

## Índices de oxidación en aceites de algunas leguminosas del desierto sonorense

Por M. Ortega-Nieblas<sup>1</sup>, M. R. Robles-Burgueño<sup>2</sup> y L. Vázquez-Moreno<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Investigación Científica y Tecnológicas de la Universidad de Sonora.  
Apdo. Postal 1819. Hermosillo, Sonora, 83000. Méjico.

<sup>2</sup> Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. A.C. Apdo. Postal 1735 Hermosillo,  
Sonora, 83000. Méjico.

### RESUMEN

#### Índices de oxidación en aceites de algunas leguminosas del desierto sonorense.

El proceso de oxidación fue evaluado durante el almacenamiento de los aceites crudos y refinados de las semillas de leguminosas silvestres: *Prosopis juliflora* (mezquite), *Mimosa grahamii* (gatuña), *Acacia constricta* (vinorama), *Olneya tesota* (palo fierro), *Cercidium praecox* (palo de brea) y *Parkinsonia aculeata* (palo verde). Los aceites de maíz y soja fueron empleados como controles. Se determinó el índice de peróxido (I.P.), de Yodo (I.I.), de acidez (I.A), y valor de p-Anisidina (p-A) durante 122 días de almacenamiento a temperatura ambiente. Los aceites crudos de leguminosas silvestres mostraron valores de estos índices similares a los del aceite de maíz crudo y menores que los del aceite de soja crudo. Este comportamiento también fue observado para los aceites refinados. El olor a rancio se presentó en el aceite de soja a los 5 días de almacenamiento, en el de vinorama a los 40 días, en el de mezquite, palo verde y palo de brea a los 62 días y en el de gatuña a los 135 días. Los valores reportados indican que las leguminosas del desierto Sonorense podrían ser una buena alternativa como fuente de aceites.

**PALABRAS-CLAVE:** Aceite - Desierto de Sonora - Leguminosas - Oxidación.

### SUMMARY

#### Oxidation indexes in oils from some leguminous seeds from sonoran desert.

The oxidation process of crude and refined oils from wild leguminous seeds: *Prosopis juliflora* (mezquite), *Mimosa grahamii* (gatuña), *Acacia constricta*, (vinorama) *Olneya tesota*, (palo fierro) *Cercidium praecox* (palo de brea) and *Parkinsonia aculeata* (palo verde) were evaluated during storage for 122 days, using corn and soybean oils as controls. Peroxide, Iodine, Acid and p-Anisidine values were determined during 122 days of storage at room temperature. The wild leguminous raw oils showed results similar to those for the corn raw oil and lower than those of soybean raw oil. This behavior was similar for refined oils. The rancid odor was detected after 5 days of storage in soybean oil and 40 days in vinorama oil, on the contrary, mezquite, palo verde and palo of brea oils presented this odor after 62 days, and for gatuña's oil needed 135 days. Our results indicate that legume seed of Sonoran Desert could be a good alternative as source of oil.

**KEY-WORDS:** Leguminous - Lipid oxidation - Oil - Sonoran desert.

### 1. INTRODUCCIÓN

Debido a la gran importancia que tienen las grasas y aceites en la alimentación, éstas deben de protegerse de reacciones de deterioro que afectan el valor nutricional y contribuyen en la formación de sustancias tóxicas. En aceites almacenados es importante contar con un manejo apropiado para prevenir el deterioro en la calidad de los mismos. Básicamente son dos tipos de degradación en los aceites los que reducen la calidad durante su almacenamiento: la rancidez hidrolítica y la oxidativa, produciéndose una gama de sustancias que pueden llegar a reaccionar con otros componentes de los alimentos o dar origen a compuestos responsables del mal olor y sabor (Frankel, 1980).

En la actualidad, es importante encontrar nuevas fuentes de aceites de buena calidad y estables a la oxidación, ya que son pocas las semillas disponibles con alto contenido de aceite (algodón, soja, girasol, canola y cártamo) que son utilizadas comercialmente (Petterson, 1979; Ortega-Nieblas *et al.*, 1996). Una alternativa podría ser las semillas de especies de leguminosas que se desarrollan en un ambiente árido y semiárido como son las de este estudio: *Prosopis juliflora* (mezquite), *Mimosa grahamii* (gatuña) *Olneya tesota* (palo fierro), *Parkinsonia aculeata* (palo verde), *Acacia constricta* (vinorama) y *Cercidium praecox* (palo de brea). Estas semillas, con contenidos de 12 a 37% de aceite mostraron tener buena calidad inicial, por su composición y características fisico-químicas (Ortega-Nieblas *et al.*, 1996). El porcentaje de ácidos grasos saturados para estos aceites es del 12 al 25% y en ácidos grasos insaturados del 74 al 86%, predominando oleico y linoleico. Los índices de acidez, peróxidos y ácidos grasos libres son relativamente bajos, por lo que estos aceites resultan ser comparables a los aceites comerciales (Ortega-Nieblas y Vázquez-Moreno, 1995).

Sin embargo, para la industria alimentaria, además de la buena calidad de los aceites, es muy importante la estabilidad oxidativa, ya que el proceso de oxidación durante el almacenamiento puede ocasionar cambios de sabor y olor no deseados a los ali-

mentos grasos, con las consecuentes pérdidas económicas (Frankel, 1980).

Por las características de los aceites de leguminosas del desierto, resulta de interés estudiar su estabilidad oxidativa bajo almacenamiento (122 días, temperatura ambiente) midiendo los índices de peróxido, yodo, acidez y p-anisidina. Los peróxidos son los principales productos primarios de la oxidación. En las primeras fases del almacenamiento (período de inducción), la formación de peróxidos es lenta variando desde semanas a varios meses, de acuerdo al tipo de aceite, las condiciones de almacenamiento y al tipo y contenido de antioxidantes. Los resultados varían con los detalles del procedimiento y la prueba es extremadamente sensible a los cambios de temperatura durante el curso de la oxidación (Loliger, 1983). El índice de Yodo es útil para determinar la reducción de ácidos dienoicos durante el curso de la oxidación. A mayor grado de insaturación (o sea mayor índice de yodo) mayor será la susceptibilidad a la oxidación (Egan, 1991). El índice de acidez es un indicador de alteración hidrolítica. El valor de p-Anisidina es una estimación de productos secundarios de la oxidación y principalmente una medida del 2-alquenal (Taylor et al., 1983).

De las seis especies cuyas semillas fueron utilizadas para el presente estudio (familia de las *Leguminosae* ó *Fabaceae*), tres forman parte de subfamilia *Mimosoideae*: Mezquite (*Prosopis juliflora*), Gatuña (*Mimosa grahamii*), Vinorama (*Acacia constricta*), una especie pertenece a la subfamilia *Papilionoideae*: Palo fierro (*Olneya tesota*) y por último dos especies a la subfamilia *Caesalpinoideae*: Palo de brea (*Cercidium praecox*) y Palo verde (*Parkinsonia aculeata*). Su hábitat natural es los Estados de Sonora, Baja California, Baja California Sur. Estas plantas llegan a medir desde 1 m a 8 m de altura, las vainas y semillas son de diferentes tamaños y colores dependiendo de la especie (Sherve and Wiggins, 1986). Las especies fueron localizadas alrededor de la Ciudad de Hermosillo, Sonora, Méjico.

## 2. PARTE EXPERIMENTAL

### 2.1. Muestras

La recolección de los frutos de cada una de las especies (Palo fierro, Palo verde, Mezquite, Gatuña, Vinorama y Palo de brea) se llevó a cabo manualmente, de una misma planta o árbol, en sitios previamente seleccionados como son: El Cajón del Diablo, carretera a Mazatán y al sur de Navojoa en el Estado de Sonora, Méjico. Las vainas fueron depositadas en bolsas de papel, transportadas al laboratorio donde las semillas fueron separadas manualmente y almacenadas en refrigeración.

### 2.2. Condiciones de Almacenamiento

500 ml de los aceites crudos y refinados fueron almacenados en frascos de nalgono cubiertos con papel aluminio y las condiciones de temperatura fluctuaron entre los 25°C y 45°C (agosto a noviembre, 1998). Los frascos conteniendo los aceites fueron abiertos para tomar alícuotas para llevar a cabo los análisis correspondientes, inmediatamente después fueron cerrados y conservados a la temperatura que en ese momento prevalecía en el laboratorio. Como controles, de igual manera fueron almacenados los aceites de maíz y soja. Al inicio del experimento se tomaron muestras a las 0, 4, 8, 12 y 24 h. Debido a que no se observaron cambios en los índices evaluados se decidió tomar muestras cada 12 h hasta el cuarto día y cada 24 h hasta los 122 días de almacenamiento. Por razones de espacio y manejo de datos se reportan los días indicados en las Tablas.

### 2.3. Determinaciones Analíticas

a) Extracción y refinación de aceites. Las semillas fueron molidas (molino Wiley malla #20) y cada una de las harinas fue extraída con hexano, durante 8 h utilizando un sistema Soxhlet de acuerdo al método No. 920.39 de AOCS, 1990. El aceite fue obtenido de la micela a presión reducida, y a 55°C, utilizando un rotavapor Bausch & Lomb. El refinado de los aceites se llevó a cabo de acuerdo a Ortega-Nieblas y Vázquez-Moreno, (1993).

b) Índice de Peróxido: Método AOCS cd 8-53, (1989).

c) Ácidos Grasos Libres o Índice de Acidez: Método AOCS ca 5a-40 (1989).

d) Índice de Yodo: Método de Hannus del AOAC, (1990).

e) Valor de p-Anisidina: Método AOCS cd 18-90, (1989).

Todos los análisis se realizaron por triplicado determinándose la media.

## 3. RESULTADOS Y DISCUSION

### 3.1. Extracción de Aceite

En este proceso, los aceites fueron recuperados con una eficiencia del 90 al 100%. Todos los aceites crudos presentaron un color verde amarillento transparente, a excepción del aceite de palo verde, cuyo color fue verde amarillento y después de filtración en papel Whatman # 41 quedó de color amarillo. La Tabla I muestra los contenidos proteicos y lipídicos de semillas analizadas de leguminosas silvestres como el mezquite, palo fierro y palo verde contienen 18% de aceite, valor similar al de la soja. La semilla de ga-

Tabla I  
Porcentaje de aceite y proteína en las semillas de las plantas estudiadas

Semillas	% Aceite	% Proteína
<i>Prosopis juliflora</i> (Mezquite)	18	12
<i>Mimosa grahamii</i> (Gatuña)	23	30
<i>Cercidium praecox</i> (Palo de brea)	13	20
<i>Olneya tesota</i> (Palo fierro)	18	20
<i>Acacia constricta</i> (Vinorama)	12	18
<i>Parkinsonia aculeata</i> (Palo verde)	18	22
<i>Glicine max</i> (Soja) <sup>a</sup>	18	39
<i>Zea maíz</i> (Maíz) <sup>a</sup>	4	12

Los valores son el promedio de triplicados. <sup>a</sup>Bailey, 1979.

tuña superó este valor y el contenido más bajo fue observado en la de vinorama, seguido por la de palo de brea.

### 3.2. Oxidación de los Aceites

#### Índice de Peróxidos

Al inicio del periodo de almacenamiento los aceites crudos de todas las semillas silvestres presentaron índices de peróxido en un rango de 2 a 4 meq/kg de aceite. En los controles, los valores observados fueron: 2 meq/kg para el aceite de maíz y 5 meq/kg en el aceite de soja. Estos resultados iniciales concuerdan con los reportados por Yoshida et al. (1990) para el aceite de maíz y soja.

El comportamiento del índice de peróxidos durante el periodo de almacenamiento de los aceites de fuentes silvestres mostró una ligera tendencia a incrementar alcanzando valores máximos de 8 meq/kg en los aceites de mezquite y vinorama, 6 meq/kg en el de palo de brea, mientras que en el de gatuña y palo fierro fue tan solo de 4 meq/kg a partir del 51.5 día hasta los 122 días (Tabla II). La proporción del incremento en este índice sugiere que al final del periodo de almacenamiento los aceites todavía se encuentran en estado de inducción. La estabilidad de estos aceites puede ser debido a su alto contenido de tocoferoles, el cual es mayor que el de los aceites de soja y maíz (datos no publicados), a la presencia de ácidos fenólicos (datos no publicados), y de otros compuestos fenólicos con actividad antioxidante (en estudio). El comportamiento de todos los aceites de fuentes silvestres fue similar al del aceite de maíz, el cual presentó un valor máximo de 5 meq/kg a los 122 días de almacenamiento y muy distinto al de soja que mostró un incremento de 5

Tabla II  
Índice de peróxidos (meq O.O/kg aceite) en aceites crudos y refinados de semillas de leguminosas y aceites comerciales durante el almacenamiento

Aceites	Días de Almacenamiento									
	0	1	3	6	22	42	62	82	102	122
<b>Mezquite</b>										
Crudo	2	2	2	3	3	4	5	7	8	8
Refinado	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
<b>Gatuña</b>										
Crudo	2	2	2	2	2	3	3	4	4	4
Refinado	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Vinorama</b>										
Crudo	3	3	4	4	4	5	5	5	6	6
Refinado	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
<b>Palo de Brea</b>										
Crudo	2	3	3	3	4	4	4	5	5	5
Refinado	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
<b>Palo Fierro</b>										
Crudo	2	2	2	2	3	3	3	3	4	4
Refinado	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
<b>Palo Verde</b>										
Crudo	2	3	3	4	4	4	5	6	6	6
Refinado	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
<b>Soja</b>										
Crudo	4	5	5	7	7	7	12	15	44	67
Refinado	3	3	3	3	4	4	4	4	6	6
<b>Maíz</b>										
Crudo	2	2	2	2	2	3	3	4	4	5
Refinado	1	1	1	1	2	2	2	2	3	3

meq/kg a 67 meq/kg al final del periodo de almacenamiento.

Los aceites refinados presentaron valores iniciales de índice de peróxido similares a los crudos, los cuales en el caso del aceite de palo fierro, palo verde, palo de brea y vinorama permanecieron constantes durante el almacenamiento y en el aceite de gatuña mezquite y palo verde el incremento fue de solo 1 meq/kg (Tabla II). Los valores iniciales fueron de 2 y los valores finales fueron de 3 meq/kg. Se considera que el proceso de refinado fue efectivo para la mayoría de los aceites, ya que los índices de peróxido no rebasaron los 5 meq/kg, valor máximo aceptado para un aceite refinado de buena calidad.

#### Índice de Yodo

El índice de iodo, que indica el grado de insaturación, tiende a decrecer cuando el aceite sufre un proceso de oxidación ya que conduce a una disminución de los ácidos grasos poliinsaturados (Yoshida et al., 1990). Para los de plantas silvestres el valor inicial varió de 94 a 130 mg KI/g (Tabla III). Es-

Tabla III  
Índice de yodo (mg KI/g) en aceites crudos y refinados de semillas de leguminosas y aceites comerciales durante el almacenamiento

Aceites	Días de Almacenamiento									
	0	1	3	6	22	42	62	82	102	122
<b>Mezquite</b>										
Crudo	94	94	94	86	52	48	48	37	37	37
Refinado	93	93	93	93	93	93	91	90	90	90
<b>Gatuña</b>										
Crudo	120	120	120	120	98	96	79	79	79	79
Refinado	118	118	118	118	118	116	116	115	115	115
<b>Vinorama</b>										
Crudo	111	111	102	102	98	98	82	78	74	74
Refinado	112	112	112	112	110	110	110	98	98	98
<b>Palo de Brea</b>										
Crudo	112	112	112	100	98	92	86	83	82	82
Refinado	113	113	113	113	113	113	113	112	109	109
<b>Palo Fierro</b>										
Crudo	101	101	101	101	101	101	98	96	92	92
Refinado	105	105	105	105	105	105	105	105	105	109
<b>Palo Verde</b>										
Crudo	130	130	126	126	109	106	94	94	80	80
Refinado	120	120	120	120	119	117	117	117	117	116
<b>Soja</b>										
Crudo	130	130	124	118	108	98	96	84	82	80
Refinado	140	140	135	135	135	98	98	98	98	97
<b>Maíz</b>										
Crudo	115	115	115	112	100	97	95	95	92	90
Refinado	116	116	116	116	116	116	116	116	116	115

tos valores disminuyeron ligeramente durante el periodo de almacenamiento. El aceite de palo fierro presentó menor decremento seguido por el de palo de brea, vinorama, gatuña, palo verde y el de mezquite. De todos ellos, palo fierro fue el único que presentó menor disminución que el de maíz.

En los aceites refinados, el de palo fierro fue el que presentó la menor disminución (2 mgKI/g) en este parámetro seguido por el de gatuña y mezquite (3 mgKI/g), vinorama, palo de brea (4 mgKI/g) y palo verde (5 mgKI/g). La disminución del Índice de Iodo en los aceites de semillas cultivadas fue mayor (8 y 47 mgKI/g) que en los de las fuentes silvestres (Tabla III).

#### Índice de acidez

Este parámetro mostró un ligero incremento durante el almacenamiento, lo que indica el que en estos aceites se llevó a cabo un lento proceso de rancidez hidrolítica. El rango de valores iniciales para los aceites silvestres fue de 0.20 a 0.38 mgKOH/g, mientras que en el maíz y en soja fueron 0.073 y 1.0 mgKOH/g respectivamente. Sin embargo, el incremento durante el periodo en estudio fue menor en los aceites silvestres (Tabla IV).

Tabla IV  
Índice de Acidez (mg KOH/g) en aceites crudos y refinados de semillas de leguminosas y aceites comerciales durante el almacenamiento

Aceites	Días de Almacenamiento									
	0	1	3	6	22	42	62	82	102	122
<b>Mezquite</b>										
Crudo	0.2	0.3	0.3	0.4	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
Refinado	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
<b>Gatuña</b>										
Crudo	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
Refinado	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
<b>Vinorama</b>										
Crudo	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6
Refinado	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
<b>Palo de Brea</b>										
Crudo	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
Refinado	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
<b>Palo Fierro</b>										
Crudo	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
Refinado	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2
<b>Palo Verde</b>										
Crudo	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.5
Refinado	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
<b>Soja</b>										
Crudo	1.0	1.1	1.2	1.3	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Refinado	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3	2.3
<b>Maíz</b>										
Crudo	0.1	0.1	0.1	0.2	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5
Refinado	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4

En todos los aceites refinados (de semillas silvestres y cultivadas), el índice de acidez no mostró cambios durante el periodo de almacenamiento (Tabla IV).

#### *p*-Anisidina

Los aceites de especies silvestres mostraron valores iniciales de *p*-anisidina en un rango de 2.3 a 3.5, los cuales fueron mayores que el del aceite de maíz (1.5) y menores que el de soja (Tabla V).

El comportamiento de este parámetro durante el almacenamiento de los aceites silvestres fue similar al del índice de acidez, es decir, se observó solo un ligero incremento durante el periodo de almacenamiento señalado, encontrándose valores al final del periodo (122 días) de 7 a 15 mientras que el observado para maíz y soja (7 y 30, respectivamente). El menor incremento fue observado en el aceite de palo fierro, seguido por el de maíz, vinorama, gatuña, palo verde, mezquite, palo de brea y por último el de soja. En los aceites de gatuña, palo fierro y maíz no se presentó el olor característico de rancidez durante el almacenamiento. En tanto que el aceite de vinorama presentó este olor a los 40 días y los acei-

Tabla V  
**Valor de p-Anisidina en aceites crudos y refinados de semillas de leguminosas y aceites comerciales durante el almacenamiento**

Aceites	Días de Almacenamiento										
	0	1	3	6	22	42	62	82	102	122	
<b>Mezquite</b>											
Crudo	3.0	3.0	3.5	3.5	6.0	7.6	8.2	8.9	9.6	15	
Refinado	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	
<b>Gatuña</b>											
Crudo	2.3	2.3	2.5	2.7	5.0	5.7	6.0	8.3	8.5	8.5	
Refinado	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5	2.0	2.0	
<b>Vinorama</b>											
Crudo	2.3	2.3	4.3	4.3	8.1	8.2	8.4	8.4	8.4	8.4	
Refinado	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.5	2.5	2.5	2.5	
<b>Palo de Brea</b>											
Crudo	2.5	2.5	4.5	4.7	8.0	9.2	12.0	13.0	14.0	14.0	
Refinado	2.0	2.0	2.0	2.0	2.3	2.3	2.5	2.5	2.5	2.5	
<b>Palo Fierro</b>											
Crudo	2.8	2.8	2.8	2.8	3.2	5.2	5.7	6.1	7.0	7.0	
Refinado	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	
<b>Palo Verde</b>											
Crudo	3.5	3.5	4.5	4.5	9.0	10.0	11.5	12.0	12.0	13.0	
Refinado	2.5	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	
<b>Soja</b>											
Crudo	4.8	6.0	6.3	6.5	14.0	16.0	17.0	17.5	20.0	30.0	
Refinado	3.5	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	
<b>Maíz</b>											
Crudo	1.5	1.5	1.5	1.5	6.3	6.7	6.7	6.7	7.0	7.0	
Refinado	1.0	1.0	1.0	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	

tes de mezquite, palo de brea y palo verde a los 62 días. En soja se detectó a los 5 días de almacenamiento.

El comportamiento del valor de p-anisidina en los aceites refinados se muestra en la Tabla V. El incremento de este parámetro fue mínimo durante 122 días de almacenamiento.

En palo fierro fue 0.2 mientras que en el resto de los aceites silvestres fue de 0.5, en maíz 0.9 y en soja 3.0.

De este estudio podemos concluir que la estabilidad oxidativa de los aceites de leguminosas silvestres es comparable a la del aceite de maíz. De los aceites crudos, el más estable fue el de palo fierro.

El proceso de refinado fue efectivo para todos los aceites y en particular para el aceite de palo fierro (*Olneya tesota*) seguido por el de gatuña (*Mimosa grahamii*), mezquite (*Prosopis juliflora*), Vinorama (*Acacia constricta*), palo de brea (*Cercidium praecox*) y palo verde (*Parkinsonia aculeata*).

## BIBLIOGRAFÍA

- American Oils Chemists Society. (1989). Official and Tentative Methods of the American Oils Chemists Society. Third Ed., W.E. Link Editor. A.O.C.S. Champaign, Illinois, U.S.A.
- Association of Official Analytical Chemist. (1990). Official Methods of Analysis. 15th. Ed., K. Helrich Editor. Association of Official Analytical Chemist Inc., Washington. (DC).
- Bailey, A.E. (1979). Aceites y Grasas Industriales, Vol. 11. p. 741, Ed. Reverte., S.C.A., Argentina.
- Frankel, E.N. (1980). Lipid Oxidation. *Prog. Lipid. Res.*, **19**: 1.
- Loliger, J. (1983). Rancidity in Foods. Applied Science Publishers Ltd. United Kingdom. p. 92.
- Ortega, M., Vázquez, L. y Robles, M.R. (1996). Evaluación de la Calidad del Aceite de Once Semillas de Leguminosas del Desierto Sonorense. *Grasas y Aceites*, **47**, 158-162.
- Ortega, M. y Vázquez, L. (1995). Caracterización Físicoquímica de los Aceites Crudos de Algunas Semillas del Desierto Sonorense. *Grasas y Aceites*, **46**, 1-5.
- Ortega, M. y Vázquez, L. (1993). Caracterización Físicoquímica del Aceite Crudo y Refinado de la Semilla de Uña de gato *Proboscidea parviflora*. *Grasas y Aceites*, **44**, 30-34.
- Patterson, H. (1979). Handling and storage of oilseed, oil, fats and meal. Londres, Inglaterra. *Elsevier Applied Science*, p. 10.
- Robinson, M.S.; Weigley, E.S. (1986). Nutrición básica y dietoterapéutica. Ediciones Científicas, Prensa Médica, Mexicana, S.A. México. p. 464.
- Shreve, F. and Wiggins, I. (1986). Vegetation and Flora of the Sonora Desert., Vol. II, p. 1231. Stanford University Press, USA.
- Yoshida, H., Hirooka, N., y Kajimoto, G. (1990). Microwave Energy Effects on Quality of Some Seed Oils. *J Food Sci.*, **55**:5 p. 1412.
- Werman, M.J. and Neeman, Y. (1986). Oxidative Stability of Avocado Oil., *JAOCS.*, **63**:3 p. 355.

Recibido: Marzo 1999  
 Aceptado: Mayo 2000