

Evaluación oxidativa de las mezclas de aceites de leguminosas del Desierto de Sonora con aceites de maíz y soja durante su almacenamiento

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

(1) Departamento de Investigación Científica y Tecnológica de la Universidad de Sonora.
Apdo. Postal 1819. Hermosillo, Sonora, 83000. Méjico.

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

RESUMEN

Evaluación oxidativa de las mezclas de aceites de leguminosas del Desierto de Sonora con aceites de maíz y soja durante su almacenamiento.

Los aceites de semillas de leguminosas silvestres han mostrado mayor estabilidad que algunos aceites convencionales por lo que se consideró de interés evaluar el proceso de oxidación durante el almacenamiento por 122 días de mezclas en los aceites de: Mezquite *Prosopis juliflora*, Gatuña *Mimosa grahamii*, Palo fierro *Olneya tesota*, Vinorama *Acacia constricta*, Palo de brea *Cercidium praecox* y Palo verde *Parkinsonia aculeata* con aceites de soja y maíz en proporciones 1:1, 2:1 y 3:1. Los parámetros evaluados fueron: Índice de Peróxidos (I.P), de yodo (I.I), de Acidez (I.A), así como el valor de p-Anisidina (p-A). Las mezclas de los aceites silvestres con el de maíz mostraron valores iniciales de I.P. en un rango de 2 a 4 meq/Kg y a los 122 días el valor fue de 4 a 7 meq/Kg mientras que las mezclas con el aceite de soja los valores iniciales fueron de 3 a 6 meq/Kg y al final fueron de 8 a 15 meq/Kg. Los valores de I.I. e I.A. no presentaron diferencias entre las mezclas de los aceites silvestres con el de maíz. Los aceites silvestres mezclados con el de soja incrementaron el I.I. en las tres proporciones estudiadas, y en el I.A. presentaron un ligero incremento en la proporción 1:1. En el valor de p-Anisidina de las mezclas de aceites silvestres con maíz se obtuvo un pequeño aumento el cual fue menor en las mezclas 3:1, a diferencia de las mezclas con aceite de soja el incremento fue mayor y solo en las mezclas con aceite de gatuña y palo fierro los valores menores se observaron en las mezclas 3:1. Los aceites de gatuña y palo fierro mezclados con aceite de maíz presentaron los menores incrementos en los índices de oxidación evaluados.

Los aceites de palo fierro y gatuña mezclados con aceite de maíz no presentaron cambios en la concentración de ácidos palmítico y araquídico durante el almacenamiento. La concentración del ácido oleico en los aceites de mezquite (3:1), gatuña (1:1, 2:1 y 3:1), vinorama (3:1), así como los ácidos linoleico y erucico en gatuña en sus tres mezclas no presentaron cambios ni alteración durante el almacenamiento, por lo que se consideran los aceites de palo fierro, gatuña y vinorama los más estables del presente estudio.

PALABRAS-CLAVE: Aceites – Desierto de Sonora - Leguminosas – Oxidación – Semillas.

SUMMARY

Oxidative evaluation of oils mixture of legumes of the Sonoran Desert with maize and soy oils during the storage.

During storage, oils from seeds of wild legumes of the Sonoran Desert have shown greater stability than oils derived from conventional sources. In this work, oxidation process was

evaluated during the storage (122 day) of mixtures of oils: Mezquite *Prosopis juliflora*, Gatuña *Mimosa grahamii*, Palo fierro *Olneya tesota*, Vinorama *Acacia constricta*, Palo de brea *Cercidium praecox* and Palo verde *Parkinsonia aculeata* with oils from soy and maize. Ratios were 1:1, 2:1 and 3:1. Evaluated parameters included: Peroxides (P.V.), Iodine (I.V.), Acid (A.V.), p-Anisidine (p-A) values. Results showed that mixtures containing wild and maize oil showed 2-4 meq/Kg as initial values of iodine, while after 122 days of storage the value was 4-7 meq/Kg. Mixtures containing soy oil presented 3-6 meq-Kg initially, and 8-15 meq-Kg were detected at the end experiment. No differences were observed in I.V. and A.V. values in maize mixtures. On the contrary, mixtures containing soy oil presented increments in I.V. Also, A.V. presented a slight increment in 1:1 mixtures. p-Anisidine values presented and small increment in maize mixtures (3:1 ratio) while this increment was larger in mixtures containing soy oils and Gatuña or Palo fierro oil. These latter oils when were mixed with maize oils presented the lowest increments in all evaluated indexes.

The oils of palo fierro and blended gatuña with oil of corn didn't present changes in their concentration in the palmitic and araquidic acid during the storage. The concentration of the oleic acid in the mezquite oils (3:1), gatuña (1:1, 2:1 and 3:1), vinorama (3:1), as well as the linoleic and erucic acids in gatuña in their three mixtures didn't present changes neither alteration during the storage, for what you are considered the oils of palo fierro, gatuña and vinorama the most stable in the present study.

KEY-WORDS: Leguminous – Oils – Oxidation – Seeds – Sonoran Desert.

1. INTRODUCCIÓN

En el Desierto de Sonora se encuentra una diversidad de especies de esta familia entre ellas: el mezquite, gatuña, palo fierro, palo de brea, vinorama y palo verde cuyas semillas contienen proteína y aceite de buena calidad, que son comparables a los de la semilla de soja y maíz. El contenido de aceite en la semilla en estas especies silvestres es de 12 a 23%, con un porcentaje de ácidos grasos saturados de 12 a 25% y de ácidos grasos insaturados de 74 a 86% con ácidos oleico y linoleico como los predominantes (Ortega-Nieblas *et al.*, 1996; Ortega-Nieblas y Vázquez-Moreno, 1995). Además, estos aceites presentaron estabilidad oxidativa al ser almacenados crudos y refinados por 122 días a temperatura ambiente (Ortega-Nieblas *et al.*, 1999).

Para la industria alimentaria es tan importante la estabilidad oxidativa como la calidad de los aceites

que se utilizan como materia prima. Esto es debido a que los aceites tienen una serie de funciones en la producción de alimentos, entre ellas: conferir suavidad, contribuir en la estructura, incorporar aire y transferir calor. La resistencia a la oxidación es uno de los factores que determina la habilidad con la cual el aceite pueda realizar dichas funciones (Pettersson, 1979). La oxidación en los aceites es el problema más común de los alimentos, ya que además de modificar las propiedades funcionales del aceite, genera la formación de compuestos volátiles que le imparten olores y sabores indeseables, lo que limita su vida de anaquel y con ello el desarrollo, producción, mercadeo y consecuentes pérdidas económicas importantes. Además, los productos formados en este proceso han sido asociados con desordenes fisiológicos como el envejecimiento y en enfermedades como la arteriosclerosis y carcinogénesis.

Hasta ahora, las especies cuyas semillas se utilizan comercialmente como fuente de aceite son pocas, entre ellas: soja, algodón, girasol, cártamo y en años recientes la canola. Por esto, es importante la búsqueda de nuevas fuentes de aceites de buena calidad, que presenten estabilidad a la oxidación para que puedan ser una fuente de aceite alternativa o bien que al ser mezclados con los aceites comerciales le incrementen la estabilidad oxidativa.

Debido a que los aceites de mezquite *Prosopis juliflora*, gatuña *Mimosa grahamii*, palo fierro *Olneya tesota*, vinorama *Acacia constricta*, palo de brea *Cercidium praecox* y palo verde *Parkinsonia aculeata* han mostrado ser de buena calidad y estabilidad oxidativa; así como al interés de proporcionar a la industria alimentaria información científica que conlleve a la propuesta de nuevas fuentes de aceites de buena calidad y estabilidad; por la necesidad de buscar para estas especies usos alternativos al de utilizarlas como materia para carbón y de madera para artesanía, que dañan su preservación y con ello su entorno ecológico, se consideró de interés evaluar la estabilidad oxidativa de mezclas del aceite de cada especie con aceite de maíz y con aceite de soja en relación 1:1, 2:1 y 3:1, midiendo los índices de peróxido, yodo, acidez y p-anisidina.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Recolección

Se recolectaron los frutos de Palo fierro *Olneya tesota*, Palo verde *Parkinsonia aculeata*, Mezquites *Prosopis juliflora*, Gatuña *Mimosa grahamii*, Vinorama *Acacia constricta* y Palo de brea *Cercidium praecox* en sitios del Desierto de Sonora previamente seleccionados como son: El Cajón del Diablo, carretera a Mazatán y al sur de Navojoa en el Estado de Sonora México. La recolecta se llevó a cabo manualmente, las vainas se depositaron en bolsas de papel,

se transportaron al laboratorio donde fueron separadas manualmente las semillas y fueron almacenadas a 4°C.

2.2. Molienda y Extracción

Las semillas se secaron a 37°C utilizando una estufa de vacío Thelco durante 5 horas, posteriormente se molieron utilizando un molino Wiley con malla de 5 mm de poro, teniendo especial cuidado en que no se calentara el molino para no provocar oxidación. La harina obtenida se sometió a un segundo secado en las mismas condiciones de tiempo y temperatura, para facilitar la extracción del aceite.

La extracción del aceite de cada una de las harinas se llevó a cabo de acuerdo al método A.O.A.C. (1990) en un equipo Soxhlet de 2000 mL de capacidad, utilizando hexano grado industrial, a 48°C por un tiempo de 6 a 8 horas. Posteriormente el aceite crudo fue recuperado a presión reducida, y a 55°C utilizando un Rotavapor Bausch & Lomb.

2.3. Condiciones de Almacenamiento

Se prepararon mezclas de cada aceite silvestre con aceite de maíz por una parte y con aceite de soja por otra, en proporciones de 1:1, 2:1 y 3:1, se almacenaron individualmente en recipientes de plásticos (nalgene), de 500 ml cubiertos con papel aluminio. Las condiciones de temperatura fluctuaron entre los 35°C y 25°C (agosto a noviembre). Los frascos conteniendo los aceites solo se abrieron 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.

2.4. Métodos Analíticos

Índice de Peróxido: Método AOCS Cd 8-53 (1998)

Se presentan Generalidades en cada técnica. El índice de peróxido es una medida de los productos primarios oxidación contenidos en el aceite. En la primera fase de la oxidación, la formación de peróxido puede ser lenta variando desde unas semanas a varios meses, de acuerdo al tipo de aceite, a las condiciones de almacenamiento y al tipo y contenido de antioxidantes.

Ácidos Grasos Libres o valor de Ácido: Método AOCS Ca 5a-40

El índice de acidez de un aceite o grasa se define como el número de miligramos de hidróxido de potasio requeridos para neutralizar la acidez libre de 1 gramo de muestra y es un indicador de la alteración

hidrolítica de los triacilglicéridos del aceite por acción de las lipasas. Este índice es usado con frecuencia como una indicación general de la condición de los aceites y si es comestible o no.

Índice de Yodo: Método de Hannus de la AOAC (1990)

Es definido como el peso de Yodo absorbido por 100 gramos de muestra. Los ácidos grasos insaturados especialmente oleico, se unen a una cantidad exacta de halógeno, por consiguiente este índice es una medida del grado de insaturación. Es útil para determinar la reducción de ácidos dienoicos durante el curso de la oxidación.

Valor de p-Anisidina: Método AOCS Cd 18-90

Es una estimación de los productos secundarios de la oxidación y principalmente una medida del 2-alquenal, basada en la reacción de color entre el reactivo anisidina y los compuestos secundarios de la oxidación.

Todos los análisis se realizaron por duplicado y se determinó su promedio.

2.5. Análisis Cromatográfico

Determinación de ácidos grasos. Los triglicéridos se saponificaron y los ácidos grasos se metilaron, utilizando hidróxido de sodio y metanol, de acuerdo con el método Ce-27 AOCS (1989).

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 2×10^{-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 obteniéndose la media de estos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Contenido de Aceite

El porcentaje de aceite de las especies analizadas fue del 12-37%. Para el de aceite de la semilla mezquite, palo fierro y palo verde fueron iguales al reportado para la soja (18%), en cambio la semilla de gatuña superó este valor (23%). El contenido más bajo se presentó en la semilla de vinorama (12%),

seguido por el de palo de brea (13%). Al ser comparados estos porcentajes de fuentes silvestres, con los reportados para las semillas de uso convencional como el de soja, y de otras leguminosas comunes como el frijol se tiene que los porcentajes en las especies estudiadas son mayores.

3.2. Índice de peróxido

En la Tabla I se presentan los valores de índice de peróxido observados durante el almacenamiento de las mezclas de los aceites de las semillas de especies silvestres con el aceite de maíz. En la Tabla se tiene que al inicio del periodo de almacenamiento de las mezclas de aceites de fuentes silvestres con aceite de maíz en las tres proporciones, presentaron índices de peróxidos en un rango de 2 a 4 meq/Kg de aceite, mientras que en el control el valor encontrado fue de 2 meq/Kg. Las mezclas conteniendo aceite de gatuña en las tres proporciones, así como en las proporciones 2:1 y 3:1 de palo fierro presentaron el mismo índice de peróxido que el aceite de maíz puro, el cual concuerda con el reportado por (Yoshida *et al*, 1990) para este último aceite.

Tabla I

Índice de peróxido (meq/Kg) en mezclas de aceites crudos de leguminosas silvestres con aceite de maíz en proporciones 1:1, 2:1 y 3:1 durante el almacenamiento

Mezclas	S/M	Días de almacenamiento	
		0	122
Mezquite	1:1	3	6
Mezquite	2:1	3	4
Mezquite	3:1	2	4
Gatuña	1:1	2	5
Gatuña	2:1	2	4
Gatuña	3:1	2	3
Vinorama	1:1	3	4
Vinorama	2:1	3	4
Vinorama	3:1	3	5
Palo brea	1:1	3	16
Palo brea	2:1	3	5
Palo brea	3:1	4	5
Palo fierro	1:1	3	4
Palo fierro	2:1	2	4
Palo fierro	3:1	2	3
Palo verde	1:1	4	7
Palo verde	2:1	3	5
Palo verde	3:1	3	5
Maíz	0:1	2	5

S/M: Proporción aceite silvestre/aceite de maíz.

El comportamiento del índice de peróxido del aceite de maíz durante el almacenamiento fue de un ligero incremento de 2 meq/Kg al inicio a 5 meq/Kg al final (122 días). La mezcla de gatuña 1:1 presentó un comportamiento idéntico al del aceite de maíz, mientras que en todas las demás mezclas fue similar excepto la mezcla de aceite de palo de brea 1:1 que su valor final fue de 16 meq/Kg. En particular, las mezclas que presentaron un menor incremento que el aceite de maíz durante el almacenamiento, fueron: gatuña 3:1, palo fierro 3:1 (2 a 3 meq/Kg); mezquite 2:1, vinorama 1:1 y 3:1, palo fierro 1:1 (3 a 4 meq/Kg); mezquite 3:1, gatuña 2:1, palo fierro 2:1 (2 a 4 meq/Kg). Estos resultados sugieren que al final del periodo del almacenamiento los aceites aún se encontraban en estado de inducción a excepción del aceite de palo de brea 1:1. Además, se aprecia que la adición de los aceites de gatuña, palo fierro, mezquite y vinorama, al aceite de maíz disminuye la oxidación y que cuanto mayor fue la proporción de aceite silvestre adicionada, mayor fue el incremento de su estabilidad.

Los resultados del almacenamiento de mezclas resultantes de la adición de aceites de especies silvestres al aceite de soja en las tres proporciones ya mencionadas se exponen a continuación. El aceite de soja presentó menor estabilidad que el aceite de maíz, ya que los índices de peróxido incrementaron de 5 meq/Kg al inicio a 56 meq/Kg. La adición de todos los aceites silvestres analizados y en las tres proporciones tuvo un efecto inhibitorio de la oxidación de este aceite. Este efecto fue mayor en la mezcla mezquite 3:1, palo verde 1:1 en las que el incremento fue solo de 3 meq/Kg que corresponde a una inhibición de la oxidación del 96%, considerando que el incremento del índice de peróxido en el aceite de soja durante el almacenamiento fue de 51 meq/Kg.

Las mezclas de mezquite 3:1, así como la de vinorama 1:1 y la de palo fierro 1:1 inhibió la oxidación en un 92%; la de gatuña 2:1, la de vinorama 3:1 y las de palo fierro 2:1 y 3:1 la inhibieron en un 90%; el resto de las mezclas redujeron la oxidación de un 80 a 88%. No se observó una relación directa entre la proporción de adición de aceite silvestre y su efecto inhibitorio de la oxidación.

3.3. Índice de Yodo

En las Tablas II y III, se presentan los resultados del índice de Iodo durante el almacenamiento de las mezclas de aceites silvestres con los aceites de maíz y soja respectivamente. El aceite de maíz presentó al inicio un índice de Iodo de 115 mg/KI/g el cual disminuyó a 94 mg/KI/g al final del almacenamiento (122 días). La adición de aceite de palo verde incrementó este índice a 130 mg/KI/g, el de gatuña a 120 mg/KI/g, y en las otras mezclas fueron menores

Tabla II
Índice de Yodo (MgKI/g) en mezclas de aceites crudos de leguminosas silvestres con aceite de maíz en proporciones 1:1, 2:1 y 3:1 durante el almacenamiento

Mezclas	S/M	0	122
		Días de almacenamiento	
Mezquite	1:1	94	94
Mezquite	2:1	94	100
Mezquite	3:1	94	95
Gatuña	1:1	120	121
Gatuña	2:1	120	121
Gatuña	3:1	100	100
Vinorama	1:1	111	111
Vinorama	2:1	111	111
Vinorama	3:1	110	111
Palo brea	1:1	112	112
Palo brea	2:1	112	112
Palo brea	3:1	112	112
Palo fierro	1:1	101	100
Palo fierro	2:1	100	100
Palo fierro	3:1	98	100
Palo verde	1:1	130	130
Palo verde	2:1	130	130
Palo verde	3:1	113	113
Maíz	0:1	115	90

S/M: Proporción aceite silvestre/aceite de maíz.

Tabla III
Índice de yodo (MgKI/g) en mezclas de aceites crudos de leguminosas silvestres con aceite de soja en proporciones de 1:1, 2:1 y 3:1 durante el almacenamiento

Mezclas	S/S	0	122
		Días de almacenamiento	
Mezquite	1:1	174	179
Mezquite	2:1	136	142
Mezquite	3:1	94	95
Gatuña	1:1	127	132
Gatuña	2:1	123	131
Gatuña	3:1	100	100
Vinorama	1:1	123	135
Vinorama	2:1	121	125
Vinorama	3:1	110	111
Palo brea	1:1	122	132
Palo brea	2:1	123	134
Palo brea	3:1	121	102
Palo fierro	1:1	110	116
Palo fierro	2:1	103	107
Palo fierro	3:1	98	100
Palo verde	1:1	130	143
Palo verde	2:1	138	156
Palo verde	3:1	113	113
Maíz	0:1	130	80

S/S: Proporción aceite silvestre/aceite de soja.

de 115 (Tabla II). Además, durante el almacenamiento la mayoría de las mezclas no presentaron cambios, lo que indica que la adición de los aceites silvestres disminuyó la oxidación en el aceite de maíz. Los resultados de índice de yodo de los aceites mezclados con soja se aprecian en la (Tabla III). Al adicionar los aceites silvestres, solo el de mezquite incrementó el valor inicial de este parámetro en el aceite de soja. Contrario a lo que se esperaba durante el almacenamiento, las mezclas presentaron un incremento, a excepción de las que contenían aceite de gatuña, palo de brea, palo verde y vinorama en relación 3:1.

3.4. Índice de Acidez

Las mezclas de los aceites de fuentes silvestres con el maíz y el de soja presentaron los mismos valores durante el almacenamiento por lo que aquí solo presenta una tabla de resultados. En general el comportamiento del índice de acidez fue de un ligero incremento durante el almacenamiento de las mezclas de aceite de mezquite, vinorama y palo de brea en proporción 1:1 las otras mezclas no mostraron cambios (Tabla IV). Estos resultados indican que en las mezclas en relación 2:1 y 3:1 no hubo rancidez hidrolítica durante el almacenamiento y por lo tanto menor susceptibilidad a la oxidación.

Tabla IV

Índice de acidez (MgKOH) en mezclas de aceites crudos de leguminosas silvestres con aceite de maíz en proporciones de 1:1, 2:1 y 3:1 durante el almacenamiento

Mezclas	S/M	0	122
		Días de almacenamiento	
Mezquite	1:1	0.10	0.20
Mezquite	2:1	0.08	0.08
Mezquite	3:1	0.06	0.06
Gatuña	1:1	0.25	0.25
Gatuña	2:1	0.25	0.25
Gatuña	3:1	0.03	0.03
Vinorama	1:1	0.25	0.35
Vinorama	2:1	0.08	0.08
Vinorama	3:1	0.08	0.08
Palo brea	1:1	0.38	0.43
Palo brea	2:1	0.18	0.12
Palo brea	3:1	0.10	0.10
Palo fierro	1:1	0.25	0.25
Palo fierro	2:1	0.05	0.05
Palo fierro	3:1	0.03	0.03
Palo verde	1:1	0.35	0.42
Palo verde	2:1	0.25	0.25
Palo verde	3:1	0.15	0.15
Maíz	0:1	0.07	0.50

S/M: Proporción aceite silvestre/aceite de maíz.

3.5. p-Anisidina

En las Tablas V y VI se presentan los resultados del valor de p-anisidina. Los valores en el aceite de maíz fueron de 0.1 al inicio y 7.0 al final del almacenamiento, es decir un incremento de 5.5. En todas las mezclas de los aceites con el maíz en las relaciones 2:1 y 3:1 se observó un menor incremento de este valor que en el aceite de maíz, siendo más marcado en las mezclas conteniendo aceite de gatuña que fue de 0.7 respectivamente. Esto confirmó que la adición de aceites silvestres al aceite de maíz disminuyó su oxidación (Tabla V). Además, cuanto mayor fue la proporción mayor fue la disminución. En cambio en el aceite de soja los valores fueron de 4.5 a 20 al final del almacenamiento. En las mezclas se observó el mismo efecto mencionado anteriormente para el aceite de maíz. Los menores decrementos de este parámetro fueron observados en las mezclas de aceite de vinorama y palo fierro (Tabla VI).

Estos resultados indican que la adición de los aceites silvestres (palo fierro, palo verde, vinorama, palo de brea, mezquite y gatuña) retardan el proceso de oxidación en los aceites de maíz y soja.

El aceite de maíz mostró mayor estabilidad oxidativa que el aceite de soja durante el periodo de almacenamiento de 122 días.

Tabla V

Valor de p-anisidina en mezclas de aceites crudos de leguminosas silvestres y aceite de maíz en proporciones de 1:1, 2:1 y 3:1 durante el almacenamiento

Mezclas	S/M	0	122
		Días de almacenamiento	
Mezquite	1:1	2.0	8.0
Mezquite	2:1	1.1	1.8
Mezquite	3:1	1.0	1.8
Gatuña	1:1	1.2	5.5
Gatuña	2:1	1.0	1.7
Gatuña	3:1	1.0	1.7
Vinorama	1:1	3.3	7.4
Vinorama	2:1	3.3	7.4
Vinorama	3:1	2.3	3.4
Palo brea	1:1	3.5	10.0
Palo brea	2:1	2.5	3.4
Palo brea	3:1	2.5	4.4
Palo fierro	1:1	1.8	4.0
Palo fierro	2:1	1.0	1.5
Palo fierro	3:1	1.0	1.4
Palo verde	1:1	3.5	10.0
Palo verde	2:1	2.2	2.6
Palo verde	3:1	2.2	3.5
Maíz	0:1	1.5	7.0

S/M: Proporción aceite silvestre/aceite de maíz.

Tabla VI
Valor de p-anisidina en mezclas de aceites crudos de leguminosas silvestres y aceite de soja en proporciones de 1:1, 2:1 y 3:1 durante el almacenamiento

Mezclas	S/S	Días de almacenamiento	
		0	122
Mezquite	1:1	2.0	8.0
Mezquite	2:1	1.1	7.8
Mezquite	3:1	1.0	7.8
Gatuña	1:1	1.3	8.5
Gatuña	2:1	1.0	7.7
Gatuña	3:1	1.0	7.7
Vinorama	1:1	3.3	7.4
Vinorama	2:1	3.3	7.4
Vinorama	3:1	2.3	3.4
Palo brea	1:1	3.5	10.0
Palo brea	2:1	2.5	8.4
Palo brea	3:1	2.5	8.4
Palo fierro	1:1	1.8	5.0
Palo fierro	2:1	1.0	3.5
Palo fierro	3:1	1.0	1.4
Palo verde	1:1	3.5	10.0
Palo verde	2:1	2.2	8.6
Palo verde	3:1	2.2	9.5
Soja	0:1	4.5	20.0

S/S: Proporción de aceite silvestre/aceite de soja.

Las mezclas que presentaron un mayor incremento en la estabilidad oxidativa fueron las que contenían los aceites de gatuña y palo fierro en proporción 3:1.

3.6. Ácidos grasos

Está bien establecido que la resistencia a la oxidación de un aceite depende de su composición en ácidos grasos, donde cada aceite tiene su perfil de ácido graso característico así los resultados cromatográficos de cada aceite silvestre y del maíz sin mezclar (0:1) son presentados en la Tabla IX. Obteniéndose un contenido de ácido palmítico en los silvestres de 7.7 a 9% ligeramente menor al del maíz (10%), el cual incrementó durante el almacenamiento, la concentración del oleico fue mayor de 31-37% que el de maíz (25%) disminuyendo durante el almacenamiento, se obtuvo de 47 a 54% en contenido del ácido linoleico en los aceites silvestres concentración relativamente menor que el del maíz (59%), también se observó en los aceites un contenido bajo (0.6%) de linolénico así como del erúxico (0.2%) valores más bajos que el de maíz.

Los resultados de la composición de los ácidos grasos en los aceites silvestres mezclados con maíz en proporción de (1:1, 2:1 y 3:1), se presentan en las Tablas VII, VIII y IX respectivamente, donde se aprecia que los ácidos grasos saturados son mucho más

Tabla VII
Composición de ácidos grasos en mezclas de aceites crudos de leguminosas silvestres y aceite de maíz en proporciones de 1:1, 2:1 y 3:1 durante el almacenamiento

Mezclas	S/M	%A.G.	Días de almacenamiento		Mezclas	S/M	%A.G.	Días de almacenamiento	
			0	122				0	122
Mezquite	1:1	C ₁₆	10	13	Mezquite	2:1	C ₁₆	10	11
Mezquite	1:1	C _{18:1}	36	32	Mezquite	2:1	C _{18:1}	37	34
Mezquite	1:1	C _{18:2}	58	56	Mezquite	2:1	C _{18:2}	59	58
Mezquite	1:1	C _{18:3}	0.8	0.5	Mezquite	2:1	C _{18:3}	0.9	0.6
Mezquite	1:1	C ₂₀	1.0	0.8	Mezquite	2:1	C ₂₀	1.0	0.9
Mezquite	1:1	C _{22:1}	1.3	0.9	Mezquite	2:1	C _{22:1}	1.3	0.8
Mezquite	3:1	C ₁₆	10	12	Gatuña	1:1	C ₁₆	10	10
Mezquite	3:1	C _{18:1}	38	36	Gatuña	1:1	C _{18:1}	36	35
Mezquite	3:1	C _{18:2}	59	56	Gatuña	1:1	C _{18:2}	59	58
Mezquite	3:1	C _{18:3}	1.1	0.6	Gatuña	1:1	C _{18:3}	0.8	0.6
Mezquite	3:1	C ₂₀	1.0	0.9	Gatuña	1:1	C ₂₀	1.0	0.9
Mezquite	3:1	C _{22:1}	1.3	0.9	Gatuña	1:1	C _{22:1}	1.3	1.0
Gatuña	2:1	C ₁₆	11	12	Gatuña	3:1	C ₁₆	10	11
Gatuña	2:1	C _{18:1}	37	34	Gatuña	3:1	C _{18:1}	37	36
Gatuña	2:1	C _{18:2}	60	58	Gatuña	3:1	C _{18:2}	60	59
Gatuña	2:1	C _{18:3}	0.9	0.7	Gatuña	3:1	C _{18:3}	0.9	0.8
Gatuña	2:1	C ₂₀	1.0	0.9	Gatuña	3:1	C ₂₀	1.0	0.9
Gatuña	2:1	C _{22:1}	1.3	1.2	Gatuña	3:1	C _{22:1}	1.3	1.2
Vinorama	1:1	C ₁₆	10	12	Vinorama	2:1	C ₁₆	11	13
Vinorama	1:1	C _{18:1}	31	27	Vinorama	2:1	C _{18:1}	31	20
Vinorama	1:1	C _{18:2}	59	54	Vinorama	2:1	C _{18:2}	60	49
Vinorama	1:1	C _{18:3}	0.8	0.5	Vinorama	2:1	C _{18:3}	0.9	0.8
Vinorama	1:1	C ₂₀	0.7	0.9	Vinorama	2:1	C ₂₀	0.7	0.9
Vinorama	1:1	C _{22:1}	1.2	0.9	Vinorama	2:1	C _{22:1}	1.3	1.2

S/M: Proporción de aceite silvestre con aceite maíz. A.G.: % ácidos grasos.

Tabla VIII
Composición de ácidos grasos en mezclas de aceites crudos de leguminosas silvestres y aceite de maíz en proporciones de 1:1, 2:1 y 3:1 durante el almacenamiento

Mezclas	S/M	%A.G.	0		122		Mezclas	S/M	%A.G.	0		122	
			Días de almacenamiento							Días de almacenamiento			
Vinorama	3:1	C ₁₆	11	12	P. brea	1:1	C ₁₆	9	12				
Vinorama	3:1	C _{18:1}	31	30	P. brea	1:1	C _{18:1}	38	34				
Vinorama	3:1	C _{18:2}	60	50	P. brea	1:1	C _{18:2}	59	54				
Vinorama	3:1	C _{18:3}	0.8	0.5	P. brea	1:1	C _{18:3}	0.6	0.8				
Vinorama	3:1	C ₂₀	0.7	1.0	P. brea	1:1	C ₂₀	0.7	1.0				
Vinorama	3:1	C _{22:1}	1.3	0.9	P. brea	1:1	C _{22:1}	0.4	0.3				
P. brea	2:1	C ₁₆	10	12	P. brea	3:1	C ₁₆	10	11				
P. brea	2:1	C _{18:1}	38	36	P. brea	3:1	C _{18:1}	38	33				
P. brea	2:1	C _{18:2}	59	57	P. brea	3:1	C _{18:2}	60	53				
P. brea	2:1	C _{18:3}	0.6	0.5	P. brea	3:1	C _{18:3}	0.7	0.9				
P. brea	2:1	C ₂₀	0.7	0.9	P. brea	3:1	C ₂₀	0.7	10				
P. brea	2:1	C _{22:1}	0.5	0.5	P. brea	3:1	C _{22:1}	0.5	0.3				
P. fierro	1:1	C ₁₆	9	10	P. fierro	2:1	C ₁₆	9	11				
P. fierro	1:1	C _{18:1}	36	34	P. fierro	2:1	C _{18:1}	37	35				
P. fierro	1:1	C _{18:2}	59	57	P. fierro	2:1	C _{18:2}	60	58				
P. fierro	1:1	C _{18:3}	0.8	0.6	P. fierro	2:1	C _{18:3}	0.8	0.8				
P. fierro	1:1	C ₂₀	1.0	1.5	P. fierro	2:1	C ₂₀	1.0	1.5				
P. fierro	1:1	C _{22:1}	0.2	0.2	P. fierro	2:1	C _{22:1}	0.3	0.1				
P. fierro	3:1	C ₁₆	9	11	P. verde	1:1	C ₁₆	9	13				
P. fierro	3:1	C _{18:1}	38	35	P. verde	1:1	C _{18:1}	36	30				
P. fierro	3:1	C _{18:2}	60	58	P. verde	1:1	C _{18:2}	59	53				
P. fierro	3:1	C _{18:3}	0.8	0.5	P. verde	1:1	C _{18:3}	0.8	0.3				
P. fierro	3:1	C ₂₀	1.1	1.7	P. verde	1:1	C ₂₀	1.3	1.0				
P. fierro	3:1	C _{22:1}	0.3	0.2	P. verde	1:1	C _{22:1}	0.6	0.4				

S/M: Proporción de aceite silvestre con aceite maíz. A.G.: % ácidos grasos.

Tabla IX
Composición de ácidos grasos en mezclas de aceites crudos de leguminosas silvestres y aceite de maíz en proporciones de 1:1, 2:1 y 3:1 durante el almacenamiento

Mezclas	S/M	%A.G.	0		122		Mezclas	S/M	%A.G.	0		122	
			Días de almacenamiento							Días de almacenamiento			
P. verde	2:1	C ₁₆	10	12	P. verde	3:1	C ₁₆	10	12				
P. verde	2:1	C _{18:1}	37	30	P. verde	3:1	C _{18:1}	37	35				
P. verde	2:1	C _{18:2}	60	55	P. verde	3:1	C _{18:2}	60	58				
P. verde	2:1	C _{18:3}	0.8	0.3	P. verde	3:1	C _{18:3}	0.8	0.4				
P. verde	2:1	C ₂₀	1.3	0.8	P. verde	3:1	C ₂₀	1.7	2.0				
P. verde	2:1	C _{22:1}	0.6	0.4	P. verde	3:1	C _{22:1}	1.3	0.6				
Mezquite	0:1	C ₁₆	7.8	9.5	Gatuña	0:1	C ₁₆	8.0	9.0				
Mezquite	0:1	C _{18:1}	35	32	Gatuña	0:1	C _{18:1}	5.0	33				
Mezquite	0:1	C _{18:2}	50	46	Gatuña	0:1	C _{18:2}	50	49				
Mezquite	0:1	C _{18:3}	0.6	0.3	Gatuña	0:1	C _{18:3}	0.6	0.5				
Mezquite	0:1	C ₂₀	1.0	2.0	Gatuña	0:1	C ₂₀	1.0	1.5				
Mezquite	0:1	C _{22:1}	0.2	0.1	Gatuña	0:1	C _{22:1}	0.2	0.4				
Vinorama	0:1	C ₁₆	9	9	P. brea	0:1	C ₁₆	9.0	11				
Vinorama	0:1	C _{18:1}	31	29	P. brea	0:1	C _{18:1}	37	34				
Vinorama	0:1	C _{18:2}	54	49	P. brea	0:1	C _{18:2}	51	49				
Vinorama	0:1	C _{18:3}	0.6	0.3	P. brea	0:1	C _{18:3}	0.6	0.3				
Vinorama	0:1	C ₂₀	0.7	0.9	P. brea	0:1	C ₂₀	0.7	1.0				
Vinorama	0:1	C _{22:1}	0.1	0.1	P. brea	0:1	C _{22:1}	0.3	0.2				
P. fierro	0:1	C ₁₆	8.3	10	P. verde	0:1	C ₁₆	7.7	10				
P. fierro	0:1	C _{18:1}	35	35	P. verde	0:1	C _{18:1}	35	33				
P. fierro	0:1	C _{18:2}	48	46	P. verde	0:1	C _{18:2}	47	43				
P. fierro	0:1	C _{18:3}	0.5	0.5	P. verde	0:1	C _{18:3}	0.6	0.3				
P. fierro	0:1	C ₂₀	1.0	1.7	P. verde	0:1	C ₂₀	1.7	2.9				
P. fierro	0:1	C _{22:1}	0.2	0.2	P. verde	0:1	C _{22:1}	0.3	0.1				
Maíz	0:1	C ₁₆	10	12	Maíz	0:1	C _{18:3}	0.8	0.3				
Maíz	0:1	C _{18:1}	25	21	Maíz	0:1	C ₂₀	0.4	0.9				
Maíz	0:1	C _{18:2}	59	57	Maíz	0:1	C _{22:1}	1.3	0.6				

S/M: Proporción de aceite silvestre con aceite maíz. A.G.: % ácidos grasos, 0:1 aceites sin mezclar.

estables a los diversos mecanismos oxidativos de deterioro de los aceites almacenados, los ácidos palmítico y araquídico en los aceites mezclados con maíz no presentaron cambio en su concentración, obteniéndose en los aceites de gatuña y palo fierro más estables ya que no presentaron transformación oxidativa ni de isomerización, considerándose que al mezclarse con aceite de maíz favoreció aún más su estabilidad durante el almacenamiento de 122 días.

Los resultados en ácidos grasos insaturados como el oleico, en los aceites de mezquite (3:1), gatuña en las tres mezclas con maíz (1:1, 2:1 y 3:1), vinorama (3:1) y palo verde (3:1) sus contenidos durante el almacenamiento no presentaron alteración. También se puede observar que en el ácido linoleico el aceite de gatuña en sus tres mezclas, así como el ácido erucico tampoco presentó cambios en su concentración durante su almacenamiento. Por otro lado el ácido linolénico si presentó cambio durante el almacenamiento, a excepción de los aceites de gatuña en la mezcla (3:1), vinorama (2:1) y palo fierro (2:1).

Los cambios de concentración de los ácidos grasos durante el almacenamiento de los aceites silvestres mezclados con el maíz; en el caso de los ácidos saturados estos se manifestaron con un ligero incremento, mientras que los insaturados fue con un ligero decremento cambios producidos por efecto de la acción del oxígeno y de las lipoxigenasas sobre las insaturaciones presentes en los ácidos grasos, considerándose esta reacción muy baja debido a que en este estudio sus aceites de (gatuña, palo fierro, mezquite, palo de brea y palo verde) son aceites estables ayudados por la estabilidad que en parte les propor-

cionó el aceite de maíz, además de su contenido de antioxidantes naturales que puedan presentar cada uno de los aceites silvestres, estudio que se encuentra en investigación.

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, USA.
- Association of Official Analytical Chemist. (1990). Official Methods of Analysis. 15th. Ed. K. Helrich Editor. Association of Official Analytical Chemist. Inc., Washington, D.C.
- Bailey, A.E. (1979). Aceites y Grasas Industriales: Ed. Reverte. S.C.A. Argentina. Vol. 11, pp. 741-752.
- Ortega-Nieblas, M., Vázquez-Moreno, L. y Robles-Burgueño, M.R. (1996). Evaluación de la calidad del aceite de once semillas de leguminosas del Desierto Sonorense. *Grasas y Aceites*, **47**, 158-162.
- Ortega-Nieblas, M. y Vázquez-Moreno, L. (1995). Caracterización fisicoquímica de los aceites crudos de algunas semillas del Desierto Sonorense. *Grasas y Aceites*, **43**, 1-5.
- Ortega-Nieblas, M., Vázquez-Moreno, L. y Robles-Burgueño, M.R. (1999). Indices de oxidación en aceites de algunas leguminosas del Desierto Sonorense. *Grasas y Aceites*, **52**, 5-9.
- Patterson, H. (1979). Handling and storage of oilseed, oil, fats and meal. Elsevier Applied Science, pp. 10-45. Londres, Inglaterra.
- Yoshida, H., Hirooka, N. y Kajimoto, G. (1990). Microwave energy effects on quality of some seed oils. *J. Food Sci.* p. 1412.

Recibido: Junio 2000
Aceptado: Junio 2001