

# Un estudio experimental de ácidos grasos poliinsaturados, provenientes de *R. fruticosus*, por tecnologías alternativas a los solventes orgánicos

## *An experimental study of polyunsaturated fatty acids, from *R. fruticosus*, by alternative technologies to organic solvents*

Rafael Ortiz Alvarado,  
Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo, México  
[rortizalvarado@gmail.com](mailto:rortizalvarado@gmail.com)

Miguel García González\*,  
Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo, México  
[gleugimq@hotmail.com](mailto:gleugimq@hotmail.com)

Rubén Chávez Rivera,  
Universidad Michoacana De San Nicolás De Hidalgo, México  
[pintachavez@gmail.com](mailto:pintachavez@gmail.com)

Recibido 15, octubre, 2017

Aceptado 24, enero, 2018

### Resumen

Michoacán es líder en la exportación de zarzamora, exportándose en fresco, así el fruto debe cumplir con estándares de calidad, descartando frutos que no logran posicionarse en la industria, generando residuos agroindustriales. Este trabajo presenta un comparativo en la obtención de aceite de semilla de zarzamora por solventes y microondas, como alternativa de extracción de aceites provenientes de residuos sólidos (semilla de zarzamora). Los frutos del género *Rubus fruticosus*, se estabilizaron a 8°C en cámara fría, se separó el líquido por centrifuga de canasta, los sólidos se recuperaron y se sometieron a secado a 47°C. Las semillas se sometieron a extracción lipídica por Soxhlet; del extracto por pentano y éter se recuperó el aceite. También se sometió a una extracción de aceite de semilla de zarzamora por microondas y centrifugación, se analizaron los rendimientos y el perfil. Verificando que las semillas de zarzamora, es una fuente de ácidos grasos C:18 poliinsaturados, como son el ácido linoleico y linolénico, a través de microondas, se obtuvo un rendimiento del 16.83%. Por éter etílico un rendimiento del 15.18% y con pentano del 12.40%, por lo que el tratamiento por microondas es una alternativa para la obtención de grasos poliinsaturados.

Palabras Clave: *Rubus fruticosus*, Ácidos grasos poliinsaturados, Extracción por Microondas.

### Abstract

*Michoacan is a leader in the export of blackberry, a fruit that is exported fresh, so the fruit must comply with quality standards, discarding fruits that cannot position themselves in the industry, generating agroindustrial waste. This work presents a comparative study on the production of blackberry seed oil by solvents and microwaves, as an alternative for the extraction of oils from solid residues (blackberry seed). The fruits of the genus *Rubus fruticosus* were stabilized at 8 ° C in a cold room, the liquid was separated by a basket centrifuge, the solids recovered and subjected to drying at 47 ° C. The seeds were subjected to lipid extraction by Soxhlet equipment; The pentane and ethereal extract recovered the oil. It was also subjected to extraction of blackberry seed oil by centrifugation and microwaves, yields and profile were analyzed. Verifying that the blackberry seeds are a source of polyunsaturated C: 18 fatty acids, such as linoleic and*

*linolenic acid, through microwaves, a yield of 16.83% was obtained. Ethyl ether yields 15.18% and pentane 12.40%, so that the treatment by microwaves is an alternative for the production of polyunsaturated fatty acids.*

*Key Words: Rubus fruticosus, Fatty acid poliunsaturated, micro-waves extraction*

## 1 INTRODUCCIÓN

La zarzamora (*Rubus fruticosus*) es un fruto preciado a nivel mundial, debido a su contenido de nutrientes con capacidad antioxidante, donde encontramos polifenoles, flavonoides y ácido ascórbico (Boeing, *et al.*, 2014). Este contenido de nutrientes es uno de los criterios primordiales para su comercialización a nivel mundial donde destaca también el sabor suavis del fruto el cual es industrializado en fresco. México se ubica como uno de los países principales en la producción de los frutos del género *Rubus* spp., y el estado de Michoacán es líder en la producción de este fruto, el cual se comercializa primordialmente en fresco en mercados Internacionales. Por lo que el fruto debe cumplir con estándares de aspecto, color y sabor en general, lo cual descarta una cantidad significativa de frutos que no logran posicionarse en la industria en fresco. Esto origina:

- a) pérdidas para la industria productora local del estado de Michoacán,
- b) desperdicio de alimentos y
- c) contaminación por residuos sólidos de frutos no comercializados (do Nascimento *et al.*, 2014).

Ante estos problemas se ha explorado la obtención de ácidos grasos con valor comercial a partir de las semillas del fruto de la Zarzamora (Bushman, *et al.*, 2004). La obtención y extracción de ácidos grasos, provenientes de frutos como el aguacate genera una industria ligera de extracción, como sub-producto, de la producción de alimentos en forma masiva (Moreno *et al.*, 2003, Reddy *et al.*, 2012). Éxitos comerciales en el sentido de la producción, comercialización de frutos y generación de industrias ligeras de tipo extractivas de ácidos grasos son:

- a) Producto aguacate (*Persea americana* var Hass), del cual se produce y comercializa el fruto en fresco y derivados comerciales como liofilizados y aceite de aguacate.
- b) Producto aceituna (*Olea europea*), del cual también se produce fruto para su comercialización en diferentes productos donde destaca la obtención de aceite generalmente para uso comestible (Vitaglione, *et al.*, 2013).

Cabe mencionar que el desarrollo de economías emergentes a nivel mundial somete a la Industria agroalimentaria a una presión de generar productos con estándares de calidad alimenticia y aspectos comerciales, lo cual deja de lado productos alimenticios con valor nutrimental alto, que no cumple los parámetros de comerciales visuales, permitiendo el desperdicio de alimentos (Schott *et al.*, 2013). Adicionalmente es necesario poder diversificar el acceso a fuentes alimenticias donde los ácidos grasos de tipo insaturado se encuentran en los aceites extraídos de los frutos aceituna, aguacate y zarzamora (Bushman, *et al.*, 2004; Reddy *et al.*, 2012; Viatgloine, *et al.*, 2013). La obtención de ácidos grasos de tipo insaturado de los frutos anteriormente citados a nivel industrial se realiza a través de métodos extractivos donde se utilizan solventes no polares (Moreno *et al.*, 2003; Reddy *et al.*, 2012). Lo que genera que el aceite no tenga la calidad nutrimental requerida y no sea catalogado como aceite virgen, el cual se obtiene a partir del uso de métodos físicos, como pueden ser por prensado, centrifugación, choque térmico y más recientemente se propone la utilización de microondas y el uso de fluidos en estado supercrítico (Akanda, *et al.*, 2012), donde las tecnologías prescindan del uso de solventes no polares. En el presente trabajo de investigación se describe el método para la obtención de ácidos grasos de cadena insaturada, a través de un método físico, (uso de microondas), partiendo de semilla de zarzamora como producto de deshecho sólido de la agroindustria en Michoacán.

## **2 MATERIAL Y MÉTODOS**

Se obtuvieron 3 kilogramos de zarzamoras de la variedad Tuppi provenientes de la tenencia de Patúan del Municipio de Ziracuaretiro, Michoacán, de campos de cultivo de la Sociedad Productora Zarzamich. Se transportaron los frutos en cajas con aislamiento térmico, a la ciudad Morelia, y se almacenaron a una temperatura promedio de 8°C, toda la noche. Al día siguiente se procesaron los frutos en centrifuga de canasta, por un espacio de 10 minutos a 2000 g, a temperatura ambiente. Se recuperó el sobrenadante y se guardó a -80°C.

### **SÓLIDOS**

El residuo sólido se recuperó y se sometió por un espacio de 18 horas a un tratamiento térmico, por luz directa, de una lámpara incandescente de 150 watts de potencia, sobre una superficie de convección, acero grado alimenticio de 3mm de espesor. Al término se obtuvo un residuo sólido el cual fue tamizado, liberando las semillas del fruto de zarzamora. Las semillas de zarzamora se sometieron a un molido en mortero, para la extracción por solventes en equipo Soxhlet.

### **EXTRACCIÓN SOXHLET**

Las semillas molidas, en peso seco, se sometieron a extracción por solventes no polares, en equipo Soxhlet, realizando tres extracciones con éter etílico (Meyer), y cinco extracciones con pentano, utilizando 3 gramos del material biológico en cada extracción.

### **EXTRACCIÓN POR MICROONDAS**

Las semillas molidas, en peso seco, se sometieron a un tratamiento térmico por inducción, en horno de microondas bajo el siguiente protocolo: en cada extracción se utilizaron 3 gramos de material molido al cual se le agrego 20 mL de agua bidestilada, y se dejó en reposo por una noche a una temperatura de 8°C, a la mañana siguiente, el vaso de precipitados conteniendo el material molido con el agua se dejó en reposo por un hora un a temperatura ambiente y se llevó a cabo el tratamiento en horno de microondas, con una potencia de 0.25-0.33 Kwatts/hrs. Por un espacio de 20 minutos, obteniendo una temperatura de la mezcla de 88-90°C  $\pm$ 1°C.

### **CENTRIFUGACIÓN**

El residuo se colecto y se transfirió a tubos de polipropileno de 1.5 mL de capacidad (Eppendorf) y sometieron a centrifugación por espacio de 15 minutos a 6000g a una temperatura de 4°C. Se recuperó el sobrenadante y se transfirió a tubos limpios de polipropileno de 1.5 mL de capacidad. El sobrenadante de sometió a refrigeración durante 18 horas a una temperatura de 4 a 8°C, los tubos se sometieron a centrifugación a temperatura ambiente por un espacio de 10 minutos y 3000 g. El contenido oleoso se colecto por aspiración con punta con filtro y se guardó en viales de rosca de 2 mL, Figura 1.

### **ANÁLISIS POR CROMATOGRAFÍA DE GASES Y RESONANCIA NUCLEAR**

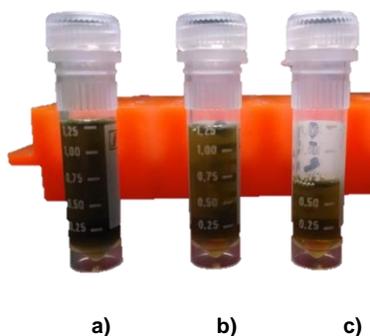
Se realizó un análisis por cromatografía de gases obteniendo el perfil lípido de los ácidos grasos contenidos en el aceite de *R. fruticosus*, Tabla 2, con el aceite de la semilla de *R. fruticosus*, hidrolisado. Adicionalmente se corrió un análisis para observar la abundancia de las especies de C:18 poliinsaturados y la forma en la que se encuentran el aceite de *R. fruticosus*, por resonancia nuclear (ácidos libres o en esteres), Figura 2.

Las semillas de los frutos de zarzamora provenientes de residuos sólidos, son una fuente de ácidos grasos de tipo, C:18 poliinsaturados, como son el ácido linoleico y linolénico, utilizando tratamiento por

microondas en cinco diferentes extracciones, se obtiene un rendimiento del 16.83% y una desviación estándar de  $\pm 1.58$ , de cinco extracciones diferentes por éter etílico se obtiene un rendimiento promedio del 15.18% y  $\pm 1.44$  de desviación estándar y del 12.40% con una desviación estándar de  $\pm 1.08$  con pentano en cinco extracciones diferentes. Ver Tabla 1; por lo que el tratamiento por microondas, es una alternativa metodológica para la obtención de grasos de alto valor comercial, sin la implicación del uso de solventes químicos de tipo no polar, adicionalmente abre la posibilidad de poder obtener ácidos grasos de tipo poliinsaturados de tipo virgen, con el uso de tecnologías emergentes o alternativas, como la aquí mostrada Figura 1.

**Tabla 1.** Porcentaje de rendimiento en la extracción de aceite de la semilla de *Rubus fruticosus*.

| Tratamiento de extracción           | Microondas | Éter etílico | Pentano    |
|-------------------------------------|------------|--------------|------------|
| Rendimiento Porcentaje en Peso Seco | 16.83      | 15.18%       | 12.40%     |
| Desviación Estándar                 | $\pm 1.58$ | $\pm 1.44$   | $\pm 1.08$ |



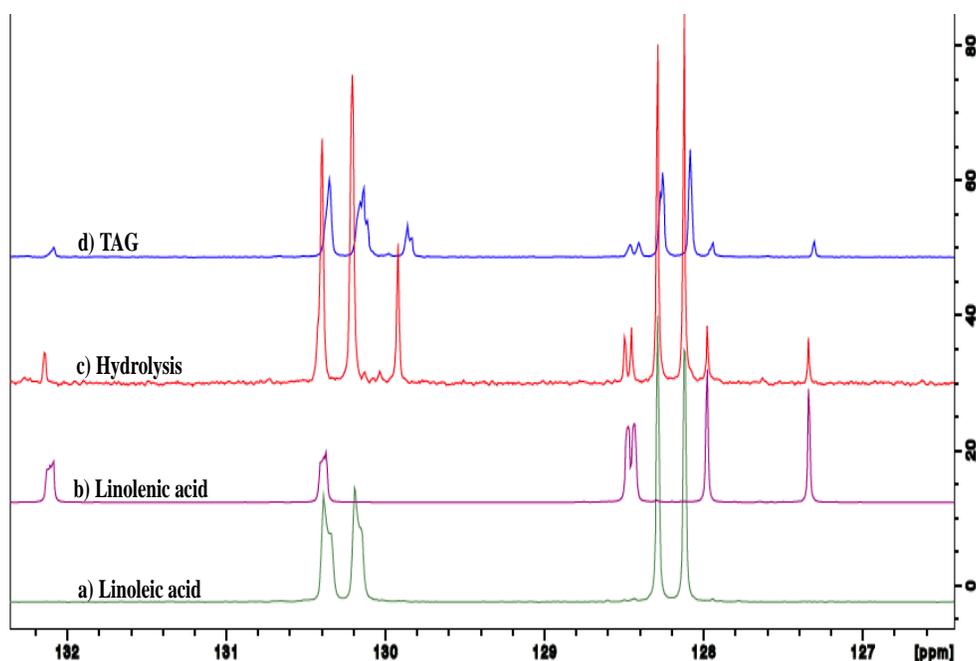
**Figura 1.** Extractos oleosos provenientes de la Semilla de Zarzamora variedad Tuppy (*Rubus fruticosus*). Por tratamiento extractivos por microondas a), éter etílico b) y pentano c).

La propuesta de la nueva tecnología del aceite y pasta de zarzamora está fundamentada en dos efectos de las ondas electromagnéticas sobre el residuo agroalimentario del fruto zarzamora: 1) Rompimiento de membranas y paredes de las células que contienen el aceite. 2) La inactivación de enzimas que catalizan el oscurecimiento y otras reacciones oxidativas. Al ser el aceite transparente a las microondas conservan las propiedades nutraceuticas de estos productos, al no contener restos de solventes químicos (Moreno, *et al.*, 2003, Reddy *et al.*, 2012, Zia *et al.*, 2014). Esto es un efecto específico que se determinó en la aplicación de microondas, que minimiza el deterioro de los nutraceuticos y ácidos grasos esenciales de la semilla de zarzamora, obteniendo dos productos: el aceite extra virgen y una pasta reducida en calorías que puede utilizarse para composteo (Schott, *et al.*, 2013).

De esta forma, esta tecnología tiene tres ventajas: 1) Es menos contaminante al utilizar la pasta de alta calidad y no emplear disolventes orgánicos o soluciones acuosas que producen aguas residuales y, 2) Conserva las propiedades nutraceuticas de la zarzamora en productos de alta calidad, como son los ácidos grasos poliinsaturados, linoleico y linolénico Tabla 2 y Figura 2, (Reddy *et al.*, 2012) y 3) como se puede observar el uso de microondas y centrifugación permite obtener un rendimiento superior a los métodos de extracción por solventes orgánicos, como se aprecia y se compara respecto al porcentaje de aceite obtenido por el método por microondas respecto a los otros métodos químicos observado en la Tabla 1.

**Tabla 2.** Perfil de ácidos grasos por cromatografía de gases del aceite de la semilla de *Rubus fruticosus*, extracción por microondas.

| Entrada | Ácido Graso                | TR (min) | %     |
|---------|----------------------------|----------|-------|
| 1       | Linoleico (C18:2n6c)       | 33.428   | 57.94 |
| 2       | cis-oleico (C18:1n9c)      | 31.413   | 23.71 |
| 3       | Linolenico (C18:3n3)       | 35.643   | 7.73  |
| 4       | Palmitico (C16:0)          | 26.410   | 5.15  |
| 5       | Estearico (C18:0)          | 29.995   | 3.04  |
| 6       | Araquidonico (C20:0)       | 33.636   | 1.23  |
| 7       | Cis-11-Eicosenoico (C20:1) | 35.061   | 0.58  |
| 8       | Mirístico (C14:0)          | 22.727   | 0.22  |
| 9       | Behenico (C22:0)           | 37.456   | 0.14  |
| 10      | Palmitoleico (C16:1)       | 27.812   | 0.10  |
| 11      | Laurico (C12:0)            | 19.507   | 0.07  |
| 12      | Heptadecanoico (C17:0)     | 28.149   | 0.07  |



**Figura 2.** Resonancia magnética nuclear de las especies de ácidos grasos poliinsaturados mayoritarios en el aceite de *R. fruticosus*, a) ácido linoleico, b) ácido linolénico, c) aceite hidrolizado y d) aceite sin hidrolizar en forma de triacil-gliceroles (TAG).

El proceso es flexible al poder ser aplicado en un esquema por lotes, en una planta modular, en procesos continuos. Incluye la posibilidad de darle al producto las características tales para obtener una pasta congelada o deshidratada. Los nutraceuticos tales como la vitamina E, fitoesterol, luteína y clorofilas son sustancias benéficas para la salud, que se encuentran solubles en el aceite extra virgen de aguacate obtenido por la tecnología objeto de esta invención; lo que hace al producto rico en estos ácidos grasos poliinsaturados, en comparación con los aceites existentes en el mercado. En el presente trabajo, se presenta un mapa de ruta crítico referente a la utilización de la semilla de

zarzamora, proveniente de los residuos sólidos generados, en la agroindustria de este sistema producto, para la obtención de ácidos grasos poliinsaturados Tabla 2 y Figura 2 de alto valor comercial, por medio de tecnologías alternativas, comparando con los sistemas tradicionales de extracción química, se plantea un uso a los desechos sólidos agroindustriales.

### 3 CONCLUSIONES

A partir de la investigación se concluye que la semilla del fruto *Rubus fruticosus* es una materia prima de importancia nutrimental mayor para la obtención potencial de ácidos grasos poliinsaturados de tipo C:18 lo que podría dar una alternativa de comercialización a los productores de este sistema producto y el uso de tecnologías alternativas extractivas como las microondas permite poder acrecentar los métodos de extracción de ácidos grasos con valor comercial como los ácidos grasos poliinsaturados.

### 4 AGRADECIMIENTOS

CAEC-211-UMNSH, proyecto financiado por la CIC de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, convocatoria, año 2017.

### 5 REFERENCIAS

- Akanda M.J., Sarker M.Z., Ferdosh S., Manap M.Y., Ab Rahman N.N., Ab Kadir M.O. (2012). Applications of supercritical fluid extraction (SFE) of palm oil and oil from natural sources. *Molecules*. 10;17 (2):1764-94.
- Boeing J.S., Barizão E.O., Silva B.C., Montanher P.F., de Cinque Almeida V., Visentainer J.V. (2014). Evaluation of solvent effect on the extraction of phenolic compounds and antioxidant capacities from the berries: application of principal component analysis. *Chem. Cent J*. 22;8(1):48.
- Bushman B.S., Phillips B., Isbell T. (2004). Chemical composition of caneberry (*Rubus* spp.) seeds and oils and their antioxidant potential. *J Agric Food Chem*. 52(26):7982-7.
- do Nascimento Nunes MC, Nicometo M, Emond JP, Melis RB, Uysal I. (2014). Improvement in fresh fruit and vegetable logistics quality: berry logistics field studies. *Philos. Trans. A Math. Phys. Eng. Sci*. 5; 372(2017):20130307.
- Hassimotto N.M., Pinto Mda. S., Lajolo F.M. (2008). Antioxidant status in humans after consumption of blackberry (*Rubus fruticosus* L.) juices with and without defatted milk. *J Agric. Food Chem*. 56(24):11727-33.
- Matthäus B. (2002). Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oilseeds. *J. Agric. Food Chem*. 50(12):3444-52.
- Moreno A.O., Dorantes L., Galíndez J., Guzmán R.I. (2003). Effect of different extraction methods on fatty acids, volatile compounds, and physical and chemical properties of avocado (*Persea americana* Mill.) oil. *J. Agric. Food Chem*. 51(8):2216-21.
- Reddy M., Moodley R., Jonnalagadda S.B. (2012). Fatty acid profile and elemental content of avocado (*Persea americana* Mill.) oil--effect of extraction methods. *J. Environ. Sci. Health. B.*; 47(6):529-37.
- Schott A.B., Vukicevic S., Bohn I., Andersson T. (2013). Potentials for food waste minimization and effects on potential biogas production through anaerobic digestion. *Waste Manag Res.*; 31(8):811-9.

Vitaglione P., Savarese M., Paduano A., Scalfi L., Fogliano V., Sacchi R. (2013). Healthy virgin olive oil: a matter of bitterness. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 54(8):2216-21.

Zia-UI-Haq M., Riaz M., De Feo V., Jaafar H.Z ., Moga M. (2014). *Rubus fruticosus L.*: constituents, biological activities and health related uses. *Molecules.*19(8):10998-1029.

**Este artículo puede citarse de la siguiente forma:**

**Citación estilo APA sexta edición**

Ortiz Alvarado, R., García González, M. & Chávez Rivera, R. (septiembre-diciembre de 2017). Un estudio experimental de ácidos grasos poliinsaturados, provenientes de *R. fruticosus*, por tecnologías alternativas a los solventes orgánicos. *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, 3(3), 1-7.

**Citación estilo Chicago decimoquinta edición**

Ortiz-Alvarado, Rafael, García-González, Miguel & Chávez-Rivera, Rubén. Un estudio experimental de ácidos grasos poliinsaturados, provenientes de *R. fruticosus*, por tecnologías alternativas a los solventes orgánicos. *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, 3 No. 3 (septiembre-diciembre de 2017): 1-7.

**Citación estilo Harvard Anglia**

Ortiz Alvarado, R., García González, M. & Chávez Rivera, R., 2017. Un estudio experimental de ácidos grasos poliinsaturados, provenientes de *R. fruticosus*, por tecnologías alternativas a los solventes orgánicos. *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, septiembre-diciembre, 3(3), pp. 1-7.

**Citación estilo IEEE**

[1] R. Ortiz-Alvarado, M. García-González y R. Chávez-Rivera. Un estudio experimental de ácidos grasos poliinsaturados, provenientes de *R. fruticosus*, por tecnologías alternativas a los solventes orgánicos. *Revista Multidisciplinaria de Avances de Investigación*, vol. 3 No. 3, pp. 1-7, septiembre-diciembre de 2017.