

Comparación del Porcentaje de Aceite y del Tamaño de Seis Ecotipos de Semillas de Higuierilla (*Ricinus communis*), de Origen Sudamericano.

P. Manzano^{1,3}, P. Rivera², J. Pérez¹, A. Orellana⁴, O. Ahumada², J. Castillo², O. Ruiz³

¹Instituto de Ciencias Químicas y Ambientales ICQA. Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) Km. 30.5 Vía Perimetral, Campus Prosperina, Apartado: 09-01-5863. Fax: (593-4) 2 854629. Guayaquil, Ecuador. pmanzano@espol.edu.ec ; manzanopatricia@hotmail.com

²Departamento de Química, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile. Casilla 653, Santiago, Chile. Biodiesel-Chile. ²privera@uchile.cl

³Centro de Investigaciones Biotecnológicas de la ESPOL (CIBE). Escuela Superior Politécnica del Litoral (ESPOL) Km. 30.5 Vía Perimetral, Campus Prosperina, Apartado: 09-01-5863. Fax: (593-4) 2 854629. Guayaquil – Ecuador

⁴Facultad de Ciencias Químicas, Universidad de Chile. Av. Libertador Bernardo O'Higgins 1058, Santiago de Chile | Teléfono: (56 2) 9782000. andrea.orellana@gmail.com

Resumen

Introducción: El aceite de higuierilla, llamado también aceite de ricino o de castor se extrae de las semillas de la especie Ricinus communis, planta perenne y arbustiva originaria de zonas tropicales, comúnmente conocido en Sudamérica como higuierilla. Comparar variables de tamaño y contenido de extracto etéreo de aceite de semillas de diferentes ecotipos provenientes de Chile, Colombia y Ecuador. Metodología: Se emplearon las semillas de higuierilla y su contenido de extracto éter de petróleo en aceites, obtenidos por agotamiento en equipo Soxhlet. Para el análisis estadístico de las semillas, se utilizaron las pruebas: T-student, análisis de correlación lineal de Pearson y análisis de Clúster jerárquico. En los estudios comparativos del porcentaje de aceite y del tamaño de las semillas, el ecotipo de Chile presentó el más alto rendimiento de contenido de extracto etéreo de aceite, no encontrándose diferencias estadísticas entre ellas. Los resultados de la presente investigación no han sido reportados para los 6 ecotipos estudiados de R. communis de origen Sudamericano. El ecotipo de Chile, contiene el mayor porcentaje de aceite y menor tamaño; muy similar a las cuatro variedades estudiadas en Ecuador. Las especies colombianas exhibieron gran tamaño y contenido de aceite grande.

Palabras Claves: Aceite de *Ricinus communis*, extracción soxhlet.

Abstract

Introduction: Higuierilla's oil, called ricino or castor's oil too, is extracted from the seeds to the Ricinus communis specie which is a perennial and leafy native plant from tropical area. In South America it is commonly known as higuierilla. To compare size and content variables of seeds oil's ether extract of several ecotypes come from Chile, Colombia and Ecuador. We used higuierilla's seed and its content of petroleum's ether extract as oil obtained by Soxhlet equipment exhaustion. For statistical analysis of the seeds were used in tests: T-student, linear correlation analysis of Pearson and hierarchical cluster analysis. In comparative studies of percentage of oil and seed size, Chile's ecotype showed the highest yield of ether extract's oil's content; furthermore there were not statistical differences between them. The research's studies haven't been reported for the 6 studied ecotypes of South American's R. communis. The ecotype from Chile contains the highest oil's percentage and the smallest size resembling to Ecuador's four varieties. The Colombian species exhibited large size and a high oil's content.

Keys Words: *Ricinus communis* oil, soxhlet extraction.

Recibido: Junio, 2009

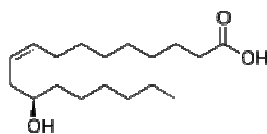
Aceptado: Agosto, 2009

1. Introducción

Los aceites en general, han estado presentes desde la antigüedad en la humanidad, utilizados por ejemplo para calefacción, como sahumerios, etc. y en la actualidad nos brindan la opción de ser una alternativa energética de gran importancia¹.

Tratamientos químicos, mediante transesterificación permiten convertir estos aceites provenientes de triglicéridos en un biocombustible. La búsqueda de nuevas alternativas de uso para los recursos renovables, está en crecimiento; siendo el aceite de higuera uno de los principales candidatos^{2, 3}, por su abundancia, bajo costo; porque no es comestible y no compite en suelos con oleaginosas de uso alimenticio¹.

El aceite de higuera, que se extrae de las semillas de la planta Higuera (*Ricinus communis*), en porcentajes cercanos al 50% ha sido también utilizado en farmacología y cosmetología^{4,5}.



Ácido Ricinoléico

Figura 1. *Ricinus communis*. Ácido Ricinoléico ($C_{18}H_{34}O_3$), constituyente mayoritario del Aceite de Ricino.

R. communis requiere de un clima cálido sin heladas, está disperso, por casi todas las regiones cálidas del globo, habiéndose naturalizado, por ser una planta cultivada desde la antigüedad^{6, 7}. Menciona Acosta (2003)⁶, que el rendimiento significativo de los cultivos con poca inversión de capital se puede lograr cuando se cumple que la siembra o plantación se realice en época oportuna, y se utilicen adecuadas densidades y espaciamentos.

Respecto a la época, su manejo depende tanto de factores climáticos, como fisiológicos de la planta; se conoce que determinados rangos de temperatura, luz, precipitaciones intervienen directamente en la germinación, crecimiento y

desarrollo de las plantas y que estos factores no se comportan por igual para todas, ni durante todo su ciclo de vida⁸.

En la tabla 1, se presentan las características del aceite de Ricino

Tabla 1. Características Aceite de Ricino

Sinónimos	Aceite de castor, Castor Oil, Aceite de Palma Christi.	
Descripción	Líquido viscoso transparente, incoloro o amarillo pálido, de ligero olor característico.	
Categoría Terapéutica	Excipientes.	
Composición	Triglicéridos de ácidos grasos, principalmente:	
	Ricinoleico	87%
	Oleico	7%
	Linoleico	3%
	Palmítico	2%
	Esteárico	1%
Parámetros Físicos-Químicos	Dihidroxiesteárico	Trazas
	Índice de Refracción:	1.477-1.481
	Solubilidad	
	Etol Absoluto:	Soluble
	Cloroformo:	Soluble
	Éter:	Soluble
	Ácido Acético Glacial:	Soluble
	Índice de Yodo:	82-90
	Índice de Peróxido:	Mayor a 5
	Índice de Hidróxilo:	Menor de 150
Índice de Acidez:	Mayor a 2	
Materia	Mayor a 0.8% p/p	

La diversidad de climas presentes en este estudio para comparar el por ciento del extracto etéreo en *Ricinus*,

es de suma importancia, ya que no se han reportado datos comparativos que establezcan el ecotipo de semilla más óptimo para producir aceites en gran escala con fines industriales.

2. Objetivo

El presente estudio tiene por objetivo comparar variables de tamaño y contenido de extracto etéreo de aceite de semillas de diferentes variedades provenientes de distintos países y climas.

3. Materiales y métodos

Se estudiaron 4 ecotipos de semillas ecuatorianas (10 g. c/u) : procedente de la ciudad de Manta, provincia de Manabí; del Cantón Jipijapa y del Cantón Samborondòn, provincia del Guayas , todas pertenecientes a la región costera (foto 1), que se cultivaron y cosecharon dentro de las parcelas del Bosque protector de la Escuela Superior Politécnica del Litoral; y, una del sector central, en los meses de Junio y Julio del 2008, con un promedio de temperaturas 26°C y 22 °C . Las semillas de higuierilla, cosechada en la región Metropolitana de Santiago de Chile (50 g) y Bogotá (50 g), con un promedio de temperatura de 25 °C y de 22 °C respectivamente, recolectadas entre los meses de Septiembre a Noviembre.

Para la extracción del aceite se utilizó un Soxhlet de 250 ml, empleando éter de petróleo como disolvente y las semillas trituradas y con cáscara. El número de semillas empleadas en la extracción fue de 30 para el ecotipo de Manta, 20 para Jipijapa, 100 Samborondòn, 21 sector Central, 21 para la Chilena y 23 para el ecotipo colombiano.

Para la eliminación del disolvente orgánico, se utilizó un rotavapor, realizándose la extracción por agotamiento. Los porcentajes y dimensiones de las semillas se informan en el anexo # 1.

Las dimensiones de las semillas (largo, ancho y grosor), fueron medidas con un calibrador de Vernier, con un rango de 0-150mm.

Los datos climatológicos citados en la presente investigación, fueron proporcionados por el Ministerio de ambiente, vivienda y desarrollo Territorial; Instituto de hidrología, meteorología y estudios ambientales, de Colombia; el INOCAR de Ecuador; y, por la Dirección meteorológica de Chile.

Para los análisis estadísticos se empleó la prueba T-student, para determinar cuáles de las localidades difieren estadísticamente entre sí; análisis de correlación lineal de Pearson¹⁰; análisis de Clúster jerárquico, utilizando la distancia Euclídea y el método del vecino más cercano. Se utilizó un muestreo dirigido (no

aleatorio), seleccionándose todas las plantas que presentaron semillas. Las semillas analizadas para cada ecotipo fueron seleccionadas al azar.

Foto 1. Ecotipos de semillas ecuatorianas pertenecientes a la región costera.



4. Resultados

En el anexo # 2 y figura 2, se presentan los resultados del estudio comparativo del extracto de éter de petróleo en diferentes ecotipos de semilla de higuierilla (*Ricinus communis*) Sudamericana.

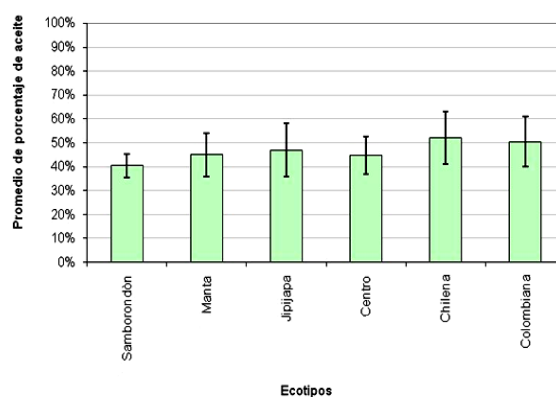


Figura 2: Comparación de extracto de éter de petróleo en ecotipos de semilla Sudamericana.

Se observa mayor rendimiento de la semilla obtenida de Chile, aunque no se encuentran diferencias estadísticas entre ellas.

En la figura 3, se observan las formas muy parecidas de las semillas de la zona costera del Ecuador; el parecido de las semillas de la zona central del Ecuador y las de Chile; y la gran diferencia del ecotipo de Colombia.

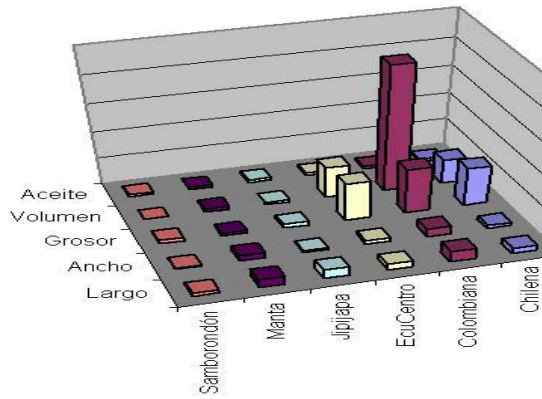


Figura 3: Vista de forma conjunta los parámetros analizados versus la procedencia.

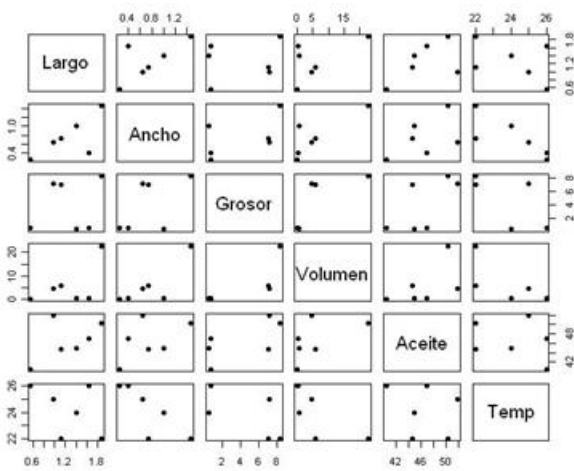


Figura 4: Matriz de gráfica de dispersión para observar relación entre los parámetros estudiados.

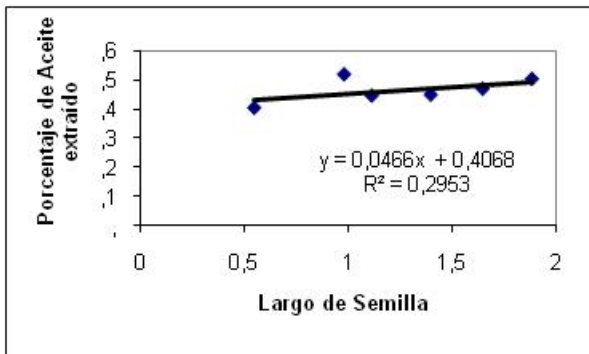


Figura 5: Modelo de regresión para estimar la relación entre largo de la semilla y el porcentaje de aceite extraído de ella.

Al calcular la Correlación lineal de Pearson, se tiene correlación significativa entre las variables Largo, Ancho y grosor de la semilla, además se puede observar fuerte correlación positiva entre Porcentaje de Aceite y Largo de la Semilla, y

correlación negativa entre Temperatura y Ancho de la semilla, tal como lo muestran las figura 4, 5 y el Anexo 2.

5. Discusión

Las semillas obtenidas de Chile y la región central del Ecuador, son muy parecidas entre ellas, los valores promedio de largo, ancho y grosor, son los que más aportan a esas semejanzas. Las semillas de la zona costera del Ecuador, tienen como factor común su escaso grosor, pues éstas aparecen con los valores más bajos en este parámetro y valores similares en los demás. La semilla de procedencia Colombiana, no muestra mucha semejanza con las otras semillas, pues ellas tienen un volumen muy superior a las otras semillas, especialmente por su grosor.

Las semillas de Chile son las de más alto rendimiento (medida por el porcentaje de aceite obtenido de ellas), esta característica se encuentra ligada de manera proporcional al largo, ancho y grosor de la semilla y de manera inversamente proporcional con la temperatura, lo que sugeriría que promedios menores de temperaturas registrados en Chile y la región centro del Ecuador, favorecen en las características de la semilla y esto a su vez en la obtención del aceite.

Los valores encontrados para el ecotipo chileno concuerdan con lo reportado por Rivera (2007) para esta especie, pero sin especificar dimensiones¹⁰. Los resultados de la presente investigación no han sido reportados para los 6 ecotipos estudiados de *R. communis* de origen Sudamericano

6. Conclusiones

Los porcentajes de aceite obtenidos son superiores en la variedad chilena, no obstante el tamaño de la semilla es más pequeño.

En las cuatro variedades estudiadas en Ecuador el ecotipo de Jipijapa tiene un menor tamaño pero el contenido en aceite y el tamaño de los racimos es muy satisfactorio.

Las especies colombianas son de gran tamaño y con contenido de aceite grande.

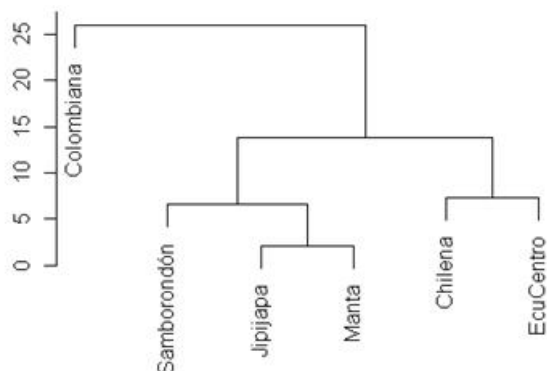


Figura 6. Dendrograma obtenido del análisis de Clúster, el cual indica cómo se agrupan los tipos de semillas por localidad.

Se puede observar que la semilla obtenida de la zona centro de Ecuador es muy similar a la Chilena (distancia ~ 5%). Las tres de la costa del Ecuador son muy similares entre ellas y difieren en aproximadamente 15% del grupo anterior. La semilla Colombiana es muy distinta a las demás.

7. Agradecimientos

Al Dr. Jorge Calderón, PhD., Director del CICYT- ESPOL, por el apoyo financiero brindado en la ejecución del Proyecto CICYT-Semilla PEC07 042, que permitieron realizar la investigación en Ecuador.

A la Empresa BIODIESEL-CHILE, por facilitarnos muestras de semillas de higuierillas en Chile y muy especialmente a su gerente general Sr. Luis Acevedo C.

Al MSc. Justo Huayamave, Director del ICQA-ESPOL, por su apoyo institucional.

8. Bibliografía

- [1] Manzano Santana Patricia. El aceite de *Ricinus communis*, otra alternativa para biodiesel. Revista FOCUS 2008;2(21):25. Disponible en el sitio: <http://www.scribd.com/doc/8373192/2008-02-Edicioacuten-Completa>
- [2] USDA, ARS, National Genetic Resources Program. GRIN Taxonomy for Plants. Maryland 2009. Disponible en el sitio:

<http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?31896>

- [3] Benjumea Pedro, Benavides Alirio, Pashova Veselina. El biodiesel de aceite de higuierilla como combustible alternativo para motores diesel. DYNA 2007;153:1-14. Disponible http://dyna.unalmed.edu.co/ver_resumen.php?id_articulo=AB230806
- [4] González Cindy. Tratado de Medicina Tradicional Mexicana: La higuierilla (*Ricinus communis* L.), notas y usos. Universidad Autónoma, Morelos (México) 2008. Disponible en el sitio: http://www.tlahui.com/medic/medic25/higuierilla_elia.htm
- [5] León Jorge. Botánica de los Cultivos Tropicales. Libro electrónico 1987; 1(2): 314-315. Disponible en el sitio: http://books.google.com.ec/books?id=bOMNAQAIAAJ&pg=PA314&lpg=PA314&dq=higuierilla+ricinus+communis&source=bl&ots=hSIJzMwIL&sig=DqzRkhWwuQ2KSOghicmpOjItVs&hl=es&ei=d6jUSuqqA9TR8QbqLWJDQ&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=10&ved=0CCEQ6AEwCTgK#v=onepage&q=higuierilla%20ricinus%20communis&f=false
- [6] Acosta de la Luz Lérica. Principios agroclimáticos básicos para la producción de plantas medicinales. Rev Cubana Plant med 2003; 8(1). Disponible en el sitio: http://www.bvs.sld.cu/revistas/pla/vol8_1_03/pla08103.htm
- [7] Mejía Sandra. La Higuierilla (*Ricinus communis*). Universidad Nacional de Colombia. Disponible en el sitio: <http://www.unalmed.edu.co/~crsequed/HIGUERILLA.htm>
- [8] Ramírez, J.E. Pulido, M.F. Valero, J.M. Cabrera, K. Navas, J.C. Hernández, J.A. Posada, Z. Cheng. Preparación y caracterización de poliuretanos a partir de aceite de higuierilla modificado, almidón y estireno. Revista ION, Bucaramanga (Colombia) 2006; 19(1): 32-38. Disponible en el

sitio:<http://www.uis.edu.co/portal/administracion/publicaciones/revista/ion/ion%2019/documentos/Articulo%207.%20Vol%2019.pdf>

Productos Naturales y sus Aplicaciones. Libro de Resumen 2007. pág. 164.

- [9] Rivera Patricio, Oswaldo Ahumada, Jonathan Castillo y Luis Acevedo. Estudio Comparativo de semillas de higuera de origen sudamericano (*Ricinus Communis*). VI Simposio Internacional de Química de

- [10] Michael J. Crawley, The R Book, John Wiley & Sons, Ltd., 2007.

9. Anexos

Anexo # 1: Resultados del estudio comparativo de los extractos etéreos de semillas de higuera (*Ricinus communis*) de origen sudamericano

Parámetros	Procedencia de las semillas de <i>Ricinus communis</i>					
	Chilena	Colombiana	Ecuatoriana Centro	Ecuatoriana costa		
				Jipijapa	Manta	Samborondòn
Largo(cm)	0.983	1.887	1.116	1.65	1.4	0.55
Ancho(cm)	0.643	1.46	0.734	1.39	1	0.25
Grosor (cm)	0.71	0.8	0.7	0.705	0.438	0.68
% Aceite	51.895	50.37	44.67	47	45	40.50
temperatura promedio °C	25	22	22	26	24	26
Época de recolección	Noviembre	Noviembre	Noviembre	Junio-Julio	Junio-Julio	Junio-Julio

Anexo #2

Matriz de Correlación de Pearson

	Largo	Ancho	Grosor	Volumen	Aceite	Temp
Largo	1.0000000	0.6876692	0.2139170	0.5838967	0.5433716	-0.4259532
Ancho	0.6876692	1.0000000	0.5565054	0.8238029	0.5122435	-0.7997174
Grosor	0.2139170	0.5565054	1.0000000	0.7499133	0.6556697	-0.7122228
Volumen	0.5838967	0.8238029	0.7499133	1.0000000	0.5447798	-0.7164649
Aceite	0.5433716	0.5122435	0.6556697	0.5447798	1.0000000	-0.2565997
Temp	-0.4259532	-0.7997174	-0.7122228	-0.7164649	-0.2565997	1.0000000