

APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LA GUAYABA (*Psidium guajava* L.): I. OBTENCIÓN DE EXTRACTOS A PARTIR DE SEMILLAS UTILIZANDO COMO SOLVENTE CO₂ SUPERCRÍTICO

RESUMEN

Semillas de guayaba (*Psidium guajava* L.) fueron sometidas a extracción con CO₂ supercrítico. El estudio se realizó a 40 °C, variando la presión de extracción entre 17 y 31 MPa, a esta última presión se obtuvo el mejor rendimiento en la extracción, 140.6 mg/100 g. El extracto obtenido a 40 °C y 31 MPa, fue derivatizado por metilación y el producto de la derivatización fue analizado por cromatografía de gases acoplada a espectrometría de masas (CG-EM). Los componentes identificados fueron los ésteres metílicos de los ácidos grasos palmítico, esteárico y linoleico, siendo este último el componente mayoritario.

PALABRAS CLAVES: Semillas de guayaba, *Psidium guajava* L., extracción con fluidos supercríticos, ácidos grasos.

ABSTRACT

Guava (Psidium guajava L.) seeds extracts were obtained by supercritical CO₂. Supercritical fluid extractions were conducted at pressures of 17, 20, 24 and 31 MPa and 40 °C for a duration of 1 h. The best extraction pressure was 31 MPa (140.6 mg/100 g). This extract was derivatized by methylation, reaction products were analyzed by gas chromatography- mass spectrometry (GC-MS). Methyl esters of palmitic, stearic and linoleic acids were identified. Linoleic acid methyl ester was the major compound identified.

KEYWORDS: *Guava seeds, Psidium guajava L., supercritical fluid extraction, fatty acids.*

ALEJANDRO NIVIA*

Químico
aniviaq@unal.edu.co

HENRY CASTRO*

Estudiante de maestría en Ciencias-
Química
hijastrov@unal.edu.co

FABIÁN PARADA*

Químico, Dr. Sc.
Profesor asistente
fparadaa@unal.edu.co

IGNACIO RODRÍGUEZ**

Ingeniero químico
Profesor asistente
lirodriguezv@unal.edu.co

PATRICIA RESTREPO*

Química, Ms. Sc.
Profesora asociada
lprestrepo@unal.edu.co

* Departamento de Química,
Facultad de Ciencias,
Universidad Nacional de
Colombia.

** Departamento de Ingeniería
Química, Facultad de Ingeniería,
Universidad Nacional de
Colombia.

1. INTRODUCCION

La guayaba (*Psidium guajava* L., Myrtaceae) es una fruta que se encuentra ampliamente distribuida a través de toda América tropical (desde México hasta Brasil), así como en parte de Asia y África (Sudáfrica, India, Argelia, Túnez), en los pisos térmicos templado y cálido. En Colombia se producen más de 300000 ton/año, principalmente en los departamentos de Santander, Boyacá, Atlántico, Antioquia, Valle, Cundinamarca, Caldas, Huila y Magdalena (en Santander se concentra el 38 % de la producción nacional) [1]. La guayaba es muy apetecida por su alto valor nutritivo y sus propiedades medicinales; algunos estudios han permitido establecer que ésta posee actividad antiinflamatoria, analgésica, antipirética, espasmolítica y antibacteriana [2-4]. Por otra parte, existen pocas investigaciones realizadas en

semillas de guayaba enfocados a su aprovechamiento o a la obtención de productos a partir de éstas; hace unos años fueron encontrados compuestos citotóxicos en dichas semillas [5].

La extracción con fluidos supercríticos (EFS) aprovecha las características de dichos fluidos para emplearlos como solventes (capacidad solvatante, nula tensión superficial, baja viscosidad y alta difusividad). Debido a las propiedades del CO₂, éste es el solvente más utilizado en EFS (condiciones críticas moderadas, 31.1 °C y 73 atm, no es tóxico ni inflamable, es inerte y químicamente estable, es económico y de fácil consecución, permite extraer compuestos termolábiles y obtener extractos libres de solvente).

Respecto a las aplicaciones del CO_2 supercrítico, en el campo de los alimentos y de los productos agrícolas, vale la pena mencionar la decafeinización de café y té [6], la extracción de lípidos de huevo, carne y leche [7], de β -carotenos [8], la obtención de aceite a partir de semillas [9], la producción de saborizantes y aromatizantes [10] y la extracción de residuos de plaguicidas, de micotoxinas y de antioxidantes desde diferentes muestras [11-17].

En la búsqueda de nuevas posibilidades de beneficio en la cadena productiva de la guayaba (*Psidium guajava* L.) en el presente estudio se hicieron ensayos de extracción de las semillas con CO_2 supercrítico, para obtener extractos ricos en ácidos grasos. Este trabajo no presenta antecedentes en la literatura especializada.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Sistema de extracción

El sistema de EFS usado en este trabajo, fue diseñado y ensamblado por el grupo de investigación del laboratorio de fluidos a alta presión de la Universidad Nacional de Colombia. Éste fue construido en su totalidad en acero inoxidable 316 y permite realizar extracciones en forma de bache. El equipo consta de una entrada de CO_2 presurizado (A), una celda de extracción (B), un sistema de recolección de muestra (C), medidores de presión (D), válvulas de control de flujo (E) y un regulador de temperatura (F), en la figura 1 puede apreciarse dicho equipo.

El reservorio de CO_2 contaba con un sistema de sifón, la presurización del solvente se llevo a cabo por medio de una bomba hidroneumática marca HASKEL modelo AGT-7/30.

2.2 Obtención de extractos

Semillas de guayaba, procedentes del material de desecho de fábricas de bocadillo de Velez (Santander), se lavaron y secaron a temperatura ambiente, posteriormente se trituraron, usando un molino de bolas. Las semillas trituradas se sometieron a extracción con CO_2 supercrítico.

La muestra (30.0 g) se depositó en la celda B. Posteriormente se alcanzaron las condiciones de trabajo, temperatura 40 °C y presión 17, 20, 24 o 31 MPa, las cuales se mantuvieron durante 1 h. Luego se procedió a despresurizar la celda de extracción, con lo cual se obtenía el extracto correspondiente, un total de cuatro extractos fueron obtenidos. El extracto que presentó un mayor rendimiento fue esterificado (metanol- BF3) para obtener los derivados metilados y ser analizado por CG-EM.

2.3 Análisis por CG-EM

El análisis por CG-EM se realizó en un cromatógrafo de gases SHIMADZU GC17A, con detector selectivo de masas QP5050A. Se utilizó una columna en silica fundida DB-5 (30 m, 0.25 mm, df: 0.25 μm); la temperatura del horno varió de 135 a 280 °C a 3 °C/min. La temperatura del inyector y de la interfase fue de 300 °C. Se utilizó helio como gas de transporte a 1.0 mL/min, y una división en el inyector 1:10.

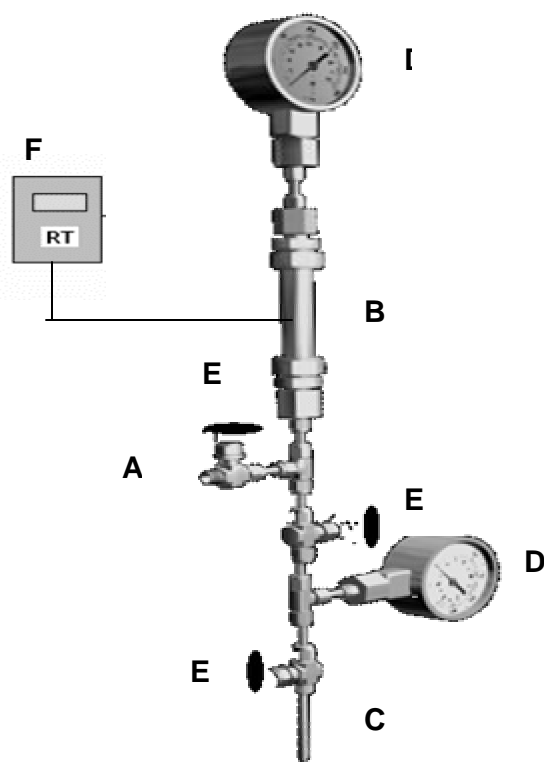


Figura 1. Equipo de extracción.

3. RESULTADOS Y DISCUSION

3.1 EFS usando CO_2 supercrítico

Los extractos obtenidos con CO_2 supercrítico estaban totalmente libres de solvente. En la figura 2 se aprecia la cantidad de extracto obtenido en cada experimento. En ésta se observa claramente el efecto que tiene la presión de extracción sobre la cantidad de extracto; de tal forma, a medida que aumenta la presión de extracción, mayor es la cantidad obtenida. El mayor rendimiento de extracción se logró a 31.0 MPa (140.6 mg/100 g). Dicho comportamiento puede deberse al aumento en la densidad del CO_2 supercrítico con la presión, lo que conduce a un aumento de la solubilidad de los solutos y por consiguiente a una mayor cantidad de extracto obtenido.

3.2 Análisis CG/EM

El análisis de los espectros de masas y la comparación de los valores de longitud equivalente de cadena (LEC) de los derivados metilados del extracto obtenido a 31.0 MPa, respecto a los de la literatura [18], permitió identificar los componentes presentes como los correspondientes ésteres metílicos de los ácidos palmítico, linoleico y esteárico, siendo el mayoritario el ácido linoleico (% relativo = 61.1). En la figura 3 se encuentra el cromatograma correspondiente; así mismo, en la tabla 1 se presentan los resultados obtenidos.

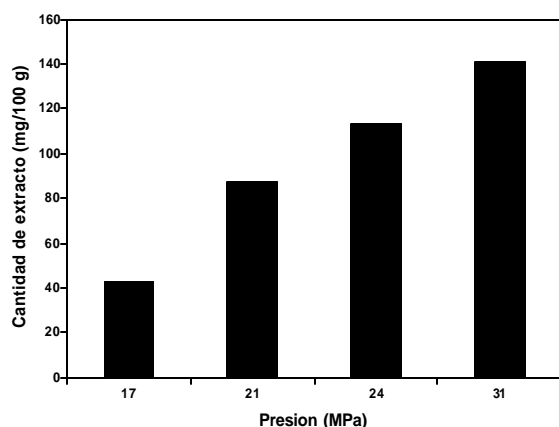


Figura 2. Rendimiento en la extracción de semillas de guayaba con CO₂ supercrítico.

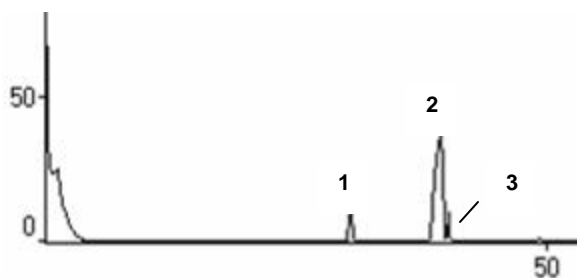


Figura 3. Cromatograma total de iones del extracto obtenido a 31.0 MPa luego de someterlo a metilación.

Número de señal	1	2	3
Ácido	Palmítico	Linoleico	Esteárico
ECL _(Exp.)	16.04	17.81	18.26
ECL _(Lit.)	16.00	17.63	18.00
% relativo	26.2	61.1	12.6

Tabla 1. Ácidos grasos identificados en el extracto metilado de semillas de guayaba.

4. CONCLUSIONES

Empleando CO₂ supercrítico fue posible obtener extractos libres de solvente a partir de semillas de guayaba (*Psidium guajava* L.). El mayor rendimiento de extracción se logró a 31.0 MPa, 40 oC y 1 h de extracción (140.6 mg de extracto/100 g de semilla).

El extracto obtenido de las semillas contiene ácidos grasos (ácido palmítico, linoleico y esteárico), siendo el mayoritario el ácido linoleico.

Las semillas de guayaba pueden ser consideradas como una fuente de ácidos grasos, principalmente ácido linoleico. Dicho ácido tiene aplicaciones en la industria de alimentos (en suplementos alimenticios) y en el tratamiento de enfermedades cardiovasculares y de diabetes; por otra parte, éste también se emplea en la industria de pinturas como agente secante.

5. AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, por el apoyo financiero al proyecto *Obtención de antioxidantes y fibra dietaria a partir de la guayaba* del programa de investigación *Desarrollo de productos funcionales promisorios a partir de la guayaba para el fortalecimiento de la cadena productiva*, así como a la Universidad Nacional de Colombia.

6. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Fondo Nacional de Fomento Hortofrutícola. Frutas y hortalizas de Colombia para el mundo. 2003. Disponible en: http://www.frutasyhortalizas.com.co/portal/Business/product_view.
- [2] Olajide, O.A.; Makinde, J.M. Pharmacological studies on the leaf of *Psidium guajava*. *Fitoterapia*. 1999, 70, 25-31.
- [3] Lozoya, X.; Reyes, H.; Chávez, M.; Martínez, C; Soto, Y; Doubova, S. Intestinal anti-spasmodic effect of a phytodrug of *Psidium guajava* folia in the treatment of acute diarrheic disease. *J. Ethnopharmacol.* 2002, 83, 19-24.
- [4] Abdelrahim, S.I.; Almagboul, A.Z.; Omer, M.; Elegamib, A. Antimicrobial activity of *Psidium guajava* L. *Fitoterapia*. 2002, 73, 713-715.
- [5] Salib, Y.; Michael, H. Cytotoxic phenylethanol glycosides from *Psidium guajava* seeds. *Phytochemistry*, 2004, 65, 2091-2093.

- [6] Bhaskar, A.R.; Rizvi, S.S.H.; Sherbon, J. W. Anhydrous milk fat fractionation with continuous countercurrent supercritical carbon dioxide. *J. Food Sci.* 1993, 58, 748-752.
- [7] King, J.W.; Johnson, J.H.; Orton, W.L.; McKeith, F.K.; OConnor, P.L.; Novakofski, J.; Carr, T.R. Fat and cholesterol content of beef patties as affected by supercritical CO₂ extraction. *J. Food Sci.* 1993, 58, 950-952.
- [8] Spanos, G.A.; Chen, H.; Schwartz, J. Supercritical CO₂ extraction of β -carotene from sweet potatoes. *J. Food Sci.* 1993, 58, 817-820.
- [9] Fattori, M.; Bulley, N.R.; Meisen, A. Fatty acid and phosphorus contents of canola seed extracts obtained with supercritical carbon dioxide. *J. Agric. Food Chem.* 1987, 35, 739-743.
- [10] Kerrola, K.; Kallio, H. Volatile compounds and odor characteristics of carbon dioxide extracts of coriander (*Coriandrum sativum* L.) fruits. *J. Agric. Food Chem.* 1993, 41, 785-790.
- [11] Locke, M.A. Supercritical CO₂ fluid extraction of fluometuron herbicide from soil. *J. Agric. Food Chem.* 1993, 41, 1081-1084.
- [12] Lopez-Avila, V.; Dodhiwala, N.S.; Beckert, W.F. Developments in the supercritical fluid extraction of chlorophenoxy acid herbicides from soil samples. *J. Agric. Food Chem.* 1993, 41, 2038-2044.
- [13] Taylor, S.L.; King, J.W.; Richard, J.L.; Greer, J.I. Analyticalscale supercritical fluid extraction of aflatoxin B1 from fieldinoculated corn. *J. Agric. Food Chem.* 1993, 41, 910-913.
- [14] Aharonson, N.; Lehotay, S.J.; Ibrahim, M. A. Supercritical fluid extraction and HPLC analysis of benzimidazole fungicides in potato, apple, and banana. *J. Agric. Food Chem.* 1994, 42, 2817-2823.
- [15] Murga, R.; Ruiz R.; Bettran S.; Extraction of natural complex phenols and tanins from grapes seeds by using supercritical mixtures of carbon dioxide and alcohol. *J. Agric. Food Chem.*, 2000, 48, 3408-3412.
- [16] Murga, R.; Sanz, M.; Beltrán, S.; Cabezas, J. Solubility of some phenolic compounds contained in grape seeds, in supercritical carbon dioxide *J. Supercrit. Fluids.* 2002, 23, 113-121.
- [17] Gaitán, S. Evaluación de la acción antioxidante de los componentes mayoritarios del líquido de la cáscara de la nuez del Marañon en aceite de soya. Tesis de Maestría en Ciencias-Química, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, 2005.
- [18] Rodríguez W. Composición de ácidos grasos ligados a fosfolípidos en esponjas marinas del orden Halichondrida (Porifera, demospongiae), caribe Colombiano y su significancia como carácter químico de clasificación. Tesis de Maestría en Ciencias-Química, Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad Nacional de Colombia, 2002.