

Análisis cromatográfico del aceite vegetal de *Jatropha curcas* L. crudo y refinado

Chromatography Analysis of Jatropha Curcas L Oil Raw and Refined

MSc. Juliano Chitue-de-Assunção-Nascimento^I; Dr. Francisco Lafargue-Pérez^{II}; Dr. Manuel Díaz-Velázquez^{II};
Lic. Norberto Barrera-Vaillant^{III}; Dr. David Marrero-Delange^{IV}; Ing. Katiuska Varela-Hernández^V ✉
julianochitue@yahoo.com.br; lafargue@fim.uo.edu.cu; barrera@santpds.co.cu; david.marrero@cnic.edu.cu;
varelakatiuska@hotmail.com

^IInstituto Superior Politécnico de la Universidad Katyavala Bwila. Provincia de Benguela. República de Angola;

^{II}Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba; ^{III}Empresa Procesadora de Soya, Santiago de Cuba, Cuba;

^{IV}Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Habana, Cuba; ^VUniversidad Politécnica Territorial de Paria "Luis Mariano Rivera". Estado Sucre, República Bolivariana de Venezuela

● Resumen

La cromatografía de gases es uno de los métodos más empleados con los que cuenta un laboratorio químico y permite determinar los tipos y porcentajes de ácidos grasos presentes en los aceites vegetales. El objetivo de este trabajo fue realizar un estudio comparativo de la composición de los ácidos grasos del aceite extraído mecánicamente de la planta de *Jatropha curcas* L en estado crudo y refinado, utilizando los datos obtenidos por cromatografía gaseosa. Los ácidos grasos del aceite fueron determinados como ésteres metílicos. Los análisis se realizaron en un cromatógrafo de gases, con detector de ionización por llama, acoplado a computadora HP Pentium 4, con programa para procesamiento de datos. Las temperaturas del inyector y del detector fueron 250 °C y 260 °C, respectivamente. Los datos cromatográficos obtenidos del aceite de *Jatropha curcas* L crudo y refinado indican que el proceso de refinado no varía en la composición de los ácidos grasos, debido a que no hay diferencias significativas entre los mismos. Al igual que los datos reportados por otros investigadores, los ácidos grasos predominantes en el aceite de *Jatropha curcas* L fueron los ácidos grasos saturados, palmítico y esteárico y los ácidos grasos insaturados, oleico y linoléico.

Palabras clave: cromatografía, aceite de *Jatropha curcas* L, ácidos grasos.

● Abstract

The chromatography of gases is one of the most versatile methods utilized in the chemical laboratory, which permits the determinations of the percentages and types of fatty acids present in vegetable oils. The objective of this work was to carry out a comparative study of the composition of the fatty acids, of the mechanically extracted oil from the seed of the *Jatropha curcas* L plant in the raw and refined state, using the data obtained by gas chromatography. The fatty acids of the oil were determined as methylic esters. The analyst was carried out in a gas chromatographer, with a detector of ionization by way of flame (FID), Agilent 7890A (Agilent, USA) coupled to HP Pentium 4 computer, with a data processing program. The temperatures of the injector and of the detector were 250 °C and 260 °C respectively. The data obtained chromatographically of the oil of *Jatropha curcas* L, raw and refined indicates that the refinery process did not vary the composition of the fatty acid, because there are no significant differences between them. Also, the results obtained by other investigators, showed that the predominant fatty acids obtained from the oil of the *Jatropha curcas* L were palmitic and stearic in the saturated fatty acids, and oleic and linoleic in the unsaturated fatty acids.

Key words: chromatography, *Jatropha curcas* L oil, fatty acid.

● Introducción

La cromatografía de gases es uno de los métodos más versátiles con los que cuenta un laboratorio químico, ya que permite realizar varios tipos de determinaciones que responden a una amplia gama de analitos de diferentes naturalezas y comportamiento químico. El índice de retención cromatográfico es un parámetro usado en todas las variantes de las técnicas cromatográficas, principalmente en la cromatografía de gases para la identificación de casi todos los compuestos bajo condiciones definidas; así como los porcentos de los componentes de mezclas. Aunque no es por definición un método ideal de identificación, en la práctica resuelve muchos problemas de la ciencia, ya que los equipos espectroscópicos son muy costosos /1/.

Diferentes autores utilizan este método para identificar los diferentes ácidos grasos y esteroides de los mismos, que se encuentran en las grasas naturales, o que se obtienen por transesterificación /2-4/. Entre dichos trabajos resultan interesantes aquellos dedicados a la determinación de ácidos grasos del aceite extraído de la *Jatropha curcas* L.

El objetivo de este trabajo, es realizar un estudio comparativo de la composición de los ácidos grasos del aceite de la semilla de la *Jatropha curcas* L en estado crudo y refinado.

Fundamentación teórica

En los últimos tiempos se ha visto un creciente interés por el uso de lubricantes amigables con el medio ambiente, conocidos comúnmente como biolubricantes /5/. Algunos aceites sintéticos se emplean como biolubricantes, por su relativamente alta biodegradabilidad, sin embargo por su alto costo en algunos casos se prefiere el uso de aceites vegetales /6/. Los aceites vegetales, además de ser biodegradables son un recurso renovable e incluso, utilizados como lubricantes, poseen algunas ventajas respecto a los aceites minerales, como mayor índice de viscosidad, punto de inflamación y lubricidad, sin embargo poseen algunas desventajas respecto a los aceites minerales, tales como: menor estabilidad oxidativa y menor fluidez a baja temperatura, es por ello que se prefieren aceites vegetales con un alto por

ciento de ácidos grasos monoinsaturados para lograr un equilibrio entre estas dos propiedades /7/, de ahí es importante que al emplear como biolubricantes, los aceites vegetales que hayan experimentado el proceso de refinado, dicho proceso no disminuya en gran medida el porcentaje de ácidos grasos monoinsaturados y saturados, lo cual permitiría disminuir en gran medida la estabilidad oxidativa del aceite refinado.

La técnica aplicada para el conocimiento de los tipos de ácidos grasos y el porcentaje de estos en los aceites vegetales, son determinados con la aplicación de la cromatografía gaseosa.

● Materiales y métodos utilizados

El aceite vegetal de *Jatropha curcas* L en estudio es procedente de plantaciones que se encuentran en la región semiárida de la franja costera sur de la provincia de Guantánamo, República de Cuba. El aceite fue extraído de la semilla oleaginosa de forma mecánica, el cual se filtra y de esta forma se obtiene el aceite crudo. El aceite crudo fue refinado de forma química o alcalina, en la Empresa Procesadora de Soya de la Provincia de Santiago de Cuba, como parte de una caracterización integral para su utilización como aceite base en la formulación de lubricantes biodegradables /8/.

Los ácidos grasos de los aceites se determinaron como ésteres metílicos. Para ello, se empleó el ácido tridecanoico (C13:0) como estándar interno y 10 mg por muestra, según el método 108.003 del Institute for Nutraceutical Advancement (INA) de los Estados Unidos.

Los análisis se realizaron en un cromatógrafo de gases, con detector de ionización por llama (FID), Agilent 7890A (Agilent, EUA) acoplado a computadora HP Pentium 4, con programa para procesamiento de datos, en una columna capilar BPX-70 (30 m · 0,25 mm, 0,25 μ m Df, SGE, Australia). El programa de temperatura fue: 1 min isotérmico inicial a 100 °C, de 100 °C hasta 140 °C a 10 °C/min, de 140 °C hasta 200 °C a 2 °C/min, de 200 °C hasta 240 °C a 10 °C/min y 15 min isotérmico final a 240 °C.

Las temperaturas del inyector y del detector fueron 250 °C y 260 °C, respectivamente. El flujo del gas portador (H_2) fue 0,8 mL/min, la llama se formó con H_2 (35 mL/min) y aire (350 mL/min) y el volumen de inyección fue de 0,5 μ L.

● Resultados y discusión

Las tablas 1 y 2 muestran los resultados de la composición de los ácidos grasos presentes en el aceite de *Jatropha curcas* L crudo y refinado respectivamente, obtenidos por el análisis por cromatografía de gases y calculados por normalización interna.

TABLA 1. COMPOSICIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS DEL ACEITE DE *Jatropha curcas* L CRUDO

Componente	Muestra 1 (%)	Muestra 2 (%)	Media	Desviación estandar	Coefficiente de variación
C14:0	0,083	0,088	0,085	0,004	4,14
C16:0	11,461	11,725	11,593	0,187	1,61
C16:1	0,616	0,661	0,638	0,032	4,98
C17:0	0,096	0,093	0,094	0,002	2,24
C18:0	6,744	6,705	6,724	0,028	0,41
C18:1	31,061	30,807	30,934	0,180	0,58
C18:2	49,451	49,483	49,467	0,023	0,05
C18:3	0,163	0,157	0,160	0,004	2,65
C20:0	0,211	0,216	0,213	0,004	1,66
C20:1	0,114	0,065	0,089	0,035	38,71

TABLA 2. COMPOSICIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS DEL ACEITE DE *Jatropha curcas* L REFINADO

Componente	Muestra 1 (%)	Muestra 2 (%)	Media	Desviación estandar	Coefficiente de variación
C14:0	0,07	0,07	0,07	0,001	0,99
C16:0	11,58	11,71	11,64	0,089	0,77
C16:1	0,63	0,64	0,635	0,008	1,23
C17:0	0,08	0,08	0,08	0,000	0,00
C18:0	6,76	6,79	6,775	0,024	0,35
C18:1	31,33	31,21	31,27	0,083	0,27
C18:2	49,14	49,10	49,12	0,025	0,05
C18:3	0,14	0,14	0,14	0,003	1,99
C20:0	0,20	0,19	0,195	0,008	4,31
C20:1	0,08	0,06	0,07	0,012	16,81

De los resultados de las tablas 1 y 2, así como de los perfiles cromatográficos, del aceite vegetal de *Jatropha curcas* L crudo y refinado (figuras 1 y 2, respectivamente), indican que en el estudio realizado, los ácidos grasos identificados y presentes en dicho

aceite son los ácidos: mirístico (C14:0), palmítico (C16:0), palmitoleico (C16:1), margárico (C17:0), esteárico (C18:0), oleico (C18:1), linoleico (C18:2), linolénico (C18:3), araquídico (C20:0) y gadoleico (C20:1).

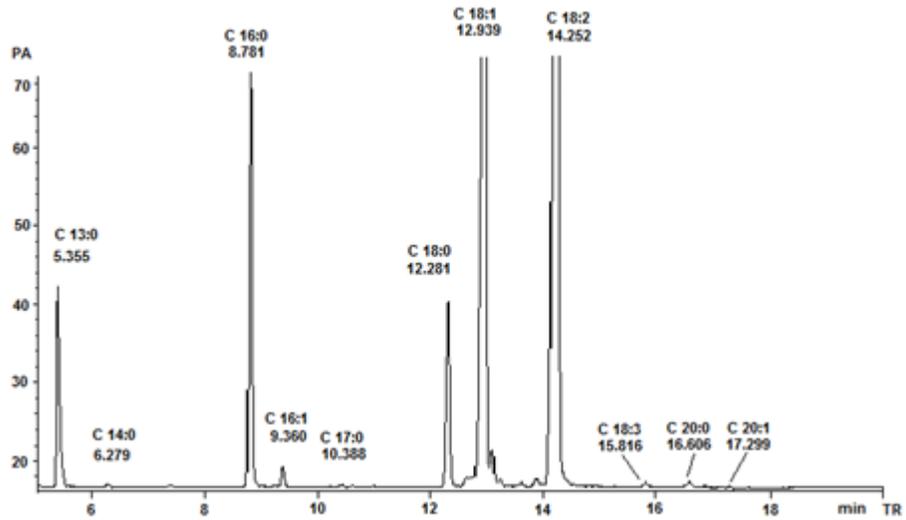


Fig. 1. Perfil cromatográfico de los ácidos grasos en el aceite de *Jatropha curcas* L crudo.

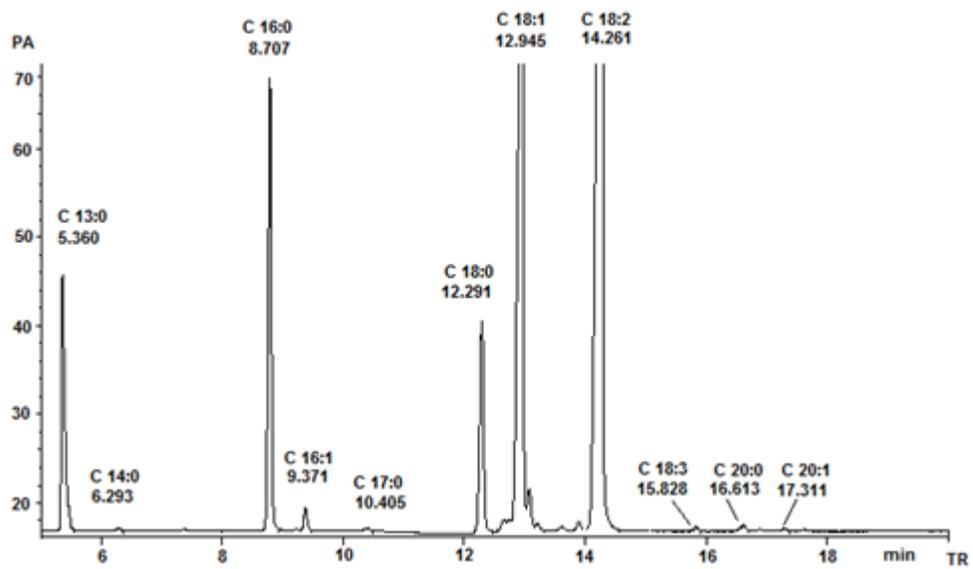


Fig. 2. Perfil cromatográfico de los ácidos grasos en el aceite de *Jatropha curcas* L refinado.

Se observa que para el aceite en ambos estados (crudo y refinado), no existen variaciones significativas en cuanto a los ácidos grasos y la composición de los mismos. Con los resultados obtenidos de la

composición de los ácidos grasos del aceite de *Jatropha curcas* L crudo, se realiza una comparación con reportes de estos análisis dados por diferentes investigadores, los cuales se muestran en la tabla 3.

TABLA 3. REPORTE DE LA COMPOSICIÓN DE LOS ÁCIDOS GRASOS DEL ACEITE DE *Jatropha curcas* L CRUDO

Acidos grasos	Investigadores								
	/2/*				/3/	/4/	/9/	/10/	/11/
	a	b	c	d					
Mirístico (14:0)	0,18	0,15	1,18	0,3	-	-	-	-	-
Palmitico (16:0)	11,4	12,3	13	10,5	19-20	14,54	12,8	14,1	19,5
Palmitoleico (16:1)	0,44	0,55	0,52	0,32	-	-	-	-	-
Margárico (17:0)	-	-	0,1	-	-	-	-	-	-
Margaroleico (17:1)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Esteárico (18:0)	2,27	2,80	2,53	2,45	4,5-5	6,3	7,3	6,7	6,8
Oleico (18:1)	45	47,1	48,8	41,5	25,5-27	42,02	44,8	47,0	41,3
Linoleico (18:2)	40,3	36,7	34,6	44,4	48-50	35,38	34,0	31,6	31,4
Linolénico (18:3)	0,11	0,18	0,12	0,21	-	-	-	-	-
Araquídico (20:0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gadoleico (20:1)	0,12	0,19	0,14	0,14	-	-	-	-	-
Eicosadenoico (20:2)	0,11	0,11	0,1	0,13	-	-	-	-	-
Behénico (22:0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Lignocénico (24:0)	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*- (a, b, c, d) Aceite de *Jatropha curcas* L cultivada en cuatro regiones diferentes de México.

(Continuación tabla 3)

Acidos grasos	Investigadores					
	/12/	/13/	/14/**		/15/	/16/
			Tóxica	No tóxica		
Mirístico (14:0)	0,38	0,1	0,1	0,2	0,06	-
Palmitico (16:0)	16,0	14,2	15,3	13,4	14,24	15,8
Palmitoleico (16:1)	1-3,5	0,7	0,9	0,8	0,95	0,9
Margárico (17:0)	-	0,1	0,1	0,1	0,12	-
Margaroleico (17:1)	-	-	-	-	0,06	-
Esteárico (18:0)	6-8	7,0	6,6	6,4	7,84	6,7
Oleico (18:1)	42-43,5	44,7	41	36,4	47,66	42,6
Linoleico (18:2)	33-34,5	32,8	35,3	42,1	28,90	33,9
Linolénico (18:3)	0,8	0,2	0,3	0,2	0,24	0,2
Araquídico (20:0)	-	0,2	0,2	0,2	0,25	0,2
Gadoleico (20:1)	-	-	0,1	0,1	0,07	-
Eicosadenoico (20:2)	-	-	-	-	-	-
Behénico (22:0)	-	-	-	-	0,06	-
Lignocénico (24:0)	-	-	0,1	-	-	-

**.- Variedades del aceite de *Jatropha curcas* L (tóxica y no tóxica).

En todos los casos, incluyendo los resultados obtenidos en el trabajo, puede observarse que los ácidos grasos saturados predominantes son el palmítico (16:0) y el esteárico (18:0). El reporte de los investigadores muestra magnitudes entre 10,5 y 20 % para el ácido palmítico y entre 2,27 y 8 % para el ácido esteárico, en el aceite en estudio, estos porcentajes (tanto del ácido palmítico como del esteárico) se encuentran dentro de los mismos rangos que reporta la literatura con magnitudes de 11,593 y 6,724 %, respectivamente.

En el caso de los ácidos grasos insaturados, los reportes y el aceite en estudio indican que los predominantes son: el linoleico (18:2) y el oleico (18:1). Los porcentajes para el aceite en estudio son de 49,467 y 30,934 % para el ácido linoleico y oleico respectivamente, los cuales también se encuentran dentro del rango que reporta la literatura.

Para el resto de los ácidos grasos, tanto para el aceite en estudio, como para los aceites evaluados en la literatura, no superan el 1 %, excepto los ácidos grasos palmitoleico y mirístico, para los cuales los investigadores reportan que pueden alcanzar el 3,5 /12/ y 1,18 % /2/, respectivamente.

Para todos los casos, en el aceite de *Jatropha curcas* predominan los ácidos grasos insaturados, con un porcentaje que puede oscilar entre 72,7 y 86,7 %, por su parte los ácidos grasos saturados oscilan entre el 13,25 y el 26,3 %. En el caso del aceite evaluado, igualmente predominan los ácidos grasos insaturados con un 81,28 %.

Al comparar los resultados obtenidos en el trabajo y los obtenidos por Piloto /3/, donde se utilizaron muestras de aceite de la misma plantación, pero en lotes y épocas diferentes, se pueden notar algunas diferencias, ya que los ácidos grasos esteárico y oleico, identificados en el trabajo, poseen un porcentaje ligeramente superior, por su parte Piloto reporta un porcentaje mayor de ácido palmítico, siendo similar en ambos trabajos el porcentaje de ácido linoleico. Con respecto al resto de los otros ácidos grasos se observa que en el aceite evaluado se encontró ácido palmitoleico (16:1), araquídico (20:0), margárico (17:0) y gadoleico (20:1), que no es identificado por Piloto.



Conclusiones

Los datos cromatográficos obtenidos del aceite de *Jatropha curcas* L crudo y refinado indican que el proceso de refinado no varía en la composición de los ácidos grasos, debido a que no hay diferencias significativas entre los mismos.

Al igual que en las investigaciones tomadas como referencia, predominan en el aceite de *Jatropha curcas* L evaluado los ácidos grasos saturados, palmítico y esteárico, y los ácidos grasos insaturados, oleico y linoléico.



Bibliografía

1. ROJAS VARGAS, J. A., y otros. "Modelación del índice de retención en iminas usando descriptores tops-mode". *Revista Cubana de Química*. 2012, 24, p. 272-283.
2. MARTÍNEZ HERRERA, J., y otros. "Chemical Composition, Toxic/Antimetabolic Constituents, and Effects of Different Treatments on their Levels, in four Provenances of *Jatropha curcas* L. from México". *Food Chemistry*. 2006, 96, p. 80-89.
3. PILOTO RODRÍGUEZ, R., y otros. "Characterization of *Jatropha curcas* Oils and their Derived Fatty Acid Ethyl Esters Obtained from two Different Plantations in Cuba". *Biomass and Bioenergy*. 2011, p. 30, 1-7.
4. ACHTENA W., M. J., y otros. "Jatropha Bio-Diesel Production and Use". *Biomass and Bioenergy*. 2008, 32, p. 1063-1084.
5. NIZAM, M. K.; A. B. HAYDER. "The Use of Vegetable Oil in Lubricant as Base Oil: a Review. National". Conference on Postgraduate Research. Universiti Malaysia Pahang, Malaysia, 2009, p. 123-127.
6. BRAJENDRA, S., y otros. "Soybean Oil Based Greases: Influence of Composition on Thermo-oxidative and Tribochemical Behavior". *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 2005, 53, p. 2961-2968.
7. SUKIRNO, y otros. "Biogrease Based on Palm Oil and Lithium Soap Thickener: Evaluation of Antiwear Property". *World Applied Sciences Journal*. 2009, 6, p. 401-407.
8. LAFARGUE PÉREZ, F., y otros. "Caracterización físico-química del aceite de *Jatropha curcas* L". *Tecnología Química*. 2012, 32, 2, p. 162-165.
9. KANDPAL, J. B., y otros. "*Jatropha Curcas*: a Renewable Source of Energy for Meeting Future Energy Needs". *Renewable Energy*. 2002, 6, p. 159-160.
10. AUGUSTUS, G. D., y otros. "Evaluation and Bioinduction of Energy Components of *Jatropha curcas*". *Biomass and Bioenergy*. 2002, 23, p. 161-164.
11. AKINTAYO, E. T., y otros. "Characteristics and Composition of *Parkia biglobbosa* and *Jatropha curcas* Oils and Cakes". *Bioresource Technology*. 2003, 92, p. 307-310.

12. VERMA, K. C., y otros. "*Jatropha curcas* L.: Substitute for Conventional Energy". *World Journal of Agricultural Sciences*. 2009, 5, p. 552-556.
13. EMIL AKBAR., y otros. "Characteristic and Composition of *Jatropha Curcas* Oil Seed from Malaysia and its Potential as Biodiesel Feedstock". *European Journal of Scientific Research*. 2009, 29, 3, p. 396-403.
14. BECKER K., y otros. "*Jatropha Curcas*: A potencial source for tomorrow's oil and biodiesel". *Lipid Technology*. 2008, 20, 5, p. 104-107.
15. FALASCA, S. L., y otros. "Potencialidad bioenergética sudamericana a partir de forestaciones con *Jatropha* sp. (*J. curcas*, *hieronymi* y *macrocarpa*)". *Revista Virtual REDES*. 2008, p. 102-115.
16. BAGANI. *Properties of Jatropha curcas oil*. Germany: University of Hohenheim, 1986. 167 p.