Evaluación de la calidad del aceite de once semillas de leguminosas del desierto sonorense

Por M. Ortega-Nieblas (1), L. Vázquez-Moreno (2) y M. R. Robles-Burgueño (2)

(1) Centro de Investigaciones Científicas y Tecnológicas de la Universidad de Sonora. Apdo. Postal 1819, Hermosillo, Sonora. 83000 México.

(2) Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. Apdo. Postal 1735, Hermosillo, Sonora. 83000 México.

RESUMEN

Evaluación de la calidad del aceite de once semillas de leguminosas del desierto sonorense

A fin de generar información que conduzca a un uso eficiente y diversificado de los recursos naturales que ofrece el Desierto Sonorense, como es la gran variedad de plantas de la familia Leguminosae ó Fabaceae, se analizaron los aceites de las semillas: *Prosopis chilensis*, *Prosopis velutina* (mezquite), *Cercidium floridium* (palo azul), *Cercidium praecox* (palo de brea), *Acacia constricta* (vinorama), *Acacia cymbyspina* (chirahui), *Acacia occidentalis* (tésota), *Acacia mcmurphy* (tepeguaje), *Desmanthus palmeri* (mezquitillo), *Caesalpinia caladenia* (palo dorado), y *Caesalpinia pumila* (palo piojo). Los aceites de cada semilla fueron extraídos con hexano, se evaluaron las características físico-químicas de calidad y la cuantificación de ácidos grasos por cromatografía de gases. El contenido de los aceites en las diferentes semillas varió del 9 al 16%. Todos los aceites mostraron un alto grado de insaturación con índices de iodo de 94 a 122 KI/g. Los índices de acidez, peróxidos y ácidos grasos libres fueron bajos. Los ácidos grasos predominantes fueron el oleico y linoleico. Todos los aceites crudos resultaron de buena calidad y comparables a los aceites convencionales como el de soja, maíz, girasol, colza y uña de gato. Así mismo, su calidad fue comparable a la de otros aceites de leguminosas de la misma región.

PALABRAS-CLAVE: Aceite de semilla – Desierto de Sonora – Estudio físico-químico – Leguminosa – Méjico.

SUMMARY

Oil quality evaluation of eleven sonoran desert leguminous seeds

In order to generate information that lead to an efficient and diversificate use of the natural resources that the Sonoran Desert offers, as it is the great variety of Leguminosae or Fabaceae plants, oils from seeds of *Prosopis chilensis*, *Prosopis velutina* (mezquite), *Cercidium floridium* (palo azul), *Cercidium praecox* (palo de brea), *Acacia constricta* (vinorama), *Acacia cymbyspina* (chirahui), *Acacia occidentalis* (tésota), *Acacia mcmurphy* (tepeguaje), *Desmanthus palmeri* (mezquitillo), *Caesalpinia caladenia* (palo dorado), and *Caesalpinia pumila* (palo piojo) were analyzed. The oils were extracted from each seed with hexane, and their physicochemical characteristics were evaluated. The oil content varied from 9 to 16% in the different seeds. Their indexes of acidity, peroxides and free fatty acid content were low and within the accepted values. Fatty acids

separated by gas chromatography predominating indicate the oleic and linoleic. All analyzed crude oils were of good quality, comparable to commercial and oils of wild legume seeds from the same region.

KEY-WORDS: Leguminous – Mexico – Physico-chemical study – Seed oil – Sonoran desert.

1. INTRODUCCIÓN

Las leguminosas son una parte importante de la dieta de países en vías de desarrollo y han cobrado vigencia en los desarrollados, mucho provocado por los cambios en los patrones hacia alimentos bajos en colesterol. Tradicionalmente, se considera que las leguminosas son buenas fuentes de proteína y algunas tienen altos contenidos de aceite (6,7). Sin embargo, son relativamente pocas las semillas con alto contenido de aceite (algodón, girasol, soja, ajonjolí, cártamo y cáñola) comercialmente importantes (4, 14). En la actualidad existen miles de semillas de especies de leguminosas que se han desarrollado en un ambiente árido y semiárido, y que durante miles de años han constituido la base para la subsistencia de los grupos aborígenes de los desiertos (8). Algunas especies de mezquites, tésoa, mezquitillo, tepeguaje y palo fierro son leguminosas que han servido de sustento a los pueblos nativos del suroeste de los Estados Unidos de Norteamérica. Fueron fuente primaria de alimento (harina de sus semillas), combustible, fibra entre otros (6). También sus vainas enteras han sido empleadas como alimento para ganado (9). En México y Brasil se preparan algunos panes, dulces y bebidas fermentadas a partir de la vaina del mezquite *Prosopis juliflora* que ha sido domesticada (8, 9).

Considerando que los aceites de algunas leguminosas son de gran utilidad para consumo humano y/o animal; y la gran variedad de especies silvestres existentes en las regiones áridas de Sonora, de las cuales no se conoce la composición de los aceites de sus semillas. En el presente estudio se analizó la composición y las características físico-químicas de los aceites provenientes de las semillas de *Prosopis velutina* (mezquite), *Prosopis chilensis* (mezquite), *Cercidium*

praecox (palo de brea), *Cercidium floridium* (palo azul), *Acacia constricta* (vinorama), *Acacia cymbispina* (chirahui), *Acacia mcMurphy* (tepeguaje), *Acacia occidentalis* (tésota), *Caesalpinia caladenia* (palo dorado), *Caesalpinia pumila* (palo piojo) y *Desmanthus palmeri* (mezquitillo), todas ellas leguminosas del Desierto de Sonora.

2. DESCRIPCIÓN GENERAL DE LAS ESPECIES ESTUDIADAS

Las semillas utilizadas para el presente estudio pertenecen a la familia *Leguminosae* ó *Fabaceae*. *Prosopis velutina* (mezquite), *Prosopis chilensis* (mezquite), *Acacia constricta* (vinorama), *Acacia occidentalis* (tésota), *Acacia mcMurphy* (tepeguaje), *Acacia cymbispina* (chirahui) y *Desmanthus palmeri* (mezquitillo) pertenecen a la subfamilia mimosoidae, y *Cercidium floridium* (palo azul), *Cercidium praecox* (palo de brea), *Caesalpinia pumila* (palo piojo), *Caesalpinia caladenia* (palo dorado), a la subfamilia caesalpinoidea. Su hábitat natural es el Estado de Sonora, Baja California Norte y Sur. Estas plantas llegan a medir desde 1 m a 12 m de altura, las vainas y semillas son de diferentes tamaños y colores dependiendo de la especie. Las especies fueron de los alrededores de la Ciudad de Hermosillo, Sonora, México.

3. PARTE EXPERIMENTAL

La recolección de cada uno de los frutos (vainas), se llevó a cabo manualmente, de una misma planta o árbol en el mismo lugar por especie. Se muestreó de diferentes partes de una misma planta (superior, inferior y alrededor de ella). Las vainas se almacenaron en bolsas de papel, posteriormente en el laboratorio se separaron manualmente y las semillas fueron almacenadas en refrigeración. Las semillas fueron molidas (molino Wiley malla # 20) y cada una de las harinas fue extraída con hexano, durante 6 h., de acuerdo al método Soxhlet, según la técnica N.º 920.39 de (3). De la micela obtenida se separó el aceite a presión reducida y a 55° C, mediante un rotavapor Bausch-Lomb. El aceite fue secado en estufa a 37° C con agitación por 2 h., para eliminar totalmente el hexano residual y posteriormente fue almacenado a 4°C hasta su uso. Todos los análisis fueron realizados por duplicado o triplicado de acuerdo con la variabilidad de la técnica.

3.1. Análisis físicos y químicos

Fueron llevados a cabo de acuerdo a los métodos oficiales recomendados por A.O.C.S.(2).

Punto de Fusión: Método Cc 1-25 (2).

Índice de Refracción: Método Cc 7-25 (2). Utilizando un refractómetro de Abbe Bausch & Lomb, modelo 31.

Índice de Iodo: Método de Hanus. A.O.A.C. 28.018 (3).

Índice de Saponificación: Método Cd 3-25 (2).

Índice de Acidez: Método Cd 3a-63 (2).

Índice de Peróxidos: Método Cd 8-53 (2).

Ácidos Grasos Libres: Método Ca 5-40 (2).

3.2. Análisis cromatográficos

Determinación de ácidos grasos. Fueron llevados a cabo de acuerdo con el método Ce-27 (2).

Cuantificación de los ácidos grasos. Se efectuó por cromatografía de gases (cromatógrafo Perkin Elmer, 8410), utilizando un detector de ionización de llama, con una sensibilidad de 2x10⁻¹⁰ AFS. Una columna de acero inoxidable de 4 ft de largo por 0,5" de diámetro con empaque DEGS 10% sobre un soporte de 80/100 chromosorb W-HP, a una temperatura inicial de 190° C por 2 minutos hasta una final de 220° C. El nitrógeno se usó como gas portador a una velocidad de flujo de 15 ml/min. La temperatura del detector y del inyector fue de 250° C. Los datos fueron procesados en un integrador del cromatógrafo. Todos los aceites se analizaron por duplicado.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los aceites de las once especies silvestres analizadas se extrajeron con una eficiencia del 90 al 100%. Todos los aceites crudos presentaron un color verde amarillento transparente, que al filtrarse quedaron de color amarillo claro, sin olores desagradables y fueron analizados sin ser refinados o neutralizados. En la tabla I se presenta el porcentaje del aceite encontrado en cada una de las semillas. La concentración más alta correspondió a palo azul (16%), siguiéndole palo dorado, palo piojo, tésoa, palo de brea, chirahui, mezquites, tepeguaje, vinorama y mezquitillo. El contenido más bajo se presentó en la semilla de mezquitillo. Al ser comparadas con fuentes convencionales comerciales y no convencionales del desierto se puede considerar que los porcentajes de aceites en las especies estudiadas son mayores o iguales a las fuentes de leguminosas de uso convencional (13) y a algunas no convencionales como *Parkinsonia aculeata* (palo verde), *Olneya tesota* (palo fierro) y *Acacia farnesiana* (huizache) (13). El porcentaje de aceites de las dos especies de mezquite analizadas, fue igual al obtenido en semillas de *Prosopis caldenia* (10%), *Prosopis chilensis* (12%) y *Prosopis alba* (12%), mezquites nativos en Argentina (10).

Tabla I
Porcentaje de aceite en las semillas de leguminosas estudiadas

Semillas	Aceite ^a	AGS ^b	AGI ^c
	Porcentajes		
<i>Prosopis Chilensis</i> (mezquite)	12	17.4	82.6
<i>Prosopis velutina</i> (mezquite)	10	13.5	86.5
<i>Acacia constricta</i> (vinorama)	10	13.7	86.3
<i>Desmanthus palmeri</i> (mezquitillo)	9	18.2	81.8
<i>Acacia cymbispina</i> (chirahui)	13	14.5	85.5
<i>Cercidium praecox</i> (palo de brea)	13	10.7	89.3
<i>Caesalpinia pumila</i> (palo piojo)	14	25.8	74.2
<i>Acacia Mcmurphy</i> (Tepeguaje)	12	13.1	86.9
<i>Cercidium floridium</i> (palo azul)	16	21.6	78.4
<i>Caesalpinia candelaria</i> (palo dorado)	14	18.3	81.7
<i>Acacia occidentalis</i> (tésota)	13	12.7	87.3

^a Extracción de 100g de semilla; ^b Ácidos grasos saturados; ^c Ácidos grasos insaturados.

La mayoría de los aceites estudiados presentaron un alto grado de insaturación de 74 a 89%, Tabla II, el cual se vio reflejado en los índices de iodo (I.I) que variaron de 94 a 122 mg KI/g a excepción de los aceites de juliflora, chilensis y velutina (mezquites), todas las demás especies contienen índice de iodo superiores a los descritos para el maíz, colza y uña de gato 110, 108 y 110 mgKI/g respectivamente (4, 12). Lo que indica un alto contenido de ácidos grasos insaturados como el oleico y linoleico principalmente. Una característica importante de estos aceites es su bajo contenido de ácido linolénico (C_{18:3}), que significa mayor estabilidad de los aceites y menor costo de su procesado, puesto que no hay necesidad de hidrogenar para disminuir su contenido como es el caso de otros aceites tales como el de colza (15). Otra característica es su bajo contenido de ácido erúico, el cual debe ser menor de 5% de acuerdo a la regulación de drogas y alimentos de Canadá en 1975 (5). Los resultados anteriormente concordaron con los descritos para otras especies de leguminosas silvestres (13). Los índices de acidez (I.A), peróxidos (I.P) y el contenido de ácidos grasos libres (AGL) fueron bajos (Tabla II), lo que sugiere una buena aceptabilidad y calidad de los aceites analizados. Los aceites como el de soja, colza, ajonjolí y maíz cuyo índice de acidez es relativamente alto, son refinados antes de ser procesados a fin de bajar este índice y otros como el contenido de ácidos grasos libres y peróxidos.

Los valores de punto de fusión y los índices de refracción fueron similares en todos los aceites analizados (Tabla II), encontrándose dentro de lo establecido por las normas de la Asociación Americana de Química de los Aceites (2). Es importante mencionar que los aceites del presente estudio fueron analizados en su estado crudo, sin ser refinados o neutralizados resultando de buena calidad.

La composición de los ácidos grasos de los aceites se presentan en la Tabla III. Dentro de los ácidos grasos predominó el ácido linoleico, con excepción de las semillas del mezquitillo y palo dorado que presentan mayor contenido de oleico. La concentración del ácido linoleico fue igual a la descrita por (10) en los aceites de los mezquites de Argentina y similar a la descrita para especies de leguminosas silvestres (13). Entre los ácidos grasos saturados predominó el palmítico obteniéndose de 7 a 17%, siendo mayor el porcentaje en los aceites silvestres que en aceite de uso convencional como el de girasol, y es comparable al de soja y uña de gato (12,13), concordando estos resultados con los de otras leguminosas silvestres (13).

La concentración del ácido oleico varió de 27 a 45%, correspondiendo la menor concentración al aceite de palo piojo, y a mezquitillo y palo dorado los mayores porcentajes Tabla III. En general, el contenido de oleico en los aceites silvestres supera al de soja, y fue de igual concentración al de girasol y uña de gato. El contenido de ácido linoleico varió de 35 a 54%, el mayor porcentaje correspondió al aceite de vinorama, siguiéndole chirahui, palo de brea, mezquites, tepeguaje y tésota. La concentración fue comparable y en algunos casos superior a los aceites de soja, girasol, maíz, uña de gato y colza (11,13) y otras semillas de la región (13). Por otra parte, uno de los parámetros importantes desde el punto de vista nutricional es la relación de ácidos grasos polinsaturados a saturados mayores y de acuerdo a la organización mundial de la salud debe ser mayor o igual a 2 (1). Como se puede observar en la Tabla III la mayoría de los aceites analizados superaron este requerimiento y en algunos de ellos fueron mayor que el de la soja.

Tabla II
Análisis físico-químico de los aceites de leguminosas silvestres y comparación
con especies domesticadas

Semillas	P.F. °C	I.R. 25°C	I.I. mgKI/g	I.A. mgKOH/g	I.S. mgNaOH	I.P. meq/g	A.G.L. %
Mezquite <i>P. chilensis</i>	13-10	1.473	94	0.53	77	2.9	0.78
Mezquite <i>P. velutina</i>	13-10	1.473	96	0.56	80	2.8	0.79
Vinorama <i>A. constricta</i>	13-10	1.467	111	0.28	91	2.8	0.80
Mezquitillo <i>D. Palmeri</i>	13-10	1.467	121	0.33	79	3.2	0.73
Chirahui <i>A. cymbispina</i>	13-10	1.496	115	0.44	80	3.0	0.76
Palo de brea <i>C. praecox</i>	13-10	1.470	112	0.56	90	2.8	0.80
Palo piojo <i>C. pumila</i>	12-10	1.490	122	0.44	95	2.6	0.75
Tepeguaje <i>A. mcmurphy</i>	10-7	1.471	113	0.60	90	3.0	0.80
Palo azul <i>C. Floridium</i>	13-10	1.478	120	0.42	92	2.6	0.72
Palo dorado <i>C. Candelaria</i>	13-11	1.479	122	0.53	90	3.0	0.64
Tésota <i>A. occidentalis</i>	13-10	1.487	118	0.58	80	2.5	0.74
Soya ^a <i>G. max</i>	13-10	1.470	130	1.2	192	7.3	0.50
Maíz ^a <i>Z. maiz</i>	11-8	1.470	115	0.51	98	3.5	1.30
Colza ^b <i>B. napus</i>	10-7	1.47	108	1.00	170	3.2	0.56
Uña de gato ^c <i>P. parviflora</i>	13-9	1.465	115	0.28	157	5.3	0.61

^a Bayle, 1979; ^b Bernardini, 1980; ^c Ortega-Nieblas y Vázquez-Moreno, 1993.

Tabla III
Composición de los Ácidos Grasos de los Aceites de Semillas Silvestres y Domesticadas

Semillas	C ₁₆	C _{18:0}	C _{18:1}	C _{18:2}	C _{18:3}	C _{20:0}	C _{20:1}	C _{22:1}	P/S
	----- Porcentajes -----								
Mezquite <i>P. chilensis</i>	10	6.5	34	47	0.7	0.9	0.6	0.3	4.7
Mezquite <i>P. velutina</i>	9.0	3.6	35	50	0.7	0.9	0.6	0.2	6.4
Vinorama <i>A. constricta</i>	9.0	4.0	31	54	0.6	0.7	0.6	0.1	6.2
Mezquitillo <i>D. palmeri</i>	11	6.0	45	35	0.6	1.2	0.9	0.3	4.5
Chirahui <i>A. cymbispina</i>	9.0	5.0	32	52	0.7	0.7	0.6	0.2	5.8
Palo de brea <i>C. praecox</i>	7.0	3.0	37	51	0.6	0.7	0.4	0.3	8.3
Palo piojo <i>C. pumila</i>	17	8.0	27	45	0.9	0.8	0.8	0.5	2.8
Tepeguaje <i>A. mcmurphy</i>	8.0	4.2	35	50	0.7	0.9	0.9	0.3	6.6
Palo azul <i>C. floridium</i>	15	6.0	30	46	0.9	0.6	1.0	0.5	3.6
Palo dorado <i>C. candelaria</i>	11	6.4	45	35	0.5	0.9	0.9	0.3	4.5
Tésota <i>A. occidentalis</i>	8.0	4.0	36	50	0.6	0.7	0.5	0.2	6.8
Soya ^a <i>G. max</i>	8.0	3.0	28	50	8.1	1.0	0.4	1.5	7.3
Girasol ^a <i>H. annuum</i>	3.0	3.0	34	56	0.8	0.2	0.9	2.1	15
Uña de gato ^b <i>P. parviflora</i>	8.1	3.0	35	52	0.4	0.2	0.2	1.1	7.8

^a Bayles, 1979; ^b Ortega-Nieblas y Vázquez-Moreno, 1993. P/S= relación de ácidos grasos polinsaturados a saturados.

4. CONCLUSIONES

Por sus características, los aceites de las semillas analizadas podrían complementar o suplir a los aceites comerciales como maíz, girasol, ajonjolí y colza entre otros.

Por su bajo contenido de ácido linolénico, todos los aceites analizados podrían ser utilizados en aplicaciones en alimentos como es la fritura industrial, en la cual, el contenido de ácido linolénico en los aceites a utilizar debe ser menor del 3%.

Además, por su alto contenido de ácidos grasos insaturados y muy bajo porcentaje de ácido erúico se puede considerar a estos aceites de bajo riesgo desde el punto de vista de la salud, lo que incrementa la posibilidad de su utilización en la industria alimentaria en la elaboración de productos como margarinas, mantequilla y mayonesas.

BIBLIOGRAFÍA

1. Alfaro, M. J. y Carrilo, P. F. (1994). —«Physico-chemical Characteristics of the Barinas Nut (*Caryodendron orinocense* Karst. Euphorbiaceae) Crude Oil».— Archivos Latinoamericanos de Nutrición **44** (3), 172-175.
2. American Oil Chemist Society (1989). —«Tentative an Official Methods of Analysis».— Research Laboratory Swift and Co. Chicago, U.S.A.
3. Association of Official Analytical Chemist (1990). —«Official Methods of Analysis».— 15th. edition.
4. Bayles, A. (1979). —«Aceites y Grasas Industriales».— ed. Reverte, Argentina. S.C.A. Vol. II, pp. 432-440.
5. Beare-Rogers, J. (1992). —«Influences of Findings in Nutrition on the Fats and Oils Industry».— En: Seeds Oils for the Future. Cap. 2. S.L., Mackenzie. and D.C., Taylor Eds, pp. 9-13. A.O.C.S. Press. Champaign, Illinois.
6. Bressani, R. y Elias, L. (1978). —«Nutritional Value of Legume Crops for Human and Animal».— INCAP **6**, 30-40.
7. Bernardini, E. y Franco, J. (1981). —«Tecnología de Aceites y Grasas».— Ira. ed. Editorial Alambra. Madrid. España, pp. 389-400.
8. Felger, S. y Nabhan, G. (1978). —«Agroecosystem: A model from the Sonoran Desert».— In: Social and technological Management in Dry Lands. Past and Present, Indigenous and imposed, ed. AAAS, Selected Symposium, 10, 129-148.
9. Figuereido, A. (1990). —«Mezquite: History Composition and Food Uses».— Food Technology **44** (11) 118-128.
10. Lamarque, A., Maetri, D., Grosso, N. y Eygadlo, J. (1994). —«Proximate Composition and Seed Lipid Components of Some Prosopis (leguminosae) from Argentina». J. Sci. Food Agric. **66**, 323-326.
11. Monoj, K. (1993). —«Processing to Improve Soybean Oil Comparative Quality».— Inform **4** (11) 1267-1272.
12. Ortega-Nieblas, M. y Vázquez-Moreno, L. (1993). —«Caracterización Fisico-química del Aceite Crudo y Refinado de la Semilla de Proboscidea parviflora (uña de gato)».— Grasas y Aceites **44**, 30-34.
13. Ortega-Nieblas, M. y Vázquez-Moreno, L. (1995). —«Caracterización Fisico-química de los Aceites Crudos de Algunas Semillas del Desierto Sonorense».— Grasas y Aceites **46**, 1-5.
14. Patterson, H. (1989). —«Handling and Storage of Oilseed, Oil, Fats and Meal».— Londres, Inglaterra, ed. Elsevier Applied Science, pp. 10-45.
15. Scarth, R., McVetty, P.B.E., Rimmer, S.R. and Daun, J. (1992). —«Breeding for especial oils quality in canola/rapeseed: The University of Manitoba Program».— En: Seed Oils for the future. Capítulo 17. S.L. Mackenzie, David C. Taylor Eds., pp 171-176. A.O.C.S. Press. Champaign Illinois.
16. Sherve, F. y Wiggins, I. (1986_a). —«Vegetation and Flora of the Sonoran Desert».— Stanford University Press, USA, Vol. I. pp. 143-187.
17. Sherve, F. y Wiggins, I. (1986_b). —«Vegetation and Flora of the Sonoran Desert».— Stanford University Press, USA, Vol. II., pp. 1231-1265.

Recibido: Septiembre 1995

Aceptado: Febrero 1996