



REVISTA DEL CENTRO DE GRADUADOS E INVESTIGACIÓN

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE MÉRIDA

ISSN-0185-6294

Año XXXI Núm. 63

19 octubre 2016

Biotecnología
Bioingeniería
Edición especial

ESTABILIDAD OXIDATIVA DEL ACEITE DE *Jatropha curcas* L. EN DOS SISTEMAS DE EXTRACCIÓN

Juan Ubaldo Sánchez-Velázquez, Neith Aracely Pacheco-López, Guadalupe López-Puc, Ana Ramos-Díaz

Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco (CIATEJ). Tablaje Catastral 31264
Km 5.5 Carretera Sierra Papacal-Chuburna Puerto, Parque Científico Tecnológico de Yucatán CP: 97302 Mérida, Yucatán,
México. aramos@ciatej.mx

Recibido: 30/agosto/2016

Aceptado: 29/septiembre/2016

Publicado: 19/octubre/2016

RESUMEN

La calidad del biodiesel depende de la calidad del aceite de donde se produce, uno de los principales problemas que disminuyen la calidad es la degradación de los ácidos grasos insaturados por oxidación. Este proceso de degradación no puede detenerse, pero puede disminuirse la tasa de oxidación. El método de extracción puede influir en los factores físicos que favorecen la degradación de los ácidos grasos. En el presente trabajo se evaluó el efecto de dos métodos de extracción de aceite de *J. curcas*, uno mecánico y otro químico, sobre la estabilidad oxidativa del aceite. Los resultados muestran que el método de extracción químico presenta un mayor índice de oxidación, lo que indica una mayor degradación del aceite, debido a que el método involucra una temperatura arriba de 60°C y exposición a la luz.

Palabras clave: *Jatropha curcas*, Estabilidad oxidativa, Extracción de aceite

ABSTRACT

Biodiesel quality depends on of the oil quality where is produced; one of the main problems that diminish the quality is the unsaturated fatty acid degradation by oxidation. This process of degradation cannot be stopped, but the rate of oxidation can be decreased. The extraction method can affect the physical factors that favor the fatty acid degradation. In this work, we evaluated the effect of two extraction methods of *J. curcas* oil, one mechanical and one chemical, over the oxidative stability of the oil. The results shows that the chemical extraction method has a higher oxidation index, what implies a higher oil degradation, due to an own method characteristics, as the temperature above 60°C and light exposure.

Keywords: *Jatropha curcas*, oxidative stability, oil extraction

INTRODUCCIÓN

Para la fabricación de biodiesel se ha propuesto utilizar el aceite vegetal de plantas no alimenticias, como materia prima, sin embargo, debido al perfil de ácidos grasos, no todas las oleaginosas producen aceite de calidad apropiada para biodiesel, ya que requieren aceites con contenido mayoritario de los ácidos grasos: oleico, linoleico y linolénico; como es el contenido de aceite de *J. curcas* [ácido oleico (48.8%), linoleico (44.4%) y linolénico (0.21%)], (Barros et al., 2015; Martínez-Herrera et al., 2006); pero este tipo de ácidos grasos insaturados, son susceptibles a la degradación por oxidación, debido a las dobles enlaces que poseen en la cadena de carbono (Choe y Min, 2006). El proceso de degradación no se puede evitar, sin embargo interfieren diferentes factores que pueden incrementar o disminuir dicho proceso como son la luz, humedad, temperatura y antioxidantes (Rodrigues et al., 2013). En trabajos previos se ha reportado que el método de extracción de aceite afecta la estabilidad del aceite formando compuestos como aldehídos, cetonas o ácidos grasos de cadena corta (Ortiz Moreno et al., 2003), estos compuestos son indeseables en el biodiesel ya que reducen su calidad. En el presente trabajo se compara el efecto de dos métodos de

extracción de aceite, uno mecánico y otro químico, sobre la estabilidad oxidativa del aceite de *J. curcas*.

MATERIAL Y MÉTODOS

Material vegetal

Se obtuvo semilla de plantas de *J. curcas*, mezcladas con paratión metílico en polvo (1gr/Kg). La semilla se lavó ocho veces sumergiéndola en agua corriente, posteriormente se colocó en agua hirviendo durante 30 minutos y se secó a 60°C durante 3 horas. Finalmente, la semilla se peló y la almendra se almacenó a 4°C hasta su uso.

Índice de Peróxido

Índice de peróxido. Se estableció una curva de calibración utilizando aceite comercial de canola; se tomaron muestras de aceite de 0, 1, 2, 3, 4 y 5 gr de aceite completando a 5 gr de muestra con ddH₂O cuando fue necesario, se agregaron 15 ml de solución A (Ácido acético-Cloroformo 3:2), se colocó en agitación, posteriormente se agregaron 0.5 ml de solución saturada de KI, manteniendo la agitación por un minuto y se agregó 15 ml de ddH₂O, todo a una agitación constante durante un minuto, finalmente se tituló con solución de

tiosulfato de sodio 0.01 M. El índice de peróxido se calculó con la siguiente fórmula:

$$IP = \frac{S * M * 1000}{gr} = meq \text{ de } H_2O_2 / Kg$$

Donde *S* es igual a la cantidad de ml de tiosulfato utilizados durante la titulación, *M* es la molaridad de la solución de tiosulfato y *gr* es la cantidad de aceite en gr utilizados para la determinación

Extracción de aceite

Extracción mecánica: La almendra se fraccionó y colocó en horno a 60°C durante 1 hora antes de ser prensada, posteriormente se colocaron las fracciones de la almendra (120 gr aproximadamente) en un cilindro con diámetro de 50 mm y altura de 15 cm, con poros dispuestos de manera uniforme, y fueron prensadas con una fuerza de 2 Ton/m manteniendo la presión durante 5 minutos, el aceite se colectó en tubos de HDPE de 50 ml y se centrifugó a 6000 rpm por 10 minutos, posteriormente el aceite se transfirió por decantación a un tubo nuevo.

Extracción química: Fracciones de semilla (20 gr) fueron aplastadas y fraccionadas manualmente y se colocaron en un aparato soxhlet para la extracción de aceite con una relación de 1:12.5 gr/ml con solvente n-hexano. Las condiciones de extracción fueron: baño maría de 73°C, durante 4 hr. La mezcla aceite-hexano se almacena a 4°C hasta su uso. El hexano se retiró en rota vapor bajo las siguientes condiciones: Presión de vacío 360 mBar, rotación 45 rpm, temperatura de baño maría 40°C, tiempo de concentración 4 horas.

Determinación de la estabilidad oxidativa del aceite de *J. curcas*

El aceite obtenido de ambos métodos de extracción fue almacenado a 4°C en presencia de luz natural (12 hr), durante 6 días, tomando muestras los días: 1, 3 y 6, durante los cuales se determinó el índice de peróxido en el aceite. En todos los casos la determinación se realizó por triplicado

En un segundo experimento, el aceite obtenido por ambos métodos de extracción, fue almacenado a 23°C en oscuridad, durante 28 días, tomando muestras los días 0, 7, 14, 21 y 28, durante los cuales se determinó el índice de peróxido. En todos los casos se realizó por cuadruplicado.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para determinar el nivel de degradación del aceite durante los análisis, se realizó la determinación del índice de peróxido, este método indica la cantidad de meq/Kg de H₂O₂ en la muestra, por lo que para conocer la confiabilidad y repetitividad de este método se realizó una curva de calibración utilizando aceite comercial de canola, en la que

se midieron seis puntos por cuadruplicado, que consistieron en 0, 1, 2, 3, 4 y 5 gr de aceite vegetal de canola, dando como resultado una r² de 0.9798 (Figura 1), lo que nos indica que el método por el cual se determinó el índice de peróxido puede repetirse en diferentes muestras con precisión y exactitud.

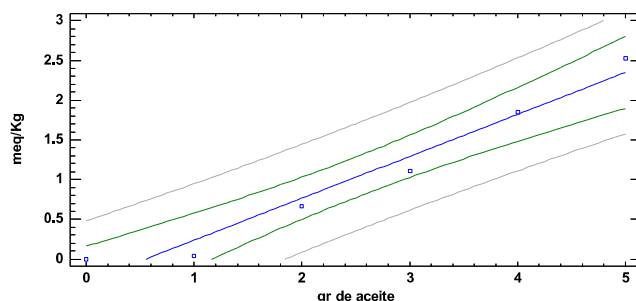


Figura 1. Curva de calibración para la determinación del índice de peróxido

Para determinar si existe un efecto sobre la estabilidad oxidativa en el aceite, causado por el método de extracción, se comparó el aceite extraído por dos métodos, uno mecánico y otro químico, en muestras de aceite almacenadas durante 6 días a 4°C con exposición a la luz por 12 hr, de los que se tomaron muestras al día 1, 3 y 6 para determinar el índice de peróxido. Los resultados se presentan en la figura 2, donde se muestra que bajo estas condiciones de almacenamiento el aceite se degrada, no obstante el análisis estadístico nos indica que existe una diferencia significativa a un valor de $p \leq 0.05$ en la cantidad de meq/Kg de H₂O₂ presentes en el aceite entre los dos métodos de extracción, siendo mayor en el método de extracción química desde el día 1 hasta el día 6, así como una diferencia estadística significativa entre el día 1, el día 3 y el día 6 de cada método. Rodrigues et al. (2013), Reportó que durante los primeros 28 días hay un incremento lineal sobre la cantidad de productos oxidantes y de 28 a 42 días se observa un incremento de estos por un factor de seis.

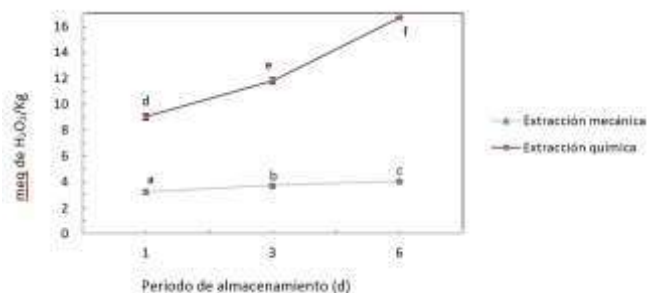


Figura 2. Índice de estabilidad oxidativa del aceite de *J. curcas*, con cada uno de los métodos de extracción, durante seis días. Letras diferentes representan diferencia estadística significativa con un valor de $p \leq 0.05$.

Para confirmar el efecto del método de extracción sobre la estabilidad oxidativa del aceite, el aceite extraído por ambos métodos fueron almacenados en condiciones de oscuridad a 23°C durante 28 días de almacenamiento, determinando el índice de peroxidación los días: 0, 7, 14, 21 y 28. El resultado, se puede observar en la figura 3, donde los

primeros 14 días de almacenamiento no hay una diferencia estadística significativa para el método de extracción mecánico y durante los primeros 21 días para el método de extracción químico, sin embargo, pese a que el método de extracción químico mantuvo la estabilidad durante 7 días más que el método de extracción mecánico, esté comenzó desde el día 0 con una cantidad mayor estadísticamente significativa de meq de H_2O_2 /Kg, manteniéndose durante los 28 días de evaluación por arriba de la cantidad de meq de H_2O_2 /Kg cuantificados para el método de extracción mecánico.

Durante el día 21 de almacenamiento el aceite extraído mecánicamente registró un decremento en la cantidad de meq de H_2O_2 /Kg, esto posiblemente se debe a que los agentes oxidantes en el aceite, estén interactuando con antioxidantes naturales de *J. curcas*, como el gama-tocoferol, así mismo, el incremento estadísticamente significativo para ambos métodos de extracción al día 28, puede atribuirse a la conjunción de dos factores; el agotamiento de antioxidantes en el aceite, y el crecimiento de microorganismos en el aceite, lo que favorecería la degradación del aceite (Rodrigues et al., 2013). Pese a este incremento, el aceite extraído mecánicamente tuvo una cantidad de meq de H_2O_2 /Kg sin diferencia significativa, respecto al periodo de almacenamiento de 7, 14 y 21 días del aceite extraído químicamente.

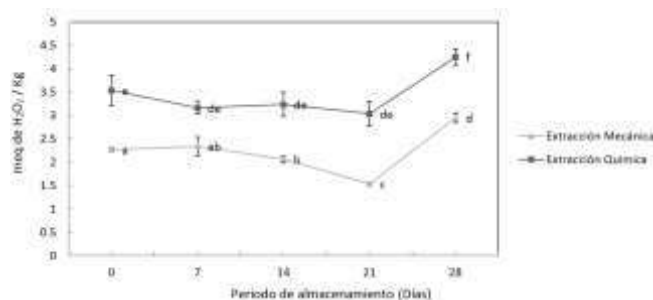


Figura 3. Estabilidad oxidativa del aceite de *J. curcas*, comparando dos métodos de extracción, durante 28 días de almacenamiento del aceite. Las letras indican diferencia estadística significativa con un de valor de $p \leq 0.05$

CONCLUSIONES

El método de extracción mecánico resultó mejor para mantener la estabilidad oxidativa por más tiempo, ya que al día 28 fue cuando el aceite alcanzo valores de meq de H_2O_2 /Kg similares a los obtenidos por el aceite extraído por el método de extracción química al día 7, 14 y 21.

AGRADECIMIENTOS

Al Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco A.C., por proporcionar los medios para realizar este trabajo.

Al fondo SAGARPA CONACYT por brindar los recursos financieros para la realización del proyecto 163502 del cual se deriva este trabajo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barros, T.F.S., Arriel, N.H.C., Queiroz, M.F., Fernandes, P.D., Mendonça, S., Ribeiro, J.A.A., Medeiros, E.P., 2015. Fatty acid profiles of species of *Jatropha curcas* L., *Jatropha mollissima* (Pohl) Baill. and *Jatropha gossypifolia* L. *Ind. Crops Prod.* 73, 106-108. doi:10.1016/j.indcrop.2015.04.003
- Choe, E., Min, D.B., 2006. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety Mechanisms and Factors for Edible Oil Oxidation. *Compr. Rev. Food Sci. Food Saf.* 5, 169-186. doi:10.1111/j.1541-4337.2006.00009.x
- Martínez-Herrera, J., Siddhuraju, P., Francis, G., Dávila-Ortíz, G., Becker, K., 2006. Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provenances of *Jatropha curcas* L. from Mexico. *Food Chem.* 96, 80-89. doi:10.1016/j.foodchem.2005.01.059
- Ortiz Moreno, A., Dorantes, L., Galván, 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, 2216-2221. doi:10.1021/jf0207934
- Rodrigues, J., Miranda, I., Gominho, J., Vasconcelos, M., Barradas, G., Pereira, H., Bianchi-de-Aguiar, F., Ferreira-Dias, S., 2013. Variability in oil content and composition and storage stability of seeds from *Jatropha curcas* L. grown in Mozambique. *Ind. Crops Prod.* 50, 828-837. doi:10.1016/j.indcrop.2013.08.038