama (FID), muestra un alto contenido de ácidos grasos insaturados, similar al aceite de oliva y otras oleaginosas: 36,23-51,89% *p/p* de ácido oleico, 2,38-8,82% *p/p* de ácido linoleico, y 0,22-1,58% *p/p* de ácido linolénico, no presentando diferencias significativas de dichos contenidos para ambos métodos. El contenido de lípidos del fruto de chontaduro, corroboran su potencial como una muy buena fuente de ácidos grasos esenciales.

**Palabras clave:** chontaduro, fluidos supercríticos, soxhlet, *Bactric gasipaes* Kunth.

## Comparative study of lipid fractions from *Bactris gasipaes* Kunth (peach palm) obtained by soxhlet and supercritic CO<sub>2</sub> extraction

### Abstract

The efficiency and composition of lipid extracts of peach palm pulp (*Bactris gasipaes* Kunth), harvested in four different locations in the Colombian Pacific region, were evaluated by two different extraction methods. Soxhlet extraction method with hexane as a solvent, and supercritical fluid CO<sub>2</sub> extraction method (SFE CO<sub>2</sub>) at 26,890 MPa and 330 K were tested.

Results showed a higher efficiency for the SFE CO<sub>2</sub> method (4.03-8.28% *w/w*) as compared to the soxhlet method (1.5-2.73% *w/w*) for four ecotypes or crops. Furthermore, the lipids characterization of the different ecotypes, performed by gas chromatography with a flame ionization detector (FID), showed a high content of unsaturated fatty acids, olive oil-like, with 36.23-51.89% *w/w* oleic acid, 2.38-8.82% *w/w* linoleic acid, and 0.22-1.58% *w/w* linolenic acid. The lipid content of peach palm fruit corroborate its potential as a very goodsource of essential fatty acids.

**Keywords:** peachpalm, supercritical fluids, soxhlet, *Bactric gasipaes* Kunth.

## Estudo comparativo da fração lipídica do *Bactris gasipaes* Kunth (pupunha) obtida por extração soxhlet e extração com CO<sub>2</sub> supercrítico

### Resumo

Determinou-se o efeito de dois métodos de extração sobre o rendimento e a composição dos lipídios da polpa de pupunha (*Bactris gasipaes* Kunth), colhidas em quatro localidades da região do pacífico colombiano. Foram avaliadas as diferenças entre os métodos de extração soxhlet com hexano e extração por fluido supercrítico com CO<sub>2</sub> (EFS CO<sub>2</sub>) a 26,890 MPa e 330 K.

Para os quatro ecótipos estudados, os resultados mostram aumento de rendimento de extração pelo método CO<sub>2</sub> EFS (4,03-8,28% *p/p*) em comparação com o método soxhlet (1,5-2,73% *p/p*). Além disso, a caracterização dos lipídios dos diferentes ecótipos usando cromatografia em fase gasosa com detetor de ionização de chama (FID), mostra um alto conteúdo de ácidos graxos insaturados, similar ao azeite de oliva e outras oleaginosas, com 36,23-51,89% *p/p* de ácido oléico, 2,38-8,82% *p/p* de ácido linoléico e 0,22-1,58% *p/p* de ácido linolênico, não apresentando diferenças significativas de tais conteúdos para ambos métodos. Além disso, o conteúdo dos lipídios da fruta pupunha corroboram o seu potencial como uma boa fonte de ácidos graxos essenciais.

**Palavras-Chave:** pupunha, fluidos supercríticos, soxhlet, *Bactric gasipaes* Kunth.

## Introducción

El chontaduro o pejibaye (*Bactris gasipaes* Kunth) es una especie de palma nativa del trópico cálido húmedo de América Latina, integrada al desarrollo social de los pobladores de la Amazonía, y de la región pacífica colombiana. Esta especie, cuyo fruto hace parte de la dieta urbana y rural de la región, tiene un gran potencial en el mercado internacional, tanto en Europa como en Estados Unidos (1), debido a sus propiedades nutricionales y funcionales y su utilidad en la industria cosmética (1, 2).

Teniendo en cuenta los resultados de estudios publicados anteriormente (2), relacionados con la fracción lipídica de esta especie de palma, el perfil de ácidos grasos saturados e insaturados del chontaduro es comparable con algunas especies de importancia comercial como la oliva y otras oleaginosas. Por tanto, esta especie de palma representa una alternativa relevante para la producción agrícola de la zona del litoral pacífico.

Para la extracción de estos lípidos pueden ser implementados diferentes métodos, que requieren de un disolvente como agente de extracción: las técnicas que utilizan compuestos orgánicos (soxhlet) y la extracción con CO<sub>2</sub> supercrítico. Estas técnicas están diseñadas para extraer eficientemente triglicéridos y otros lípidos no polares de los alimentos que tienen bajo contenido de humedad (3). La extracción por fluidos supercríticos, principalmente con dióxido de carbono, está siendo aplicada actualmente a muchos productos vegetales (4), observándose numerosas ventajas con respecto a los métodos convencionales de extracción: seguridad ambiental (no es tóxico, ni inflamable, ni corrosivo y es selectivo), bajo costo, baja temperatura crítica (304,1 K) y una presión crítica moderada, relativamente fácil de alcanzar (5-7).

Considerando lo anterior, es necesario explorar métodos de extracción alternativos que puedan ofrecer mayores beneficios y reduzcan los impactos negativos sobre el producto final y el ambiente. Por esta razón, se planteó como objetivo principal de esta investigación, comparar la eficiencia de extracción y el perfil lipídico de los extractos obtenidos de diferentes ecotipos de chontaduro, obtenidos por los métodos de extracción con fluido supercrítico de CO<sub>2</sub> y soxhlet.

## Materiales y métodos

### Toma de muestras

Se trabajó con la pulpa de frutos de cuatro ecotipos de chontaduro, pertenecientes a dos variedades denominadas *B.g. var chichagui* (silvestre), nativa del departamento del Cauca y *B.g. var gasipaes* (cultivada), proveniente de las costas vallecaucanas y nariñenses (8). Los frutos fueron cosechados en su madurez de consumo comercial después de cuatro meses de iniciada la floración.

La clasificación botánica de los especímenes fue realizada en la sección de Botánica del Departamento de Biología de la Universidad del Valle. El primer ecotipo, denominado rojo cauca (RC), pertenece a la variedad silvestre. Los otros tres ecotipos, denominados rojo (R), amarillo (A) y verde costeño (V), son representantes de la variedad cultivada. En esta última variedad, el nombre “costeño” hace referencia al lugar de procedencia de estos ecotipos, a saber, la costa vallecaucana y nariñense.

**Tabla 1.** Características físicas de los cuatro ecotipos de *Bactris gasipaes* (chontaduro) estudiados

| Medida        | <i>B.g. var<br/>chichagui<br/>(RC)</i> | <i>B.g. var<br/>gasipaes (R)</i> | <i>B.g. var<br/>gasipaes (A)</i> | <i>B.g. var<br/>gasipaes (V)</i> |
|---------------|--|----------------------------------|----------------------------------|----------------------------------|
| Masa (g)      | 73,81 ± 0,31                           | 56,88 ± 0,35                     | 69,02 ± 0,98                     | 79,87 ± 0,29                     |
| Diámetro (cm) | 4,20 ± 0,20                            | 3,73 ± 0,15                      | 4,20 ± 0,25                      | 4,04 ± 0,17                      |
| Longitud (cm) | 4,60 ± 0,19                            | 4,20 ± 0,18                      | 4,60 ± 0,23                      | 4,80 ± 0,20                      |

En la Tabla 1 se muestran algunas características físicas de los cuatro ecotipos de *Bactris gasipaes* estudiados, destacándose el peso, el diámetro y la longitud promedio.

### Tratamiento de la muestra

Los frutos cosechados en racimos de las cuatro variedades fueron desgranados, lavados y cocinados por separado durante 60 min. La cocción de los frutos se realizó con el propósito de eliminar los factores antinutricionales como los inhibidores de tripsina presentes en el fruto del chontaduro (9).

Posteriormente, se les retiró la cáscara y se extrajo la semilla. Por último, el mesocarpio obtenido se sometió a secado durante 15 h a 35 °C, y para la obtención de la harina, se molieron las muestras hasta un tamaño de partícula de 0,4 mm. El contenido de humedad de las muestras secas fue determinado por secado a peso constante desde 95 a 100 °C, a 13,3 kPa de presión.

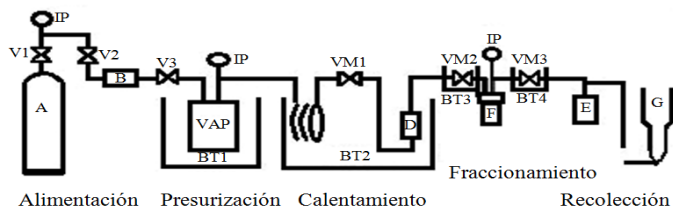
### Extracción soxhlet

Para la extracción soxhlet se tomaron 2 g de muestra preparada de cada ecotipo y se empleó hexano (300 mL) como disolvente. El reflujo se mantuvo durante 8 h con el fin de garantizar la extracción total del aceite. El disolvente recuperado se re-distiló por rotaevaporación a 60 °C para ser utilizado nuevamente (10).

### Extracción con CO<sub>2</sub> supercrítico

Para el proceso de extracción de los lípidos de la harina de chontaduro con CO<sub>2</sub> supercrítico, se pesaron 2 g de la muestra y se utilizó una unidad de extracción diseñada en la Universidad del Valle (11). Esta unidad consta de un cilindro (A) cargado con CO<sub>2</sub>, y una bomba térmica para alcanzar la presión supercrítica (VAP). Una vez esta presión fue ajustada, el gas pasó a través de un serpentín sumergido en un baño térmico (BT1) donde se estableció la temperatura supercrítica (330 K). Posteriormente, se hizo fluir el dióxido de carbono supercrítico hacia una celda de extracción (D) donde se depositó previamente la muestra preparada.

En la etapa de fraccionamiento por cambios de presión, después de la eliminación de CO<sub>2</sub>, se recuperaron los ácidos y se obtuvo una fracción lipídica que posteriormente fue esterificada, tal como se muestra en la Figura 1 (12). Las condiciones óptimas de operación de la unidad de extracción con fluido supercrítico (EFS) utilizando CO<sub>2</sub>, fueron 330 K de temperatura, 26,890 MPa de presión, en un modo estático durante 45 min (13).



**Figura 1.** Diagrama de la unidad de extracción por fluido supercrítico (EFS) con CO<sub>2</sub>. A: Cilindro de CO<sub>2</sub>; IP: Manómetro; B: Filtro; BT1: Baño Térmico; VM: Válvula Micrométrica; V: Válvula; D: Celda de Extracción; F: Vaso de Fraccionamiento; E: Vaso de Recolectión; G: Medidor de Flujo; VAP: Vaso a alta presión. Tomado de (12).

## Análisis cualitativo y cuantitativo de los ácidos grasos

Los extractos obtenidos tanto por Soxhlet como por EFS CO<sub>2</sub> fueron esterificados con metanol y trifluoruro de boro (14). Los ácidos grasos en los aceites fueron identificados por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (Shimadzu®, modelo GCMS-QP2010-Ultra, USA) y con helio como gas de arrastre. La fragmentación se llevó a cabo por impacto electrónico (IE) a 70 eV, en modo scan entre 2 y 1024 unidades de masa (m/e-). Los espectros de masa obtenidos para todos los compuestos fueron comparados con los espectros de masas de la base de datos del instrumento (15).

La determinación de los aceites se realizó por cromatografía de gases con detector de ionización de llama (FID) Varian®, modelo 3400. Se utilizó una columna capilar de sílica fundida Agilent® J&W DB-WAX (30 m x 0,25 mm x 0,25 µm) con polietilenglicol como fase estacionaria.

En el momento de la preparación tanto de estándares como de muestra problema, la cuantificación se hizo con base en la relación entre áreas de cada señal y el estándar interno (ácido trietanoico: C13:0). Los resultados reportados para la concentración de los aceites son el promedio del análisis realizado por triplicado. Las condiciones cromatográficas fueron: temperatura de inyector 230 °C; temperatura de detector 270 °C; temperatura de horno 40 °C a 120 °C (5 °C/min), 120 °C (5 min), de 120 °C a 190 °C (a 5 °C/min), 190 °C (4 min), de 190 °C a 280 °C (a 10 °C/min) y 280 °C (2 min); gas de arrastre, helio a 0.083 MPa; modo split; relación de split, 1:50; volumen de inyección 1 µL.

## Cálculo del rendimiento

El rendimiento de la extracción se determinó mediante la siguiente ecuación [1]:

$$Y(p/p) = \frac{E}{MP} \times 100 \quad [1]$$

## Análisis estadístico

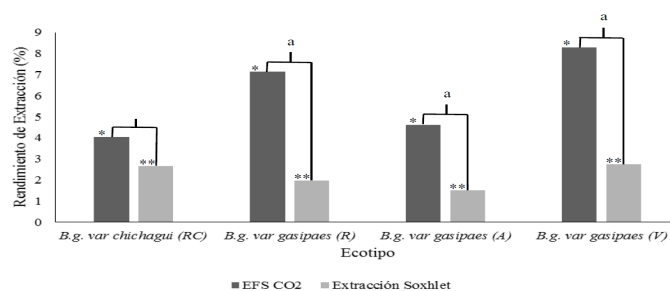
Donde Y: rendimiento de extracción (p/p), E: extracto obtenido (g), MP: cantidad de materia prima (g).

Los resultados obtenidos por triplicado de rendimiento de extracción y el contenido del producto lipídico, se presentaron como la media ± la desviación estándar. Se comparó el rendimiento de extracción para los dos métodos de extracción y los ecotipos de chontaduro, determinando las diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) por medio de un análisis de varianza (ANOVA) utilizando el software IBM® SPSS Statistics 19.0.

## Resultados y discusión

El contenido de humedad de las muestras secas de los cuatro ecotipos fue en promedio de 4,5% p/p, con desviación estándar de ± 0,4 p/p. De acuerdo con los resultados de porcentajes de extracción obtenidos por cada método, reportados en la Figura 2, los rendimientos de extracción para cada ecotipo de chontaduro son mucho más altos en la extracción EFS comparados con los obtenidos con la extracción soxhlet.

Al comparar el rendimiento de los extractos obtenidos por ambos métodos, se encuentra que para el ecotipo *B.g. var chichagui* (RC), hubo una mayor cantidad de extracto (52% p/p más) por EFS CO<sub>2</sub> respecto al método Soxhlet. Para los ecotipos de la variedad cultivada (*B.g. var gasipaes*) el método de EFS CO<sub>2</sub> presentó un porcentaje de rendimiento superior (alrededor del 220% p/p) respecto al método soxhlet.



**Figura 2.** Rendimientos de extracción (p/p) para cada ecotipo, por los métodos de EFS CO<sub>2</sub> y soxhlet. Diferencia significativa entre tipo de extracción  $P < 0,05$  (a). No existe diferencia significativa entre ecotipos para el método EFS CO<sub>2</sub> (\*) y soxhlet (\*\*).

Estas diferencias significativas en el rendimiento de extracción entre ambos métodos ( $p < 0,05$ ) se muestran en la Figura 2. Se puede observar que las diferencias entre los diferentes ecotipos para un mismo método de extracción no son significativas, lo que demuestra que la cantidad de ácidos grasos presentes en los diferentes ecotipos estudiados son similares.

La diferencia en el rendimiento en cuanto al método de extracción se puede explicar por la alta difusión, alta solvatación, baja viscosidad y baja tensión superficial del CO<sub>2</sub> supercrítico.

Esto permite una buena dinámica y penetrabilidad del disolvente en la fracción lipídica, aumentando su solubilidad, incrementando la eficiencia del método EFS CO<sub>2</sub> respecto a la extracción soxhlet con hexano (16). Entonces, la EFS con CO<sub>2</sub> es un método más eficiente, pues se obtiene un aceite que no requiere de operaciones secundarias de purificación, además, precisa un tiempo de extracción menor a 45 min, comparado con las 8 h del método soxhlet. También, presenta ventajas frente a la extracción con hexano, como por ejemplo, el bajo costo del CO<sub>2</sub>, y la baja temperatura de extracción, que evita la degradación térmica de los ácidos grasos, permitiendo conservar el aroma característico del fruto en su estado inicial (17).

Por otro lado, la Tabla 2 muestra los porcentajes de ácidos grasos saturados e insaturados obtenidos en la extracción para cada ecotipo, por ambos métodos. Por los dos métodos de extracción se obtiene un aceite con porcentajes similares de ácidos grasos saturados e insaturados, independientemente del rendimiento de extracción. Además, se puede observar que para ambos métodos de extracción, el ácido oleico (ácido graso insaturado) se encuentra en mayor proporción para tres ecotipos (45,06-51,89% *p/p*), excepto para el ecotipo *B.g. var gasipaes* (A), que tiene mayor contenido de ácido palmítico (ácido graso saturado: 39,87-40,84% *p/p*).

Respecto a la concentración de ácidos grasos, se encontraron para todos los ecotipos estudiados: ácido palmitoleico (monoinsaturado) 7,95-11,52% *p/p*, ácido linoleico (presenta dos insaturaciones) 2,38-8,82% *p/p* y ácido linolénico (presenta tres insaturaciones) 0,22-1,58% *p/p*. La composición de ácidos grasos saturados evidencia que el palmítico (34,04-40,84% *p/p*) fue el más abundante en los cuatro ecotipos analizados. En orden de concentración siguen: ácido esteárico (0,96-1,64% *p/p*), ácido mirístico (0,11-0,15% *p/p*) y por último el ácido láurico (0,01-0,03% *p/p*) para todos los ecotipos.

Los análisis cromatográficos del extracto lipídico del *Bactris gasipaes* revelan una composición de ácidos grasos insaturados, equiparable al aceite de oliva y otras oleaginosas comerciales, en cuanto al contenido de los ácidos oleico, linoleico y linolénico (18). Estos aceites son esenciales para la nutrición, el crecimiento, el desarrollo hormonal y la disminución del colesterol (19).

La alta composición de ácidos grasos insaturados respecto a los saturados, hace del chontaduro (*Bactris gasipaes*) un fruto de gran valor nutricional, comparable a otras oleaginosas. Por esta razón, se considera que la explotación a escala industrial y doméstica de este fruto es una alternativa que se debería considerar.

## Conclusiones

Los porcentajes de aceite extraído de cada ecotipo estudiado de *Bactris gasipaes*, evidencian que la extracción con CO<sub>2</sub> supercrítico tiene un rendimiento significativamente mayor que el método Soxhlet utilizando hexano como disolvente, pues permite una mayor eficiencia en la extracción de ácidos grasos, además de una reducción del tiempo en la operación.

Se resalta la importancia del chontaduro como producto natural con buen contenido de ácidos grasos, principalmente el ácido graso insaturado oleico que se encuentra en mayor proporción para los ecotipos *B.g. var chichagui* (RC), *B.g. var gasipaes* (R) y *B.g. var gasipaes* (V). Así mismo, el fruto del chontaduro (*Bactris gasipaes*) presenta un gran valor nutricional por el contenido de los ácidos grasos poli-insaturados linoleico y linolénico.

## Referencias

- Escobar, C. J.; Zuluaga, J. J.; Rojas, J.; Yasno, C. A.; Cárdenas, C. A. *El Cultivo de Chontaduro (Bactris gasipaes H.B.K.) para Fruto y Palmito*, 2da ed. Corpoica Regional, Prodimedios: Bogotá, DC. 1998; p 7.
- Restrepo, J.; Vinasco, L. E.; Estupiñán, J. A. Estudio comparativo del contenido de ácidos grasos en 4 variedades de chontaduro (*Bactris gasipaes*) de la región del Pacífico colombiano. *Revista de Ciencias*. **2012**, 16, 123-129

**Tabla 2.** Contenido (*p/p*) de ácidos grasos de cada ecotipo de *Bactris gasipaes* estudiado, obtenida por los métodos de extracción EFS CO<sub>2</sub> y soxhlet. Abreviatura: ND no detectable; promedio de 3 determinaciones  $\pm$  1 SD

| Ácido graso       | <i>B.g. var chichagui</i> (RC) |                 | <i>B.g. var gasipaes</i> (R) |                 | <i>B.g. var gasipaes</i> (A) |                 | <i>B.g. var gasipaes</i> (V) |                 |
|-------------------|--------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|------------------------------|-----------------|
|                   | EFS CO <sub>2</sub>            | Soxhlet         | EFS CO <sub>2</sub>          | Soxhlet         | EFS CO <sub>2</sub>          | Soxhlet         | EFS CO <sub>2</sub>          | Soxhlet         |
| Láurico 12:0      | 0,02 $\pm$ 0,0                 | 0,01 $\pm$ 0,0  | 0,03 $\pm$ 0,0               | 0,02 $\pm$ 0,0  | 0,01 $\pm$ 0,0               | ND              | 0,02 $\pm$ 0,0               | ND              |
| Mirístico 14:0    | 0,14 $\pm$ 0,03                | 0,12 $\pm$ 0,04 | 0,15 $\pm$ 0,04              | 0,15 $\pm$ 0,04 | 0,14 $\pm$ 0,03              | 0,14 $\pm$ 0,01 | 0,12 $\pm$ 0,02              | 0,11 $\pm$ 0,02 |
| Palmítico 16:0    | 34,87 $\pm$ 0,9                | 34,95 $\pm$ 0,5 | 38,61 $\pm$ 0,9              | 34,04 $\pm$ 0,6 | 40,84 $\pm$ 0,4              | 39,87 $\pm$ 1,0 | 35,29 $\pm$ 0,9              | 34,92 $\pm$ 0,6 |
| Esteárico 18:0    | 1,13 $\pm$ 0,1                 | 1,49 $\pm$ 0,1  | 1,52 $\pm$ 0,4               | 1,64 $\pm$ 0,3  | 1,25 $\pm$ 0,1               | 1,40 $\pm$ 0,3  | 0,96 $\pm$ 0,01              | 1,03 $\pm$ 0,04 |
| Palmitoleico 16:1 | 9,29 $\pm$ 0,8                 | 7,95 $\pm$ 0,1  | 8,40 $\pm$ 0,4               | 8,30 $\pm$ 0,3  | 10,30 $\pm$ 0,4              | 9,46 $\pm$ 0,5  | 11,52 $\pm$ 0,4              | 10,76 $\pm$ 0,2 |
| Oleico 18:1       | 47,98 $\pm$ 0,6                | 51,89 $\pm$ 0,9 | 45,97 $\pm$ 0,7              | 45,82 $\pm$ 0,9 | 36,23 $\pm$ 0,7              | 38,00 $\pm$ 0,7 | 45,06 $\pm$ 0,5              | 46,38 $\pm$ 0,8 |
| Linoleico 18:2    | 4,93 $\pm$ 0,5                 | 2,38 $\pm$ 0,1  | 4,02 $\pm$ 0,2               | 7,99 $\pm$ 0,6  | 8,82 $\pm$ 0,6               | 8,63 $\pm$ 0,4  | 5,40 $\pm$ 0,7               | 5,29 $\pm$ 0,5  |
| Linolénico 18:3   | 1,06 $\pm$ 0,06                | 0,22 $\pm$ 0,02 | 0,23 $\pm$ 0,01              | 0,94 $\pm$ 0,02 | 1,58 $\pm$ 0,01              | 1,46 $\pm$ 0,03 | 0,85 $\pm$ 0,03              | 0,94 $\pm$ 0,01 |
| Saturados         | 36,16                          | 36,57           | 40,31                        | 35,84           | 42,25                        | 41,41           | 36,4                         | 36,05           |
| Insaturados       | 63,27                          | 62,43           | 58,61                        | 63,04           | 56,92                        | 57,56           | 62,83                        | 63,37           |



3. Ötles, S. *Methods of analysis of food components and additives*, 2d ed. Taylor & Francis Group: Boca Raton, FL, 2012; p 129.
4. Chaitanya, K. V.; Rama, Ch.; Khasim, Sk.; Divya, K. Supercritical fluid extraction of functional ingredients from plants: A Review. *Curr. Biochem. Eng.* **2015**, *2*, 24-32. DOI: <http://dx.doi.org/10.2174/22127119026661502242332125>.
5. Ugur, S.; Onur, D.; Ayla, C. Extraction of sunflower oil with supercritical CO<sub>2</sub>: Experiments and modeling. *J. Supercrit. Fluids.* **2006**, *38* (3), 326-331. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.supflu.2005.11.015>.
6. Araujo, J.; Sandi, D. Extraction of coffee diterpenes and coffee oil using supercritical carbon dioxide. *Food Chem.* **2007**, *101* (3), 1087-1094. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2006.03.008>.
7. Velasco, R. J.; Villada, H. S.; Carrera, J. E. Aplicaciones de los fluidos supercríticos en la agroindustria. *Inf. tecnol.* **2007**, *18* (1), 53-65. DOI: <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-07642007000100009>.
8. Henderson, A. *Bactris* (Palmae). *Flora Neotrop.* **2000**, *79*, 1-181.
9. Gómez, G.; Quesada, S.; Nanne, C. Efectos de factores antinutricionales en el chontaduro (*Bactris gasipaes*) sobre el metabolismo de ratas jóvenes. *Agron. Costarricense.* **1998**, *22* (2), 191-198.
10. Hammond, E.; Pan, W.; Mora, J. Fatty acid composition and glyceride structure of the mesocarp and kernel oils of pejobaye palm (*Bactris gasipaes* H.B.K.). *Rev. Biol. Trop.* **1982**, *30* (1), 91-93.
11. Restrepo, J.; Vinasco, L. E.; Jaramillo, L.; Colmenares, A. J. Encapsulamiento de los aceites esenciales de citral (*Cymbopogon citratus*) en  $\beta$ -ciclodextrinas usando CO<sub>2</sub> supercrítico. *Ingeniería y Competitividad.* **2009**, *11* (2), 9-19.
12. Estupiñán, J. A. Evaluación físico química del *Bactris gasipaes* (Chontaduro) proveniente del pacífico colombiano. Tesis Pregrado Química, Universidad del Valle, Cali, Colombia, 1999.
13. Thompson, A. *Comparison of different methods for preparation of fatty acid methyl esters from fish lipids*. Torry document 1457, Torry Research Station: Aberdeen, Scotland, 1980.
14. Escriche, I.; Restrepo, J.; Serra, J. A.; Herrera, L. F. Composition and nutritive value of Amazonian palm fruits. *Food Nutr. Bull. Suppl.* **1999**, *20* (3), 361-365. DOI: <http://dx.doi.org/10.1177/156482659902000314>.
15. Ixtaina, V. Y.; Vega, A.; Nolasco, S. M.; Tomás, M. C.; Gimeno, M.; Bárzana, E. et al. Supercritical carbon dioxide extraction of oil from Mexican chia seed (*Salvia hispanica* L.): Characterization and process optimization. *J. Supercrit. Fluids.* **2010**, *55*, 192-199. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.supflu.2010.06.003>.
16. Brunner, G. Supercritical fluids: Technology and application to food processing. *J. Food Eng.* **2005**, *67*, 21-33. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2004.05.060>.
17. Restrepo, J.; Vinasco, L. E. Evaluación fisicoquímica de la fracción lipídica de las semillas de guanábana (*Annona muricata*) y la chirimoya (*Annona cherimolia*). *Revista de Ciencias.* **2010**, *14*, 117-124.
18. Nguemini, C.; Gouix, E.; Bourourou, M.; Heurteaux, C.; Blondeau, N. Alpha-linolenic acid: A promising nutraceutical for the prevention of stroke. *Pharma Nutrition.* **2013**, *1* (1), 1-8. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.phanu.2012.12.002>.

**Article citation:**

Restrepo, J.; Estupiñán, J. A.; Colmenares, A. J. Estudio comparativo de las fracciones lipídicas de *Bactris gasipaes* Kunth (chontaduro) obtenidas por extracción soxhlet y por extracción con CO<sub>2</sub> supercrítico. *Rev. Colomb. Quím.* **2016**, *45* (1), 5-9.  
DOI: <http://dx.doi.org/10.15446/rev.colomb.quim.v45n1.57199>