

1  
29



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

FACULTAD DE QUÍMICA

**ACEITES VEGETALES COMESTIBLES  
EN EL DISTRITO FEDERAL  
(ESTUDIO DE CALIDAD)**

**TESIS MANCOMUNADA**

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
QUÍMICO DE ALIMENTOS  
P R E S E N T A N  
MARIA DEL CARMEN ALCANTARA ALMANZA  
MARIA DE LOS ANGELES BUITRON PERALTA



MEXICO, D. F.

1996

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**

**TESIS CON  
FALLA DE ORIGEN**



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

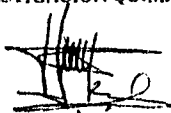
El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

**JURADO ASIGNADO :**

|                     |  |
|---------------------|--|
| <b>PRESIDENTE</b>   | <b>PROF. M. EN C. JOSEFINA VIADES TREJO</b>            |
| <b>VOCAL</b>        | <b>PROF. M. EN C. FRANCISCA AIDA ITURBE CHIÑAS</b>     |
| <b>SECRETARIO</b>   | <b>PROF. M. EN C. MARCOS FRANCISCO BÁEZ FERNÁNDEZ</b>  |
| <b>1ER SUPLENTE</b> | <b>PROF. M. EN C. MARÍA DE LOS ANGELES VALDIVIA L.</b> |
| <b>2DO SUPLENTE</b> | <b>PROF. Q.F.B. MARÍA DE LOURDES GÓMEZ RÍOS</b>        |

**LUGAR DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA :**


**PROCURADURÍA FEDERAL DEL CONSUMIDOR  
ÁREA DE INVESTIGACIÓN QUÍMICO BIOLÓGICA**



---

**ASESOR**

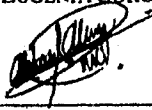
**PROF. M. EN C. MARCOS FRANCISCO BÁEZ FERNÁNDEZ**



---

**SUPERVISOR TÉCNICO**

**Q.F.B. MARÍA EUGENIA CORONA MONROY**



---

**SUSTENTANTE**

**MARÍA DEL CARMEN ALCÁNTARA ALMANZA**



---

**SUSTENTANTE**

**MARÍA DE LOS ANGELES BUITRÓN PERALTA**

*AGRADEZCO:*

*a Dios : por darme la vida y la oportunidad de disfrutarla*

*a mi Padre<sup>†</sup> : Por su ejemplo de fortaleza  
y de virtud.*

*a mi Madre: gracias por todo tu esfuerzo,  
dedicación y cariño que me has dado*

*a mis Hermanos: por su cariño y apoyo  
incondicional.*

*a Heber: de forma muy especial por tu ayuda  
y por estar y compartir los mejores momentos.*

*a mi Universidad y a todos mis maestros: por la  
oportunidad que me dieron para desarrollarme  
como ser humano y profesional.*

*a mis Compañeros de Trabajo: gracias por su ayuda  
y amistad*

*al Maestro Marcos Báez J.: por todo el  
apoyo que nos ha brindado para la  
realización de este trabajo.*

*Agradezco también a todas las personas que no he mencionado pero que de alguna  
forma nos apoyaron en la realización de este trabajo.*

*MCAA.*

*Un agradecimiento especial a mis padres y a mi familia que me permitieron realizar me en forma profesional y personal, durante los largos años de mis estudios.*

*Al laboratorio PROFECO por el apoyo incondicional en el desarrollo experimental de este trabajo y en especial a las personas del área Instrumental de análisis.*

*Y uno muy especial a todas las personas involucradas en la realización de esta tesis, ya que el mencionarlos a todos resultarían en una cuenta interminable.*

*MABP*

## ÍNDICE GENERAL

| CAPÍTULO |                         | PÁGINA |
|----------|-------------------------|--------|
| 1.       | Introducción            | 1      |
| 2.       | Objetivos               | 9      |
| 3.       | Antecedentes            | 10     |
| 4.       | Diseño experimental     | 33     |
| 5.       | Resultados              | 40     |
| 6.       | Discusión de resultados | 54     |
| 7.       | Conclusiones            | 61     |
| 8.       | Bibliografía            | 63     |
| 9.       | Apéndices               | 68     |

## CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN

Las grasas y los aceites son nutrimentos fundamentales en la dieta humana y animal, ya que constituyen uno de los tres grupos de compuestos (grasas, proteínas y carbohidratos) que están íntimamente ligados a los procesos vitales (1). Representan la forma más concentrada de energía en los alimentos, son vehículo para la asimilación de vitaminas liposolubles y son factor indispensable para la generación de cierto tipo de hormonas, esto último se logra mediante los ácidos grasos poli-insaturados que como no pueden ser sintetizados por el organismo, deben ser ingeridos en los alimentos.(2)

Además de la función biológica que cumplen los lípidos en el organismo, cumplen una función dietética de tipo organoléptico: son responsables del aroma y del sabor de los alimentos; dado que su digestión y absorción es más lenta que la de otros nutrimentos, una comida abundante en lípidos produce una sensación de plenitud más prolongada; debido a que al calentarse alcanzan altas temperaturas, los lípidos sirven para cocer o freír alimentos, confiriéndoles a la vez mejor sabor. Estas tres funciones sensoriales merecen la máxima atención porque son los factores más determinantes en el consumo de una dieta.

Lo anterior es tan claro para el ser humano que desde la antigüedad ha procurado disponer de ellos extrayéndolos de sus fuentes más ricas, para usarlos posteriormente en su forma más concentrada en la preparación de los demás alimentos, lo que constituye virtualmente un "enriquecimiento" con lípidos. Estas formas concentradas son los aceites de semillas de ajonjolí, maíz, canola, girasol, algodón, soya y muchas otras, las cuales son clasificadas en "aparentes o visibles"<sup>1</sup>. Los aceites vegetales junto con otros alimentos ricos en grasas, representan del 25 al 30% del total de la energía ingerida por una persona en un día. (3)

Desde la época antigua, el empleo de las grasas y los aceites dependía del especial sabor que le conferían a los alimentos con ellos preparados, por consiguiente, los países se podían clasificar geográficamente dependiendo de su consumo de grasa o aceite.

---

<sup>1</sup> Los lípidos que forman parte de los alimentos como ocurre en la leche, queso, yema de huevo, carnes, leguminosas y cereales se clasifican como "no aparentes".



Así las grasas como la manteca, el lardo y la mantequilla eran más consumidas por los países del norte de Europa, dadas sus características climatológicas, mientras que los habitantes del Sur de Europa, Norte de África, Medio y Lejano Oriente preferían los aceites, debido quizás, a su elevado crecimiento poblacional para evitar una competencia de la cría de animales por los alimentos agrícolas necesarios para el ser humano.

Por otro lado, en la mayoría de las regiones tropicales del globo, las condiciones eran menos favorables para la cría de cabezas de ganado, sin embargo, resultaban adecuadas para el cultivo de oleaginosas. (4) (5)

Como regla general, los lípidos de origen vegetal incluyen cantidades importantes de ácidos grasos poli-insaturados (esenciales para el organismo ya que no los puede sintetizar) y vitamina E, mientras que las de origen animal abundan en ácidos grasos saturados y colesterol, de aquí el enorme significado que ha tenido el aspecto nutritivo de la ingesta de aceites en lugar de grasa animal, observándose que el consumo de aceites vegetales ha sido difundido más ampliamente hacia los países típicamente consumidores de grasa que lo contrario. (6)

Algunos aceites y grasas se escogen para determinados usos por su sabor y características especiales. Los aceites se pueden usar para preparar cualquier tipo de platillos. Se emplean en la elaboración de frituras y en la conservación de productos enlatados, además se aprovechan las pastas proteínicas (subproducto que queda después de la extracción de aceite) fundamentales para la alimentación animal y de esta forma aumentar indirectamente la producción de huevo, leche y carne, materias primas para las industrias jaboneras, de pinturas, galleteras, de panificación, etc. (7)

A nivel mundial, el aceite de soya es el que más se produce (Tabla 1), debido a que es una de las materias primas más versátiles de todos los aceites comestibles. Su alto grado de insaturación hace que sea apropiado para usarse como aceite, para ensaladas, y también permite una hidrogenación controlada para su uso en todo tipo de grasas y margarinas especiales (8). La soya es rica en aceite y proteínas y la pasta de soya, que sobra después del refinamiento del grano, es un valioso elemento para procesar alimentos para el consumo humano y animal. Además, estas pastas, en comparación con las de otros granos son mucho más baratas (9).

Tabla 1. PRODUCCIÓN MUNDIAL DE LOS PRINCIPALES ACEITES VEGETALES  
(Millones de toneladas)

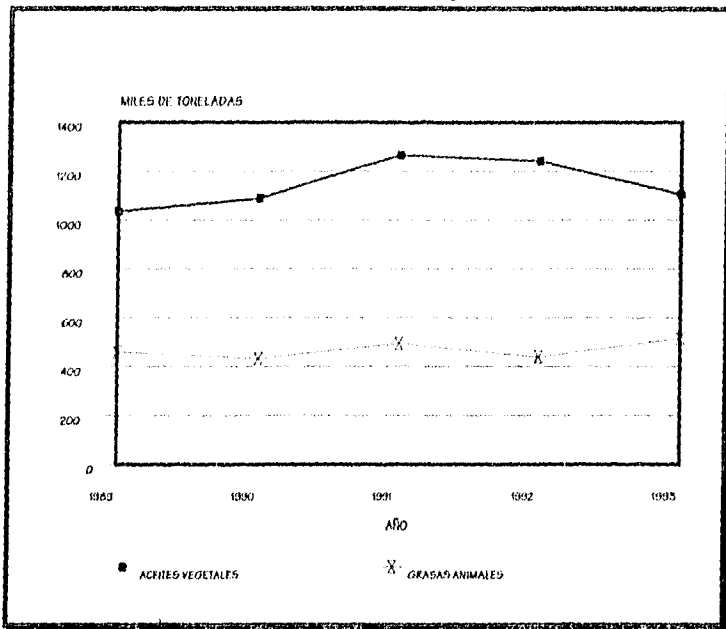
| ACEITE    | 1965 | 1975 | 1985 | 1990 |
|-----------|------|------|------|------|
| Soya      | 4.0  | 8.0  | 13.9 | 16.0 |
| Palma     | 1.4  | 2.9  | 6.9  | 11.2 |
| Canola    | 1.5  | 2.4  | 6.0  | 8.2  |
| Girasol   | 3.1  | 3.9  | 6.5  | 8.1  |
| Algodón   | 2.7  | 2.9  | 3.8  | 3.7  |
| Cacahuate | 2.8  | 2.7  | 3.1  | 3.3  |

Fuente (10)

En años recientes, el aceite de palma, ha ocupado el segundo lugar en la producción mundial de aceites vegetales, sin embargo, debido a que es un aceite saturado, sus aplicaciones en algunos casos son limitadas, principalmente para ser usado como aceite de cocina.

En cuanto al aceite de girasol y especialmente el de canola, su producción mundial se ha incrementado gracias a los avances en las investigaciones para mejorar la calidad nutricional de las semillas. (11) En México, el consumo de aceites vegetales comestibles es muy alto en todos los niveles socioeconómicos, ya que son productos ampliamente utilizados en todos los hogares durante la preparación de alimentos por lo que están incluidos en el paquete básico de consumo popular (Gráfica 1).

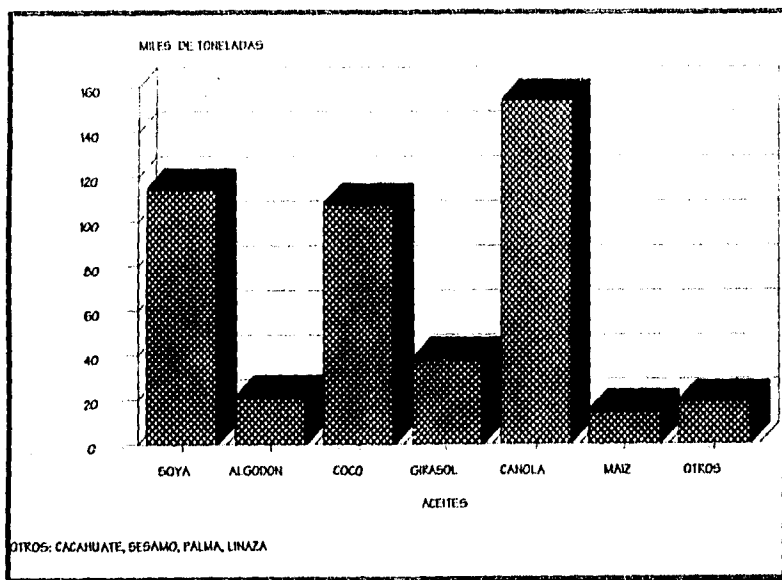
Gráfica 1. Consumo de aceites vegetales y grasas animales en México



Fuente (12)

Los aceites que más se producen en México debido a su menor costo de producción son el de canola, soya y coco principalmente (Tabla 2. Gráfica 2).

Gráfica 2. Producción de aceites vegetales en México (1993)



Fuente 12

Tabla 2. PRODUCCIÓN NACIONAL DE ACEITES VEGETALES  
1989-1993 (Miles de toneladas)

| ACEITES VEGETALES | 1989  | 1990  | 1991  | 1992  | 1993  |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Soya              | 275.5 | 300.2 | 362.0 | 403.3 | 114.6 |
| Algodón           | 61.7  | 40.5  | 49.6  | 43.8  | 21.7  |
| Cacahuate         | 6.7   | 6.7   | 4.9   | 6.3   | 6.0   |
| Girasol           | 40.4  | 48.9  | 86.6  | 87.4  | 38.6  |
| Canola            | 87.0  | 75.7  | 105.5 | 101.8 | 154.3 |
| Sésamo            | 0.1   | 6.3   | 5.5   | 4.5   | 3.4   |
| Maíz              | 11.1  | 11.9  | 14.2  | 14.6  | 15.1  |
| Palma             | 1.7   | 2.1   | 2.2   | 2.3   | 5.2   |
| Coco              | 126.3 | 126.0 | 109.0 | 109.3 | 108.0 |
| Linaza            | 1.2   | 1.5   | 1.3   | 1.1   | 0.2   |
| Total             | 611.7 | 619.8 | 740.8 | 774.4 | 467.1 |

Fuente (12)

Del total de la producción nacional de aceites, el 78% se destina directamente a la alimentación humana y animal; el 20% se utiliza en la elaboración de productos industriales (jabones, barnices y pinturas) y el 2% restante a la elaboración de alimentos para el consumo humano como margarinas y mantecas vegetales. (3)

Debido a que la producción nacional de oleaginosas, especialmente a partir de 1975, ha sido insuficiente para cubrir las necesidades de la industria (Gráfica 3), se ha tenido que recurrir a importaciones (Tabla 3. Gráfica 4) cada vez más significativas de semillas oleaginosas (80-90%), de aceites crudos y pastas proteicas, lo que ha traído como consecuencia el cierre del 44 % de los establecimientos destinados a la extracción de aceites en un período de 10 años (Tabla 4). (13) (14)

Gráfica 3. Producción y consumo de aceites vegetales en México (1989-1993)

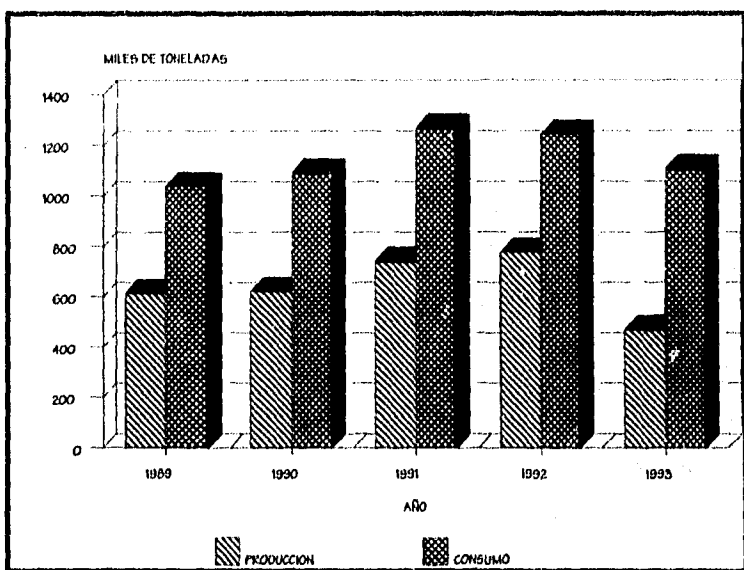
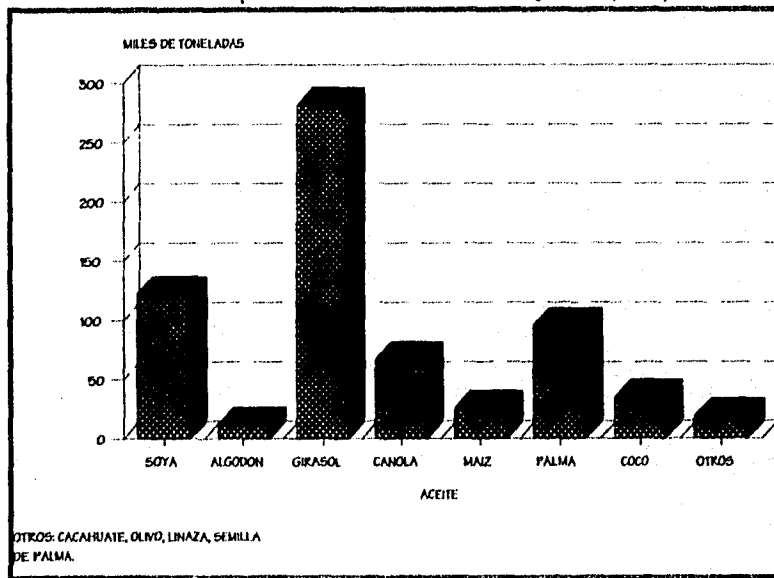


Tabla 3. IMPORTACIÓN NACIONAL DE ACEITES VEGETALES  
1989-1993 (Miles de toneladas)

| ACEITES VEGETALES | 1989  | 1990  | 1991  | 1992  | 1993  |
|-------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Soya              | 89.9  | 45.3  | 40.9  | 80.6  | 122.0 |
| Algodón           | 2.0   | 7.1   | 3.9   | 11.2  | 11.6  |
| Cacahuete         | 0.7   | 1.9   | 0.2   | 0.1   | 0.1   |
| Girasol           | 238.4 | 163.7 | 184.1 | 115.0 | 281.0 |
| Canola            | 28.8  | 153.3 | 198.0 | 136.7 | 66.7  |
| Maíz              | 1.7   | 9.8   | 17.8  | 16.9  | 25.5  |
| Olivo             | 1.2   | 1.3   | 1.6   | 1.6   | 2.3   |
| Palma             | 46.0  | 87.8  | 56.54 | 87.1  | 95.0  |
| Palmkern          | 2.1   | 2.9   | 1.0   | 0.9   | 4.5   |
| Coco              | 35.9  | 7.3   | 35.9  | 30.3  | 35.0  |
| Linaza            | 3.1   | 1.1   | 1.3   | 2.5   | 0.6   |
| Total             | 449.8 | 481.5 | 541.0 | 482.9 | 644.3 |

Fuente (12)

Gráfica 4. Importación nacional de aceites vegetales (1993)



Fuente (12)

Tabla 4. EVOLUCIÓN DEL NUMERO DE EMPRESAS ACEITERAS MEXICANAS

| CONCEPTO                   | 1980 | 1987 | 1988 | 1989 | 1990 |
|----------------------------|------|------|------|------|------|
| Número de establecimientos | 90   | 51   | 50   | 50   | 50   |

Fuente (15)

Lo anterior coloca a la industria aceitera en un franco estado de incertidumbre en cuanto a los costos debido a los problemas financieros de México, ya que alrededor del 65-70% del costo de producción es aportado por la materia prima. (13) (16)

La industria aceitera se enfrenta así con un futuro no muy claro, ya que se debe modernizar para disminuir los costos de producción, tales como: menores pérdidas por refinación, menor uso de mano de obra, no gastos indirectos, etc., destacando que existen una serie de factores ajenos al control de la industria aceitera que le impiden competir en un plano de igualdad en los mercados internacionales como es el caso de los enormes excedentes de aceite de palma, que han provocado que este producto se comercialice a precios bajos y con ello afecte el precio de los demás aceites vegetales, el costo de la materia prima importada, los falsos fletes e intermediación que por ellos se paga y los problemas socio-políticos que afectan al sistema productivo (momento económico imperante en el país, escasez de divisas, trámites burocráticos, etc.) (7) (16)

Esta situación del sistema productivo nacional, nos lleva a pensar en los mecanismos con que se pueda satisfacer la demanda de ciertos productos. En el caso de la industria aceitera, cabe la posibilidad de la adulteración de los productos, con el objeto de satisfacer dicha demanda mediante la sustitución parcial o total del aceite original por otros más económicos.

Todo lo anterior, hace surgir la inquietud de poner de manifiesto la pureza y calidad comercial de los productos, entendiéndose por "calidad comercial" el cumplimiento de ciertas normas que son establecidas, tanto por los industriales como por las autoridades, con el fin de asegurar una calidad mínima en sus productos; planteándose como consecuencia el desarrollo del presente trabajo.

## CAPÍTULO 2. OBJETIVOS

### OBJETIVO GENERAL

**D**eterminar la pureza y calidad de los aceites vegetales comestibles de mayor consumo en el Distrito Federal, mediante la identificación de ácidos grasos por cromatografía de gases y análisis fisicoquímicos respectivamente.

### OBJETIVOS PARTICULARES

- Verificar la autenticidad de los aceites denominados "puros" mediante el análisis del perfil de ácidos grasos.
- Identificar el tipo de aceite(s) adulterante(s) que compone(n) a los aceites cuya autenticidad sea dudosa.
- Establecer una relación del porcentaje de(l)(los) aceite(s) adulterante(s) en los aceites denominados "puros".
- Identificar el tipo de aceite(s) que compone(n) a los llamados aceites mixtos.
- Establecer una relación del porcentaje de la composición de los aceites mixtos.
- Determinar la cantidad de ácidos grasos poli-insaturados presentes en los aceites.
- Determinar la calidad fisicoquímica de los aceites mediante la verificación del cumplimiento de las normas oficiales mexicanas (NOM) vigentes.



## CAPÍTULO 3. ANTECEDENTES

### 3.1 DEFINICIÓN Y CLASIFICACIÓN DE LOS LÍPIDOS.

Los lípidos incluyen a las grasas, los aceites y sustancias que tienen una sensación grasosa, son insolubles en agua pero solubles en ciertos disolventes como el éter, alcohol y benceno. Son compuestos orgánicos de carbono, hidrógeno y oxígeno. Algunos lípidos contienen otros elementos como fósforo y nitrógeno. (17)

Los lípidos se clasifican generalmente en tres grupos.

#### 1. Lípidos simples

Se les llama también triglicéridos y son ésteres de ácidos grasos y glicerina, donde los primeros pueden ser saturados, mono-insaturados o poli-insaturados (Figura 1). Un triglicérido simple es aquel donde los tres ácidos grasos son iguales (Figura 2). Las formas más comunes, sin embargo, son los triglicéridos compuestos, en los cuales están presentes dos o tres tipos de radicales de ácido graso en la molécula (Figura 3). Este grupo corresponde aproximadamente al 98 % de las grasas en los alimentos y a más del 90 % de la grasa en todo el cuerpo.

Las ceras son ésteres de ácidos grasos y de alcoholes de cadena larga o cíclicos. Este grupo incluye a los ésteres de colesterol y a las vitaminas A y D. (17) (18)

Figura 1. Estructura del glicerol y tipos de ácidos grasos.

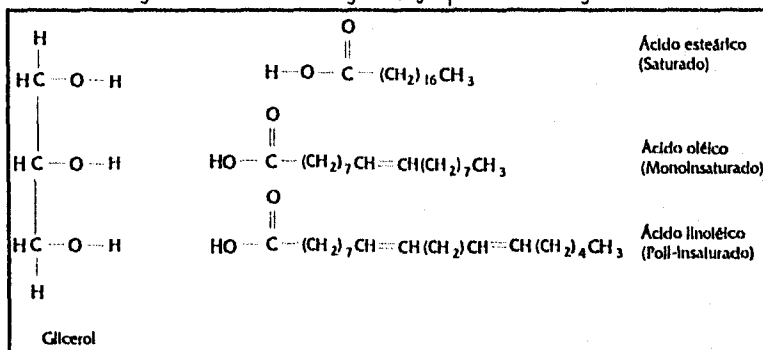


Figura 2. Triglicérido simple.

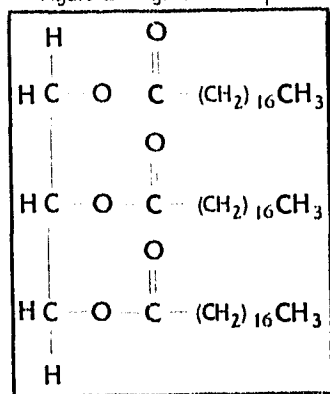
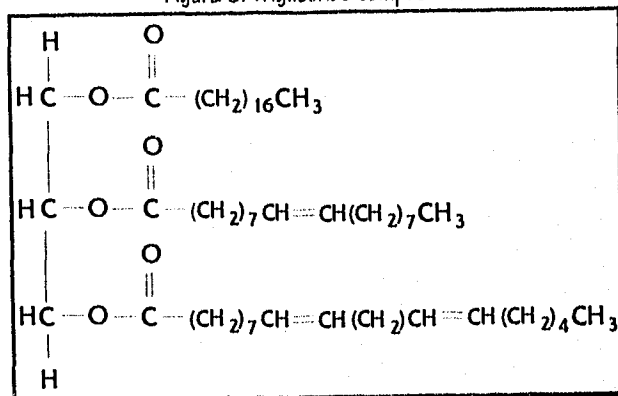


Figura 3. Triglicérido compuesto.



## 2. Lípidos compuestos.

Al hidrolizarse este grupo forma otras moléculas como ácido fosfórico y una base nitrogenada, además de los ácidos grasos y glicerina. Entre éstos se encuentran los fosfolípidos o fosfatidos como la lecitina, la cefalina y la esfingomiélin, los cerebrósidos que contienen una molécula de glucosa o de galactosa y las lipoproteínas.

## 3. Lípidos derivados.

Los lípidos derivados son los productos de la hidrólisis de los lípidos simples y de los compuestos. Estos incluyen ácidos grasos, alcoholes (glicerina y esteroides), carotenoides, y las vitaminas solubles en grasa. (19)

## 3.2 IMPORTANCIA DE LAS GRASAS Y ACEITES.

Una de las más importantes aplicaciones de las grasas y aceites se encuentra en la alimentación, por las siguientes razones:

1. Constituyen como alimento, el material energético más potente ya que aportan 9 Kcal/g a diferencia de 4 Kcal/g que dan los carbohidratos y las proteínas. (20)

2. Son portadores de la fracción lipídica indispensable formada por los ácidos grasos linoleico, linoléico y araquidónico, los cuales son considerados esenciales por no poder ser sintetizados en el organismo.(21) Algunos autores no consideran al ácido araquidónico como esencial, ya que cierta cantidad puede ser sintetizada a partir del ácido linoléico.(22) Las necesidades de estos tres ácidos se ven ampliamente cubiertas cuando aportan del 2 al 3% de la energía total diaria. (23)

3. Los ácidos grasos esenciales son constituyentes de los fosfolípidos que forman las membranas celulares y, por consiguiente, parecen tener un papel importante en regular la permeabilidad de las células y en el transporte de lípidos en la circulación, además de que son esenciales en la digestión y absorción de grasas. (24)

4. En algunos alimentos las grasas son responsables del aroma, sabor y color contribuyendo así a la palatabilidad de los mismos. (17)

5. Son también ingrediente principal de muchos alimentos procesados tales como mayonesas, helados, mantecas vegetales, etc. (25)

6. Varias vitaminas, como la A, D, E y K, son liposolubles y se presentan en los alimentos disueltas en su porción grasa. Además, para poder ser absorbidas en el intestino, necesitan grasa. Una de las principales causas de la deficiencia de vitamina A de ciertas zonas es su baja ingesta de grasa. (17)

7. El tipo de grasa de la dieta influye en los lípidos sanguíneos. Los ácidos grasos saturados, aumentan la concentración de colesterol sanguíneo. Los poli-insaturados, en particular el linoleico, facilitan el transporte del colesterol a lo largo del torrente circulatorio impidiendo la concentración de éste en las paredes de venas y arterias contribuyendo así a evitar problemas cardiovasculares.(2)(26) Además, influyen en la adhesividad y coagulabilidad de las plaquetas sanguíneas, por lo que ejercen una función adicional para evitar la tromboflebitis coronaria. (17)

8. Los ácidos grasos poli-insaturados son los precursores de la síntesis de prostaglandinas, un grupo de sustancias con una variedad de funciones: actúan como hormonas locales, como mensajeros secundarios después de la acción hormonal y posiblemente como controladores de la contracción de músculos de fibra lisa. (17)

9. Los aceites ricos en ácidos grasos poli-insaturados, también proporcionan el antioxidante vitamina E, el cual reduce al mínimo la oxidación del colesterol. (26)

10. Los ácidos grasos poli-insaturados se presentan en la naturaleza como isómeros cis y solo bajo esta forma influyen en el nivel de colesterol. Durante la hidrogenación de los aceites, se isomerizan a las correspondientes formas trans que carecen de actividad biológica. Existen pruebas de que pueden ser incluso peligrosos, ya que pueden depositarse entre las fibrillas del músculo cardíaco distorsionando su estructura. (25)

11. Los ácidos grasos mono-insaturados como el ácido oleico, encontrado en el aceite de oliva y canola, tiene un efecto en la disminución del colesterol sanguíneo al igual que los ácidos grasos poli-insaturados. (26)

12. Las capas de grasa subcutáneas constituyen un aislante efectivo y reducen la pérdida de calor del cuerpo en tiempo de frío. Los órganos vitales como el riñón están protegidos contra los daños físicos por un acojamiento de grasa. (21)

13. Las grasas y aceites sirven como lubricantes en el tracto gastrointestinal. (25) (17)

Además, las sustancias que contienen grasa juegan un papel importante en el comercio mundial puesto que son un constituyente esencial de la dieta del hombre y tienen muchas aplicaciones industriales y domésticas. (27)

### 3.3 TIPOS DE ACEITES.

Los aceites se derivan principalmente de semillas oleaginosas; éstos se extraen con disolventes o por prensado de la semilla. Como ya se mencionó, las grasas vegetales han cobrado gran importancia empleándose en grandes cantidades para la elaboración de mayonesas, cremas, aderezos, sustitutos de productos lácteos, etc.

Los aceites vegetales comestibles se pueden destinar a dos usos culinarios distintos: aceites para freír y aceites para ensaladas. Entre los primeros, se encuentran los aceites de maíz, girasol, canola, cártamo y soya. El aceite que más se consume para ensaladas es el de oliva.

#### ACEITE DE MAÍZ

El aceite de maíz es obtenido del germen de la planta de maíz *Zea mays*, originaria de América, la cual es ampliamente cultivada en Estados Unidos y en menor escala en países como Holanda, Argentina y Brasil. El grano de maíz contiene tan solo del 3 al 7% de aceite, pero el germen o endospermo contiene aproximadamente 50% de aceite. (19)

El aceite de maíz es derivado de dos industrias del maíz: la industria del almidón en la cual el germen es obtenido por un proceso de desgerminación húmeda y la industria del maíz alimenticio (obtención de sémola, hojuelas de maíz, maíz machacado, harina), en ésta, el germen se obtiene por una desgerminación seca. (19) (28)

El incremento en la demanda del aceite de maíz en la industria alimentaria se debe a la importancia que han cobrado los ácidos grasos poli-insaturados en la dieta, a su contenido de tocoferoles y a su estabilidad (28). La composición típica de ácidos grasos se muestra en la Tabla 5. Aunque varios estudios han demostrado que la composición de este aceite se ve afectada por la localización geográfica, temperatura y la aplicación de herbicidas, la principal causa de variación es la genética, ya que el aceite de maíz ha incrementado su contenido de poli-insaturados del 5 al 8 % aproximadamente durante los últimos 20 años. El aceite contiene relativamente buena cantidad de tocoferoles (buenos antioxidantes), en un rango de 603 a 1040 mg/Kg de aceite, de aquí que presente una coloración ámbar-rojizo oscuro y que aún después de la refinación resulte ser más oscuro que los demás aceites; además contiene pequeñas cantidades de ácido ferúlico, un antioxidante muy activo presente como éster de dihidro- $\beta$ -sitosterol, el cual puede sumarse a la excelente estabilidad que presenta este aceite a la oxidación.

El aceite de maíz al ser rico en ácidos grasos poli-insaturados, encuentra amplio uso en aceites para freír y en la elaboración de margarinas. (29) (25) (30) (23)

## ACEITE DE GIRASOL

Se obtiene de la semilla de la planta *Helianthus annuus*, la cual es nativa de Norteamérica. Las semillas con alto contenido de aceite (40-50 %) son cultivadas generalmente para la producción de aceite, y las semillas con bajo contenido (21-33 %) son cultivadas para la elaboración de alimento para animales.

Este aceite es muy apreciado por los consumidores porque permite resaltar el sabor natural de los alimentos al ejercer una acción neutra no comunicando sabor alguno a éstos. Es también utilizado en la industria para la manufactura de margarinas y aderezos.

Al igual que otros aceites, su composición de ácidos grasos depende de las condiciones de desarrollo, aún cuando su síntesis puede ser controlada a nivel genético; de esta forma, los lípidos de semillas desarrolladas a temperaturas elevadas contienen menos ácidos grasos poli-insaturados.(31) (32)

El porcentaje de ácido linoleico presente en este aceite, excede de los encontrados en los demás aceites (Tabla 5), de aquí, su gran importancia ya que se trata de un ácido graso esencial que debe ser suministrado por la dieta; sin embargo, este nivel tan elevado hace al aceite susceptible al deterioro oxidativo, reduciendo así su estabilidad.(33) En general el aceite de girasol tiende a ser menos estable que muchos aceites incluyendo el de soya. (2) (27)

El contenido total de tocoferoles en el aceite, es similar al de soya y algodón (aproximadamente 0.07 % en peso). El aceite crudo de girasol es ligeramente ámbar en color, y después de la refinación es amarillo pálido. (29) (25) (30) (23)

## ACEITE DE SOYA

El aceite de soya se obtiene de la leguminosa *Glycine max*, originaria de los países orientales. El contenido de aceite en la soya varía de 13 a 26% en base seca.

El aceite crudo puede ser obtenido por presión o extracción con solventes presentando una coloración ámbar, el cual después de la refinación, se vuelve amarillo brillante como el de la mayoría de los aceites vegetales. El aceite de semillas de soya verdes o inmaduras contiene suficiente clorofila para impartir coloración verdosa. El aceite producido de semillas dañadas es de color café oscuro imposible de remover por refinación.

Los mayores usos del aceite después del proceso de refinación es en la manufactura de margarinas y aderezos , aunque también se utiliza en aceites para freír, aceites para ensalada , enlatados de pescado y en muchos otros alimentos. (25) (29) (30) (23).

La composición de ácidos grasos del aceite de soya, varía dependiendo de factores ambientales y genéticos como localización geográfica, tipo de suelo, clima, humedad, temperatura, madurez de la semilla y prácticas de agricultura (32). Un efecto ambiental importante en la composición de ácidos grasos es el clima, ya que la soya cultivada en climas templados produce aceites más saturados, y la que se cultiva en climas fríos produce aceites más insaturados. En la Tabla 5 se muestra la composición de ácidos grasos en el aceite de soya.

#### ACEITE DE CÁRTAMO

El aceite de cártamo se obtiene de una planta de color anaranjado, *Carthamus tinctorius*, que procede del norte de África (Marruecos y Argelia). Es también conocida como atazor. (34)

El perfil de ácidos grasos típico de este aceite se encuentra en la Tabla 5. Con un contenido de ácido linoleico de 55-81%, el aceite de cártamo tiene el mayor porcentaje de éste ácido esencial que cualquier otro aceite comestible; sin embargo, su contenido en tocoferoles es inferior al que se presenta en los aceites de maíz, soya, girasol y algodón lo que lo hace más susceptible a las reacciones de oxidación.

El alto contenido en ácido linoleico hace de este aceite una buena opción para ser utilizado como aceite secante en la elaboración de pinturas y recubrimientos industriales, sin embargo, es difícil predecir el futuro de la producción industrial del aceite de cártamo como alimento, debido a que el aceite no es muy estable, tiene un alto costo de producción y las ventajas que ofrece sobre otros aceites son mínimas excepto por sus posibles beneficios nutricionales por su alto contenido en ácidos grasos esenciales. (29) (34)

Tabla 5 . COMPOSICIÓN DE ACIDOS GRASOS EN ACEITES VEGETALES  
(g de ácido graso/100 g de aceite)

| ACIDO GRASO  | CANOLA  | SOYA    | GIRASOL | CÁRTAMO | MAÍZ  |
|--------------|---------|---------|---------|---------|-------|
| MIRÍSTICO    | <0.2    | <0.5    | <0.5    | <1.0    | <0.1  |
| PALMÍTICO    | 2.5-6   | 7-14    | 3-10    | 2-10    | 8-19  |
| PALMITOLEICO | <0.6    | 0.5     | <1.0    | <0.5    | <0.5  |
| ESTEARICO    | 0.9-2.1 | 1.4-5.5 | 1-10    | 1-10    | 0.5-4 |
| OLEICO       | 50-66   | 19-30   | 14-65   | 7-42    | 19-50 |
| LINOLEICO    | 18-30   | 44-62   | 20-75   | 55-81   | 34-62 |
| LINOLÉNICO   | 6-14    | 4-11    | <0.7    | <1.0    | <2.0  |
| ARAQUIDICO   | 0.1-1.2 | <1.0    | <1.5    | <0.5    | <1.0  |
| GADOLEICO    | 0.1-4.3 | <1.0    | *TR     | <0.5    | <0.5  |
| BEHÉNICO     | <0.5    | <0.5    | <1.0    | <0.5    | <0.5  |
| LIGNOCÉRICO  | <0.2    |         | <0.5    |         | <0.5  |

Fuente (35) \*TR: TRAZAS

#### ACEITE DE CANOLA

El nombre de canola fue adoptado en 1979 en Canadá y se aplicó a los cultivos de las variedades de semillas de nabo modificadas genéticamente para la obtención de un aceite nutricionalmente superior, bajo contenido en ácido erúico (menos del 5 %) y en glucosinolatos, ambos considerados como factores antinutricionales para los humanos y animales. La adaptación de este aceite para consumo humano se dio en Canadá y en E.U.A., estableciendo que este aceite es comparable en calidad a cualquier otro aceite vegetal en el mercado. En 1985 la Food and Drug Administration (FDA) garantizó al aceite de canola como un alimento GRAS (Generally Recognized as Safe) y muchas compañías norteamericanas, mexicanas y de otros países refinan en la actualidad este aceite para comercializarlo. (36)

La canola contiene aproximadamente de 40-45% de aceite, 20-25% de proteínas y 25% de carbohidratos.(10) La composición típica de ácidos grasos (Tabla 5) en este aceite tiene particular interés por su alto contenido en ácido oleico, el cual es similar al del aceite de oliva, así como su alto nivel de ácido linoléico, el cual es comparado al presente con el aceite de soya. En general, el aceite de canola se encuentra en un nivel intermedio en cuanto al contenido de ácidos grasos poli-insaturados (30-35 %), sin embargo, este nivel es menor que el aceite de soya, girasol y maíz. La estabilidad del aceite de canola puede ser un problema debido a su alto nivel de ácido linoléico, el cual tiene gran participación en el desarrollo de malos sabores en los aceites principalmente cuando éstos son calentados. El aceite de canola tiene menor cantidad de tocoferoles naturales que otros aceites como el de maíz y el de soya, lo cual contribuye a su inestabilidad oxidativa. Actualmente sus principales usos son como aceite para cocinar y para la elaboración de margarinas. (25) (29) (30) (36)



### 3.4 PROCESO GENERAL DE ELABORACIÓN DE ACEITE VEGETAL.

A pesar de que las grasas provienen de diversas fuentes (animal y vegetal), en general éstas son procesadas para su refinamiento y estandarización y así poder ser consumidas más fácilmente y facilitar su uso.

En el caso de los aceites vegetales existe una gran variedad provenientes de diferentes semillas y en general los pasos del proceso de elaboración son los mismos y van dirigidos a mejorar sus características fisicoquímicas y sensoriales dando como resultado un producto con una vida de anaquel mayor, comparado con un aceite crudo o no refinado.

Por otra parte, una cantidad considerable de grasa comestible se consume en su forma original en carne, nueces, cereales, productos lácteos y aves, y al mismo tiempo en forma de mantequilla, margarina, grasa para freír (manteca vegetal y animal) y aceites comestibles. (37)

Para que un aceite comestible sea considerado de buena calidad no deberá tener olor ni fuerte sabor (en inglés, se le conoce como "bland<sup>2</sup>"), ni impurezas y será estable a la oxidación. Algunos estudios indican que la oxidación ocurre con mayor facilidad en la cosecha pero los niveles remanentes de lípidos oxidados permanecen bajos durante el proceso.

De este modo, el procesamiento de los aceites está diseñado en parte para eliminar o destruir productos de la oxidación o factores como ácidos grasos libres y contaminantes metálicos que puedan iniciar o propiciar reacciones oxidativas. Durante el procesamiento y almacenamiento de los aceites, los ácidos grasos oxidados pueden catalizar futuras oxidaciones o descomposiciones para formar los olores y sabores rancios que caracterizan a los aceites oxidados. (29) (37)

Actualmente la industria aceitera en México se encuentra totalmente mecanizada, y las variantes entre una y otra de las máquinas con que cuentan los fabricantes no son muy grandes.

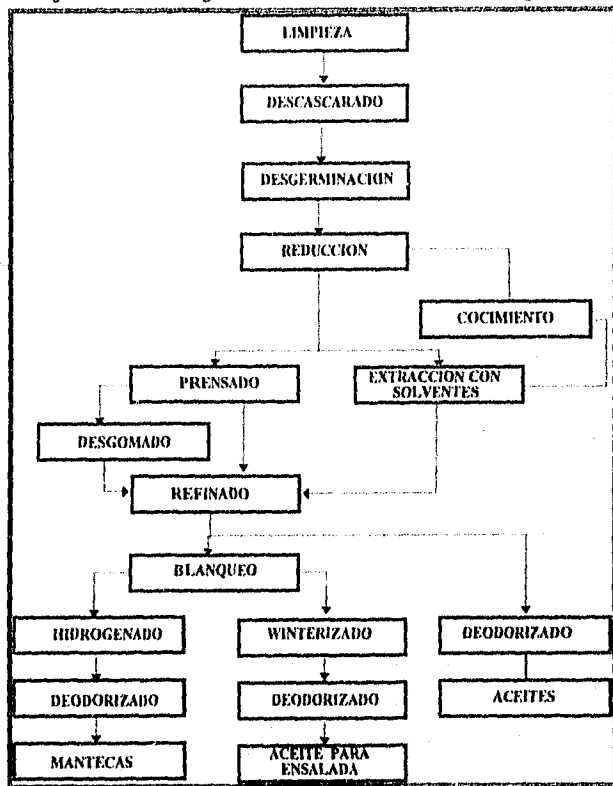
---

<sup>2</sup> bland. Característica de los aceites con poco o ningún olor y/o sabor. El sabor es suave y no irritante o estimulante. (30)

La mayor parte del equipo de refinación, tanques y tuberías, están contruidos con acero al carbón, también conocido como hierro negro (black iron) o acero (mild steel). A pesar de que el hierro es un pro-oxidante de los aceites<sup>3</sup> al poseer mayor especificidad para catalizar, la correcta limpieza y pulido de las superficies del equipo con aceite, sella efectivamente la superficie y previene de la acción del hierro como catalizador de la oxidación. (29) (23)

A continuación, se describen las etapas generales de elaboración de aceites vegetales comestibles así como un diagrama de flujo del proceso (Figura 4):

Figura 4. Proceso general de extracción de aceites vegetales



<sup>3</sup> El cobre y el hierro inician esta transformación en concentraciones menores a 1 ppm, aunque algunos autores (18) afirman que es suficiente con 0.01 ppm de cobre.

## MATERIA PRIMA

### 1. RECEPCIÓN Y ALMACENAMIENTO DE LA SEMILLA

La calidad de los aceites y los productos derivados de estos está sujeta a la correcta ejecución de cada etapa del proceso. El correcto manejo de los materiales que constituyen la fuente de aceite, aunado a una excelente materia prima, permiten obtener productos y derivados de la más alta calidad.

Las semillas oleaginosas son cosechadas en determinadas épocas del año, y puesto que serán procesadas posteriormente, se recomiendan condiciones adecuadas de almacenaje para evitar daños irreparables.

Entre los daños a las semillas, se encuentra la acción de las enzimas dan origen a fenómenos de fermentación cuando encuentran condiciones favorables de humedad y temperatura. Las semillas son almacenadas en silos de concreto o bodegas de lámina. Algunos autores recomiendan una humedad máxima del 10% para el almacenamiento de semillas de algodón y de 9.5% para grasol cuando éste es almacenado por períodos cortos de tiempo, y de 7 % si es por períodos largos. (38) (39) (16)

### 2. LIMPIEZA

Es importante realizar una limpieza de la semilla para eliminar todo lo que pueda deteriorar el producto posteriormente como son los cuerpos extraños duros (piedra, arena, metales), así como los elementos que puedan obstruir los aparatos distribuidores, los conductos, y las cribas, como cuerdas, pajas y paltos.

La limpieza consta de dos pasos:

a) Prelimpieza. Se realiza con un tambor cribador y permite eliminar todo lo que tenga una dimensión mayor a la de la semilla recibida (piedras, trapos, palitos, etc.)

b) Limpieza. Las semillas se pasan por un separador de materia extraña, con aspiración de los polvos y cáscaras vacías. Al final de este paso se tienen separadas, las semillas, las impurezas finas y las impurezas gruesas. (39) (23)

### 3. SECADO

Es necesario secar antes de descascarillar para facilitar la separación de las cáscaras de las semillas. Para la soya basta alcanzar un 10 % de humedad para obtener una buena separación, para el girasol un 9 % y para la canola un 4 %.

### 4. DESCASCARILLADO

El objetivo de este paso es facilitar las etapas posteriores en el procesamiento del aceite, así como obtener un subproducto destinado a la alimentación animal. El descascarillado se realiza en función de la materia proteica y del aceite que contiene la semilla, así como también del manejo exagerado o no de las semillas previo a la extracción del aceite. (39)

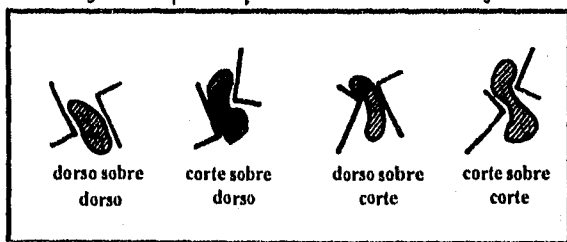
Las ventajas del descascarillado son las siguientes:

- Mejoramiento del contenido de proteínas y reducción de la celulosa.
- Aumento de la eficiencia en la extracción de aceite en las instalaciones de prensado.
- Eliminación de la parte más abrasiva de las semillas en las prensas.
- Reducción del contenido de ceras en los aceites que se producen.

### 5. PREPARACIÓN MECÁNICA

La preparación mecánica básicamente consta del quebrado y hojuelado, los cuales son diferentes para cada tipo de semilla, por lo que en cuanto sea posible, las fábricas deben tener un equipo específico para cada tipo de semilla que se procese como sucede con la soya la cual tiene un tratamiento especial. En el quebrado se utilizan quebradores de cilindros acanalados con diferentes condiciones de funcionamiento según la orientación y velocidad de rotación de los cilindros, obteniendo los diferentes tipos de quebrados. (39) (Figura 5)

Figura 5. Tipos de quebrados en semilla de soya.



El quebrado va seguido de un hojuelado en cilindros lisos. La hojuela formada deberá tener un área relativa lo mas grande posible para que el aceite que contiene, se localice mas cerca de la pared y el hexano pueda alcanzarlo mas fácilmente durante la extracción.

En el hojuelado, la humedad no debe ser inferior al 10 %, pero no debe sobrepasar el 12.5 % si se quieren evitar problemas posteriores. Otro factor importante es la temperatura; se necesitan 65°C para tener un estado termoplástico indispensable para condicionar las hojuelas y evitar que se desmoronen. (39)

## 6. PROCESAMIENTO TÉRMICO DE LAS SEMILLAS QUEBRADAS

El tratamiento térmico de las semillas quebradas, provoca una mayor facilidad de salida del aceite en el prensado debido a que el tratamiento térmico permitirá:

- Un aumento de la fluidez del aceite.
- Un aumento de la plasticidad de las semillas.
- Rotura de las paredes de células grasas suplementarias.
- Coagulación o precipitación de las porciones proteínicas de la semilla.
- Esterilización
- Desactivación de enzimas termosensibles.
- Destrucción o desactivación de sustancias tóxicas.

La cocción no es igual para cada tipo de semilla cuya constitución es diferente y por consiguiente sus necesidades son distintas. Si se extrema la cocción puede ser peligrosa para el algodón, porque se corre el riesgo de aumentar considerablemente el contenido de gossypol desnaturalizado en el aceite. Lo mismo sucede con el aceite de canola, que se cargará más de productos azufrados en cuanto aumenta la temperatura de cocción. (39) (38) (36)

## PRENSADO, EXTRACCIÓN Y REFINACIÓN DEL ACEITE

### 1. PRENSADO.

Las prensas de tornillo con alimentación continua son las que se utilizan en la actualidad y trabajan en forma horizontal en lugar de verticalmente como lo hacían las prensas hidráulicas, también conocidas como "expellers". Las prensas continuas ahorran mucha mano de obra respecto a las hidráulicas y eliminan por completo el uso de telas filtrantes, se adaptan a una gran gama de materias y en la mayor parte de los casos dan un rendimiento en aceite superior a las hidráulicas.

El aceite obtenido de los "expellers" contiene siempre más cantidad de sólidos que el procedente de prensas hidráulicas. Para filtrar esos productos, se dispone de rejillas y

dispositivos de drenaje, que separan las porciones mayores y las reúne con las cargas de las máquinas. Al final de todas las operaciones, se suele hacer pasar el aceite por un filtro prensa para eliminar aquellas partículas que por su tamaño pequeño, no han sido separadas por las rejillas. (30) (39)

## 2. EXTRACCIÓN

La extracción con disolventes constituye el método más eficaz de obtención de aceite de cualquier producto oleaginoso y aún mejor si se realiza en un sistema continuo en contracorriente, en los que el disolvente y las semillas entran en contacto entre sí por corrientes que se mueven continuamente en direcciones opuestas. La mayor parte de estos sistemas trabajan satisfactoriamente solo si las partículas de semillas conservan substancialmente su forma original durante el proceso.

Si las partículas tienden a desintegrarse bajo la influencia del disolvente, las de tamaño más fino, no solo son difíciles de separar de las micelas<sup>4</sup>, sino que impiden también la circulación uniforme del disolvente a través de la masa de escamas de las semillas. (30) (39)

El proceso de transferencia en una extracción es un fenómeno de difusión. El solvente actúa simultáneamente con una migración del aceite en tres fases:

- a. Una difusión molecular desde el interior de la partícula hacia su exterior.
- b. Una difusión molecular en la superficie del producto que se somete al solvente.
- c. Una difusión de convergencia del aceite de la capa periférica hacia el solvente en movimiento.

La difusión en el interior de la partícula está influenciada por la estructura interna de las células (grado de destrucción, humedad, porosidad), pero también por la estructura externa de la partícula, la temperatura y la viscosidad del solvente empleado. (39)

---

<sup>4</sup> Micela: mezcla de aceite-disolvente.

Algunos solventes que han sido utilizados para la extracción de aceites son:

- Hexano
- Tricloroetileno
- Sulfuro de carbono
- Benceno

El solvente utilizado casi exclusivamente es el hexano ya que, al ser volátil puede eliminarse fácilmente tanto del aceite como de la pasta. Además, no tiene residuos tóxicos y es inmiscible en agua. Por otro lado, el hexano es altamente inflamable por lo que su manejo debe realizarse con extremo cuidado. (39) (18)

Después de la extracción del aceite, el solvente es eliminado por evaporación, para posteriormente someter al aceite crudo a las etapas de refinación. Se han ideado algunos métodos para refinar el aceite directamente en la micela eliminando el solvente hasta que el aceite se encuentra en su estado final. (40)

La micela conteniendo aproximadamente de 25-30 % de aceite, se trabaja en tres etapas; en la primera etapa la micela entra en el evaporador de tubos calentados con vapor, provocándose una evaporación rápida del solvente, el cual pasa a unos condensadores y de aquí al tanque de almacenamiento; en la segunda etapa la micela con un 65-70 % de aceite, se vuelve a evaporar y condensar el hexano, dejando un producto con un 90-95 % de aceite; en la tercera etapa se introduce a una columna empacada en donde se le aplica vapor a contra corriente obteniéndose un 99.8 % de aceite. (16)

La eliminación de solventes implica necesariamente la remoción de componentes del sabor. Aceites y grasas, como el aceite de olivo y la manteca de cacao que tienen componentes deseables para el sabor no pueden ser extraídos con solventes si lo que se desea es que conserven esta propiedad.

Algunos de los requerimientos necesarios para un apropiado manejo y almacenamiento de aceite crudo son los siguientes: protección contra la contaminación con otros aceites, polvo, y agua, oxidación, liberación de ácidos grasos libres y de contenedores de aceite derramado. (18)

### 3. ALMACENAMIENTO.

El aceite crudo se almacena en tanques procurando su posterior procesamiento en un corto tiempo para evitar su oxidación.

#### 4. REFINACIÓN

El término refinación se refiere a cualquier tratamiento purificador, destinado a eliminar los ácidos grasos libres, fosfátidos o productos mucilaginosos y otras impurezas del aceite crudo y excluye los procesos de decoloración y también de deodorización.

Para la refinación de aceites vegetales existen dos métodos: refinación física y refinación química. La primera es poco empleada en México, aunque es común su conveniencia económica en aquellos aceites que poseen alta acidez. Lo típico es procesar aceites de palma, coco y semilla de palma, por refinación física. La refinación química es la más utilizada y comprende el desgomado y la neutralización. (25) (38)

##### 4.1 DESGOMADO.

El aceite crudo contiene una gran cantidad de compuestos de naturaleza grasa diferentes a los triglicéridos. Los tipos y cantidades varían dependiendo del aceite. La producción de aceite refinado de alta calidad requiere la eliminación de tanta cantidad de material no triglicérido como sea posible. Una excepción a esto, es el efecto benéfico que tienen los residuos de tocoferoles los cuales, actúan como antioxidantes naturales en los aceites vegetales. (18)

Ciertas impurezas como los fosfátidos, lecitina, cefalina, proteínas o sus productos de degradación, complejos metálicos y sustancias gomosas o mucilaginosas, son solubles en el aceite solo en su forma anhídrica, y se pueden eliminar por precipitación con una simple hidratación, la cual se efectúa haciendo pasar una corriente de vapor a través del aceite, mezclándolo con 2% de agua o con soluciones ligeramente acuosas; el agua y el aceite son agitados durante 0.5 a 1 hora a 60-70 °C y entonces las gomas son hidratadas y eliminadas por sedimentación o centrifugación. Es importante evitar que durante el desgomado entre aire ya que se dificulta la separación. (30) (38) (41)

Un importante subproducto que se obtiene tras el desgomado del aceite, principalmente de soya y de maíz es la lecitina, un excelente emulsificante. (18) (30)

##### 4.2 NEUTRALIZACIÓN.

El método más común de neutralización consiste en el empleo de álcalis para reaccionar con los ácidos grasos libres del aceite. La neutralización alcalina realiza una completa eliminación de los ácidos grasos libres que se transforman en jabones insolubles en el aceite. Del mismo modo se combinan con el álcali otras sustancias ácidas y se eliminan algunas impurezas del aceite por adsorción en el jabón formado en el proceso. Se eliminan



también todas las sustancias que se insolubilizan por hidratación. El álcali más empleado es la sosa cáustica, cuya acción es mucho más efectiva que la de otros álcalis más débiles, sin embargo, tiene la desventaja de saponificar una pequeña parte del aceite neutro, por lo que en ocasiones se usan otros álcalis como el carbonato y bicarbonato de sodio. (30) (38)

## 5. DECOLORACIÓN

La decoloración o blanqueo es un procedimiento que tiene como fin eliminar los pigmentos del aceite, aunque algunos son removidos durante otras etapas. La refinación alcalina elimina pigmentos ácidos solubles en agua. La deodorización remueve pigmentos volátiles o al menos destilables con el vapor así como aquellos sensibles al calor, los cuales se descomponen produciendo compuestos menos coloridos.

El proceso de blanqueo es relativamente simple. Consiste en mezclar un material adsorbente con el aceite, se eleva la temperatura para activar al adsorbente y se realiza una filtración del aceite para eliminar el material adsorbente con los pigmentos removidos.

El adsorbente más importante empleado en la decoloración de grasas y aceites es la tierra o arcilla decolorante, así como el carbón activado. (18) (25) (30)

## 6. DEODORIZACION

Las grasas y aceites naturales contienen varios compuestos aromáticos, algunos de los cuales son deseables, sin embargo, también presentan olores desagradables que deben ser eliminados.

La deodorización es el último y más importante paso en la refinación, ya que es en esta etapa de la elaboración, donde se fijan las características de olor y sabor del aceite, que el consumidor reconoce inmediatamente. (42)

Además de los olores y sabores del aceite, son eliminados también esteroides, ceras, ácidos grasos libres, monoglicéridos, algunos pigmentos y productos de la oxidación.

Esencialmente, la deodorización es un proceso de destilación, en corriente de vapor, en el cual las sustancias odoríferas y el mal sabor, relativamente volátiles, se separan del aceite que es menos volátil. La operación se lleva a cabo a temperaturas elevadas, para aumentar la volatilidad de los componentes odoríferos; aplicando una presión reducida

durante la operación, se protege el aceite caliente contra la oxidación y se impide la hidrólisis indebida del aceite por acción del vapor de agua. (18) (30)

## 7. WINTERIZACION O HIBERNACIÓN

La winterización es una forma especializada del proceso llamado cristalización fraccionada. El principal objetivo de esta etapa dentro del proceso es separar aquellos glicéridos de más alto punto de fusión, denominados estearinas naturales, que originan enturbiamiento y aumento de viscosidad en los aceites al bajar la temperatura dándoles un aspecto de mala calidad. (38) (43)

### 3.5 CAMBIOS INDESEABLES EN LOS ACEITES DURANTE SU PROCESO Y ALMACENAMIENTO. (DETERIORO DE ACEITES).

Los factores que pueden afectar la estabilidad del aceite durante su almacenamiento son: luz, atmósfera gaseosa, temperatura, humedad, presencia de metales pesados y períodos largos de almacenamiento.

Los empaques primario y secundario pueden ser efectivos aislantes del cambio de temperatura cuando el producto es expuesto a períodos cortos de tiempo durante la carga y descarga de vehículos para su transporte.

La humedad contribuye a la degradación de la calidad del aceite como resultado de la hidrólisis de los triglicéridos.

La temperatura de los aceites almacenados no debe ser demasiado alta ya que ésta no solo incrementa el proceso oxidativo, sino además incrementa la solubilidad del agua en el aceite provocando un incremento en el grado de hidrólisis.

El grado de oxidación también se aumenta con el contacto del aceite con el aire, por esta razón los tanques de almacenamiento deben ser llenados completamente y cualquier espacio de cabeza debe ser saturado con gas inerte; es importante también mantener una velocidad de agitación adecuada para evitar introducir burbujas de aire dentro del aceite.

La contaminación metálica especialmente con cobre, hierro y bronce induce la autooxidación en el aceite, por lo que se debe evitar en lo posible. Si el período de almacenamiento es muy largo, cualquier grasa o aceite está sujeto al deterioro, aún en condiciones ideales de almacenamiento. (17) (29)

## OXIDACIÓN

La oxidación es el mayor problema asociado con el almacenamiento y uso de grasas y aceites. Los mecanismos de oxidación incluyen la oxidación enzimática, la fotooxidación, la autooxidación y la oxidación térmica. (29)

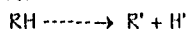
El deterioro oxidativo de las grasas y aceites se puede iniciar por metales, calor, luz y fotosensibilizadores pro-oxidantes los cuales pueden ser activados por la luz. Como resultado de las reacciones de oxidación se producen radicales libres que reaccionan con el oxígeno ambiental para formar productos de la oxidación como hidroperóxidos y peróxidos cíclicos. Los productos de la oxidación pueden descomponerse bajo la influencia de metales, calor, luz y radicales libres para producir una variedad de productos volátiles tales como aldehídos, alcoholes, cetonas, ácidos, hidrocarburos, ésteres y lactonas.(44) Estos productos pueden dar lugar a la formación de sabores y olores desagradables en los aceites y productos grasos. La resistencia a la oxidación de las grasas depende de la composición y estructura de los triglicéridos que la componen así como también del contenido de componentes no-triglicéridos como tocoferoles, carotenoides, clorofila, ácidos grasos libres y esteroides, los cuales pueden promover o retardar la oxidación.

El grado de insaturación de los ácidos grasos tiene un efecto significativo en la oxidación de las grasas. Se ha visto que la estabilidad del aceite de soya disminuye cuando el contenido de ácido linoléico es alto y por el contrario aumenta cuanto mayor es el contenido en ácido oleico. (45)

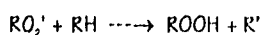
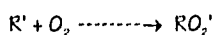
### 1. AUTOOXIDACIÓN

El proceso de autooxidación trae como resultado el deterioro del sabor de aceites y grasas, así como en los alimentos en los que éstos se encuentran, se conoce con el nombre de rancidez. Los factores que afectan el grado de autooxidación son la cantidad de oxígeno presente, el grado de insaturación de los ácidos grasos, presencia de antioxidantes y pro-oxidantes (especialmente cobre y algunos compuestos orgánicos como moléculas que contienen el grupo hemo), temperatura de almacenamiento y exposición a la luz. (29) (46)

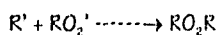
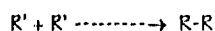
La reacción de autooxidación puede dividirse en tres etapas: iniciación, propagación y terminación.(29) (46) En la etapa de iniciación un hidrógeno es abstraído de un carbono vecino a una doble ligadura de un ácido graso de la molécula del triglicérido para obtener un radical libre:



Una vez formado el radical libre, éste se combina con oxígeno para formar un radical libre peróxido, el cual puede extraer otro hidrógeno de otro ácido graso insaturado para obtener un peróxido y un nuevo radical libre comenzando la etapa de propagación. Esta reacción puede repetirse "n" veces dando lugar a una reacción en cadena.

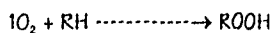
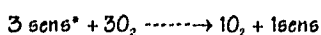


La propagación es seguida por la terminación si los radicales libres reaccionan consigo mismos para obtener productos no reactivos como se muestra a continuación:



## 2. FOTOOXIDACIÓN

La fotooxidación es un proceso de oxidación de ácidos grasos insaturados debido a la exposición de la luz en la presencia de oxígeno y un sensibilizador (sens). Los fotosensibilizadores pueden ser la clorofila, los compuestos que presentan en su estructura el grupo hemo y colorantes. La fotooxidación involucra el oxígeno singulete, un estado excitado del oxígeno ( $^1O_2$ ). La reacción del oxígeno singulete con un aceptor produce un hidroperóxido como se muestra en la siguiente reacción:



Este tipo de reacciones pueden ser inhibidas por sustancias conocidas como "quenchers" o secuestrantes, los cuales desactivan al oxígeno singulete. Entre los secuestrantes tenemos al beta-caroteno y al alfa-tocoferol. (29) (46)

## 3. OXIDACIÓN TÉRMICA

Es la oxidación de grasas y aceites a altas temperaturas, como sucede durante el cocinado, horneado, freído y otros tratamientos de alimentos.

Durante la oxidación térmica un cambio importante que se presenta es la polimerización de compuestos. La reacción de polimerización sucede por la conversión de parte del sistema cis a trans de los linoleatos. La formación de polímeros provoca un incremento en la viscosidad de los aceites así como la formación de espuma durante el frío. (29) Paralelamente, si se continua el calentamiento de los aceites se pueden degradar a compuestos de cadenas cortas llamadas acroleínas, las cuales pueden ser tóxicas para el organismo humano.

#### 4. OXIDACIÓN ENZIMÁTICA

La oxidación enzimática en los aceites vegetales no es significativa ya que no se presenta durante el almacenamiento y uso de los mismos debido a que las enzimas involucradas son inactivadas o desnaturalizadas durante el proceso de refinación por las altas temperaturas que se manejan en el mismo. (29)

EFFECTOS OXIDATIVOS DURANTE EL PROCESO DE REFINACIÓN DEL ACEITE VEGETAL.

Durante el proceso de refinación del aceite, existen una serie de pasos donde pueden ser afectados los ácidos grasos que lo componen. En la tabla 6, se muestra la etapa del proceso, el propósito del mismo y los cambios colaterales que ocasiona.

TABLA 6. EFECTOS OXIDATIVOS DURANTE EL PROCESO DE OBTENCIÓN DE ACEITES VEGETALES

| ETAPA DEL PROCESO                    | PROPÓSITO   | EFFECTO  |
|--------------------------------------|---|--|
| Selección y limpieza de las semillas | Seleccionar semillas maduras y sin daños. Eliminar piedras, polvos, madera y fragmentos de fierro.                                    | *  |
| Secado                               | Eliminar humedad.   | Autooxidación                                      |
| Descascarillado                      | Eliminar cascarrilla y facilitar el procesamiento.  | *  |
| Prensado y hojuelado                 | Ruptura de células con aceite para facilitar la extracción.   | Hidrólisis y autooxidación                         |
| Cocimiento                           | Inactivación de enzimas lipolíticas e hidrolíticas, eliminar hongos y bacterias.  | Autooxidación                                      |
| Extracción                           | Separación del aceite de la pasta.  | *  |
| Desintegración de la micela          | Separar el aceite del solvente.   | Autooxidación                                      |
| Desgomado                            | Eliminar fosfátidos y hierro.   | Hidrólisis, isomerización                          |
| Refinación cáustica                  | Eliminar ácidos grasos libres, fosfátidos y material insaponificable.   | Autooxidación                                      |
| Blanqueado                           | Eliminar pigmentos, metales, jabones y productos de la oxidación  | Hidrólisis, isomerización y autooxidación          |
| Refinación física                    | Eliminar ácidos grasos libres, aldehídos, cetonas y otros productos volátiles de la oxidación   | Hidrólisis, pérdida de tocoferoles                 |
| Hidrogenación                        | Modificar las características físicas y proporcionar estabilidad al aceite  | Isomerización, pérdida de ácidos grasos esenciales |
| Deodorización                        | Eliminar ácidos grasos libre, aldehídos, cetonas y otros productos volátiles de la oxidación.   | Hidrólisis, pérdida de tocoferoles                 |
| Hibernación o Winterizado            | Separar glicérido de alto punto de fusión que originan enturbiamiento y aumento de viscosidad en los aceites al bajar la temperatura. |  |

\* Sus efectos no son significativos. Fuente (29)

## EFFECTOS BIOLÓGICOS DE LOS ACEITES DETERIORADOS POR OXIDACIÓN

Los aceites deteriorados tienen baja digestibilidad y no son absorbidos por el cuerpo, lo cual puede ser atribuido a la formación de dímeros y polímeros.

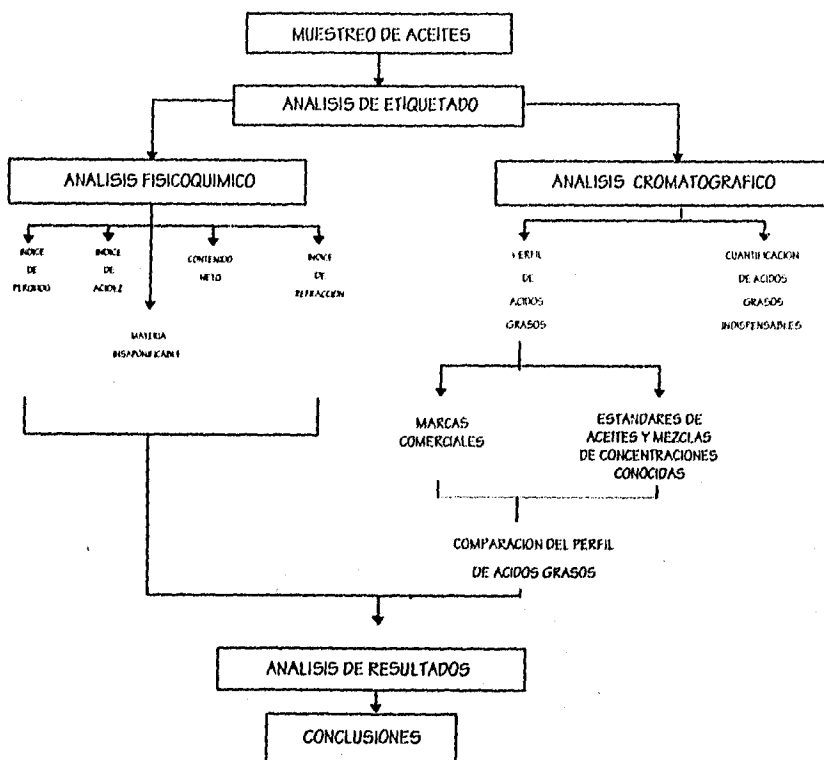
Se ha observado que los principales compuestos presentes en los aceites causantes de daños para la salud humana, son los radicales libres, de los cuales, los oxigenados son particularmente tóxicos, siendo los responsables de varios trastornos clínicos como lesiones inflamatorias, cáncer, lesiones inducidas por medicamentos en el riñón o en hígado, demencia senil, arteriosclerosis e isquemia (lesión de reflujo de particular interés en cirugía cardíaca). Además parece ser que los radicales libres tienen mucho que ver con la aparición de cataratas y con el envejecimiento.

A pesar de todo lo anterior, el organismo tiene mecanismos de defensa contra los radicales libres, en los que participan diferentes moléculas y enzimas. El ácido úrico inhibe la preoxidación de lípidos y es secuestrante de radicales libres, también la vitamina C, la vitamina E y el beta-caroteno son parte de la defensa contra los radicales libres. (47)

En estudios que se han realizado con animales de laboratorio, principalmente ratas, se ha observado que un consumo alto de aceites en donde se encuentran grandes cantidades de los polímeros antes mencionados, pueden ocasionar diarrea y causar un incremento en el contenido de grasa en el hígado. El consumo alto de aceites que han estado sobrecalentados durante períodos largos con la presencia de aire, han mostrado que causan falta de apetito, alargamiento de tejidos, interferencia con la reproducción, y en algunos casos hasta la muerte. (17) (23) (47)

## CAPÍTULO 4. DISEÑO EXPERIMENTAL

### 4.1 DIAGRAMA DE FLUJO





#### 4.2 MUESTREO.

En base al estudio de mercado realizado por la PROFECO (48), en el cual se investigaron las marcas de mayor abasto en las tiendas de autoservicio dentro del Distrito Federal (D.F.) (Tabla 7), se realizó un muestreo aleatorio de las marcas comerciales existentes y a la venta.

Tabla 7. ACEITES VEGETALES DE MAYOR ABASTO EN EL D.F.

| FABRICANTE O DISTRIBUIDOR       | MARCA     | NIVEL DE ABASTO (%) |
|---------------------------------|-----------|---------------------|
| Jabón la Corona                 | 1-2-3     | 81.8                |
| Productos de Maíz               | Mazola    | 63.6                |
| Arancia, S.A. de C.V.           | La Gloria | 54.5                |
| Aceitera Casa S.A. de C.V.      | Casa      | 54.5                |
| Anderson Clayton                | Capullo   | 54.5                |
| Industria Aceitera S.A. de C.V. | Maravilla | 45.5                |

Fuente (48)

Además de otras marcas cuyo nivel de abasto es menor al 40 %.

Una vez establecido lo anterior, eligiendo un muestreo al azar, se eligieron 28 marcas en tres tipos (grasol, maíz y mixto) que fueron muestreadas en tiendas de autoservicio del Distrito Federal tomando cuatro muestras de cada marca.

| MARCA              | TIPO   | MARCA     | TIPO  |
|--------------------|--------|-----------|-------|
| Macelte            | maíz   | Maravilla | mixto |
| Mazola (Importado) | maíz   | Capullo   | mixto |
| Casa               | maíz   | Sarita    | mixto |
| Mazola (nacional)  | maíz   | Gigante   | mixto |
| Dorela             | maíz   | As        | mixto |
| Patrona            | maíz   | Libanol   | mixto |
| La Gloria          | maíz   | Hysa      | mixto |
| Grano de Oro       | grasol | Victoria  | mixto |
| Casa               | grasol | Trébol    | mixto |
| 1-2-3              | grasol | Marfil    | mixto |
| Patrona            | grasol | Kártamus  | mixto |
| La Torre           | grasol | Patrona   | mixto |
| Cristal            | grasol | Casa      | mixto |
| Colón              | grasol | Canario   | mixto |

### 4.3 ANÁLISIS DE ETIQUETADO

Estuvo basado en la NOM-030-SCFI-1993, (49) la cual establece que como mínimo, la etiqueta debe contener los 10 parámetros indicados en la tabla B.

Tabla B. INFORMACIÓN QUE DEBE CONTENER LA ETIQUETA

|                                       |
|---------------------------------------|
| *Tipo o denominación comercial        |
| *Marca                                |
| *Nombre o razón social del fabricante |
| *Domicilio                            |
| *Ingredientes                         |
| *Contenido neto                       |
| *Número de lote o fecha de caducidad  |
| *Registro SSA                         |
| *Leyenda (Hecho en ...)               |
| *Indicaciones                         |

Fuente (49)

Los aceites se calificaron de acuerdo al cumplimiento de los parámetros establecidos en la NOM citada, donde cada uno de éstos tuvo un valor de un punto, por lo que la calificación máxima fue de 10.

### 4.4 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS

Las muestras fueron sometidas a los análisis físicoquímicos siguientes:

|                           |                        |
|---------------------------|------------------------|
| * Contenido neto.         | NOM-002-SCFI-1993 (50) |
| * Índice de peróxidos.    | NOM-F-154-1987 (51)    |
| * Porcentaje de acidez    | NOM-F-101-1987 (52)    |
| * Materia Insaponificable | NOM-K-306-1972 (53)    |
| * Índice de refracción    | NOM-F-74-S-1981 (54)   |

Las pruebas se realizaron por duplicado (excepto en contenido neto), y se llevaron a cabo en base a los procedimientos establecidos en las NOM citadas.

Los resultados obtenidos, fueron comparados con los límites establecidos en las NOM correspondientes para cada tipo de aceite (55) (56) (57) (58) (59), las cuales se encuentran en el apéndice 1, comprobando de esta forma la calidad fisicoquímica de los mismos.

#### 4.4.1 CONTENIDO NETO.

En esta determinación se midió el contenido neto de aceite, para verificar si el volumen indicado en la etiqueta de cada aceite corresponde al que contiene la botella, de acuerdo a la NOM-002-SCFI-1993 (50), donde se establece que la tolerancia permitida de faltante es de 15 % máximo.

#### 4.4.2 INDICE DE PERÓXIDO.

Esta determinación nos indica el grado de enranciamiento de una grasa o un aceite. Se denomina índice de peróxidos a los miliequivalentes de oxígeno activo contenidos en un Kg de la muestra ensayada, calculados a partir del yodo liberado del yoduro potásico, el cual es valorado con una solución normalizada de tiosulfato de sodio.

Las sustancias que oxidan el yoduro potásico, son peróxidos u otros productos similares de oxidación de las grasas, por lo que el índice obtenido puede tomarse en una primera aproximación como una expresión cuantitativa de los peróxidos de la grasa. (29) (35)

#### 4.4.3 PORCIENTO DE ACIDEZ.

La acidez que figura normalmente en los análisis es una expresión convencional del contenido en tanto por ciento de los ácidos grasos libres presentes en la grasa o aceite.

Proporciona información sobre la eficiencia del proceso de refinación del aceite, así como también del grado de descomposición del mismo. La determinación es con frecuencia utilizada como una indicación general de la condición y comestibilidad de los aceites. (29) (30)

Se define como el número de miligramos de hidróxido potásico necesarios para neutralizar los ácidos grasos libres. (35) (23)

#### 4.4.4 MATERIA INSAPONIFICABLE.

Se puede definir como el material que existe en aceites y grasas, el cual después de la saponificación con álcali y extracción con un disolvente orgánico apropiado, permanece sin volatilizarse al secar la muestra a 80 °C. (35)

El material insaponificable comprende hidrocarburos, alcoholes superiores, tocoferoles, tocotrienoles y esteroides. La mayor parte de los aceites y grasas de pureza normal contienen menos del 2 % de material insaponificable. La adulteración de los aceites y grasas con hidrocarburos parafínicos aparece en esta determinación. (29) (60)

#### 4.4.5 INDICE DE REFRACCIÓN.

El índice de refracción es la relación entre la velocidad de un rayo de luz en el vacío y la velocidad de la luz a través de la sustancia.

Este varía con la temperatura y con la longitud de onda de la luz y también con la presión cuando se trata de un gas. Si estos factores se mantienen invariables, el índice de refracción es una característica constante para el medio considerado y se emplea en la identificación y determinación de la pureza de sustancias. Es una propiedad estrechamente relacionada con la densidad y el peso molecular y por lo tanto con la constitución química de un aceite. (61)

### 4.5 ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO

#### 4.5.1 PERFIL DE ÁCIDOS GRASOS

La determinación de la composición de los ácidos grasos en los aceites, puede hacerse mediante la cromatografía de gases, medición rápida y segura. Al obtener la "huella digital" o perfil de ácidos grasos, se puede establecer la fuente biológica del aceite y la presencia de grasas extrañas o contaminantes. En este método, los ácidos grasos son convertidos de triacilglicéridos a metil ésteres los cuales son inyectados en una cámara caliente. Los ésteres volatilizables son "acarreados" por una corriente de gas inerte como el helio o nitrógeno. Estos pasan a través de una columna de 2.5 a 6 pies de longitud, conteniendo ésta polímero u otro material absorbente. Los ésteres metílicos son separados en función de su afinidad con una fase estacionaria de la columna. El detector denota la presencia de cada éster en la corriente de gas inerte dando señales en el registrador.

El registrador traduce la señal eléctrica en mecánica y se imprime en el papel la señal en forma de un pico. El área bajo el pico es proporcional a la cantidad de éster, y su posición determina cual es el ácido graso presente. (62)

Si al evaluar el análisis cromatográfico, se encuentra la presencia de algún aceite adulterado con aceites diferentes a los establecidos en la etiqueta, entonces se realizarán algunas pruebas especiales como son:

Análisis cromatográfico de mezclas de aceites conocidos, con concentraciones conocidas.- Este análisis tendrá como finalidad el poder detectar en la medida de lo posible, el tipo de aceite adulterante, y su proporción en la mezcla. Estas mezclas conocidas además servirán para poder detectar la composición de los aceites mixtos.

#### 4.5.2 CUANTIFICACIÓN DE ACIDOS GRASOS INDISPENSABLES

Como se ha mencionado, los aceites vegetales comestibles son una de las principales fuentes de los ácidos linoleico y linolénico, considerados indispensables para el organismo, de ahí la importancia que tiene su determinación en estos productos.

Para tal fin, su cuantificación se realizará por medio del análisis cromatográfico del perfil de ácidos grasos y los resultados serán expresados como gramos de ácidos grasos indispensables por porción de 14 g de aceite.

#### 4.5.3 CONDICIONES CROMATOGRAFICAS.

|   |
|---|
| Cromatografo: VARIAN Mod. 3700                |
| Columna: 15 % DEGS CWHP 80/100 4m * 1/8" s.s. |
| Detector: Ionización de flama                 |
| Flujo de nitrógeno: 30 ml/min                 |
| Flujo de helio: 30 ml/min                     |
| Flujo de aire: 300 ml/min                     |
| Temperatura de la columna: 190 °C             |
| Temperatura del inyector: 200 °C              |
| Temperatura del detector: 210 °C              |
| Atenuación: 64                                |
| Rango: 10 <sup>-10</sup>                      |
| Velocidad de la carta: 0.1 cm/min             |

#### 4.6 MATERIAL Y EQUIPO.

El material utilizado consistió en el material básico de cristalería de un laboratorio y en los reactivos indicados en cada una de las determinaciones que se llevaron a cabo, tomando como base las técnicas de las Normas Oficiales Mexicanas. (49) (50) (51) (52) (53) (63)

#### 4.7 ANÁLISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos serán comparados con las especificaciones de la norma correspondiente para cada tipo de aceite y de esta manera determinar que aceites cumplen con lo establecido por la legislación.

#### 4.8 CONCLUSIONES

Serán establecidas en base a los resultados obtenidos.

## CAPÍTULO 5. RESULTADOS

Los resultados de este estudio se encuentran divididos en tres partes.

En la primera parte se encuentran los datos obtenidos en la revisión del etiquetado. (Tabla 9). La segunda parte presenta los resultados globales de las pruebas fisicoquímicas realizadas así como algunos de los resultados obtenidos a partir del análisis cromatográfico. (Tablas 10, 11 y 12). Tercera parte se encuentran los resultados de la composición de ácidos grasos presentes en las diferentes marcas (Tablas 13, 14 y 15), así como de las mezclas realizadas. (Tablas 16, 17, 18, 19 y 20) Los resultados presentados en estas últimas tablas fueron obtenidos a partir de los cromatogramas que se encuentran en el apéndice 2.

## PRIMERA PARTE

## INFORMACIÓN DE ETIQUETADO

TABLA 9. ETIQUETADO DE ACEITES DE GIRASOL

| MARCA                         | LA TORRE  | CRISTAL   | GRANO DE ORO                                 | PATRONA   | CASA  | 1-2-3                                     | COLON  |
|-------------------------------|---|---|--|---|---|---|--|
| TIPO O DENOMINACIÓN COMERCIAL | ACEITE PURO DE GIRASOL                            | ACEITE COMESTIBLE PURO DE GIRASOL                   | ACEITE COMESTIBLE PURO DE GIRASOL            | ACEITE COMESTIBLE PURO DE GIRASOL                   | ACEITE COMESTIBLE 100 % PURO                            | ACEITE PURO DE GIRASOL                    | ACEITE COMESTIBLE DE GIRASOL                                       |
| RAZÓN SOCIAL                  | TRON HERMANOS S.A. DE C.V.                        | ACEITES GRASAS Y DERIVADOS S.A. DE C.V.             | FABRICA DE JABÓN LA CORONA S.A. DE C.V.      | INDUSTRIAL PATRONA S.A. DE C.V.                     | ACEITE CASA S.A. DE C.V.                                | FABRICA DE JABONES LA CORONA S.A. DE C.V. | INDUSTRIAL ACEITERA S.A.   |
| DOMICILIO                     | AV. H. NUCUPETARO 825 MORELIA, MICH. 58000 MEXICO | AV VALLARTA 5106 GUADALAJARA JAL. 45120 TEL 3900422 | CARLOS B. ZETINA NO. 80 XALOSTOC, EDO MEXICO | PATRONA 13 CORDOBA, VER 94690 MEXICO TEL (271)40122 | AV CEYLAN 793 COL. INDUSTRIAL VALLEJO 02300 MEXICO D.F. | CARLOS B. ZETINA NO. 80 2289988           | KM 20.5 CARRETERA MEXICO-CUAUTITLAN 54000 TLALNEPANTLA, EDO MEXICO |
| INGREDIENTES                  | -   | -   | 0.007 % DE ANTIOXIDANTE                      | -   | 0.003 % DE ANTIOXIDANTE ACEITE PURO DE GIRASOL          | 0.007 % ANTIOXIDANTE                      | -  |
| CONTENIDO NETO                | 1 LITRO   | 1 LITRO   | 1 LITRO                                      | 1 LITRO   | 1 LITRO   | 1 LITRO                                   | 1 LITRO  |
| NO. LOTE O FECHA DE CADUCIDAD | -   | -   | D15 8 OCT 94                                 | -   | -   | D22 18 OCT 94                             | -  |
| REGISTRO S.S.A.               | 135515 "A"  | -   | -  | -   | 85485 "A"   | -   | 121450 "A"   |
| LEYENDA                       | HECHO EN MEXICO                                   | HECHO EN MEXICO                                     | HECHO EN MEXICO                              | HECHO EN MEXICO                                     | HECHO EN MEXICO   | HECHO EN MEXICO                           | HECHO EN MEXICO  |
| INDICACIONES                  | SIN COLESTEROL                                    | POLI-INSATURADO SIN COLESTEROL                      | -  | POLI-INSATURADO SIN COLESTEROL                      | NO COLESTEROL   | -   | -  |
| OBSERVACIONES                 | 8   | 7   | 8  | 7   | 9   | 8   | 7  |



TABLA 9 (CONTINUACIÓN). ETIQUETADO DE ACEITES DE MAÍZ

| MARCA                         | PATRONA  | MACEITE  | CASA  | DORELLA                                       | MAZOLA                              | LA GLORIA                                       | MAZOLA                             |
|-------------------------------|--|--|---|---|-------------------------------------|---|------------------------------------|
| TIPO O DENOMINACIÓN COMERCIAL | ACEITE COMESTIBLE PURO DE MAÍZ                 | ACEITE COMESTIBLE  | ACEITE COMESTIBLE 100% PURO DE MAÍZ                     | ACEITE COMESTIBLE PURO DE MAÍZ                | ACEITE COMESTIBLE PURO DE MAÍZ      | ACEITE PURO DE MAÍZ                             | ACEITE PURO DE MAÍZ                |
| RAZÓN SOCIAL                  | INDUSTRIAL PATRONA S.A. DE C.V.                | PROMOTORA DE PRODUCTOS Y MERCADOS MEXICANOS S.A. DE C.V. | ACEITE CASA S.A. DE C.V.                                | ANDERSON CLAYTON & CO. S.A. DE C.V.           | PRODUCTOS DE MAÍZ S.A. DE C.V.      | ACEITES COMESTIBLES LA GLORIA S.A. DE C.V.      | BEST FOODS, CPC INTERNATIONAL INC. |
| DOMICILIO                     | PATRONA 13, CORDOBA, VER. 94690 TEL (271)40122 | COLTONGO 272-C INDUSTRIAL VALLEJO MEXICO D.F.            | AV CEYLAN 793 COL. INDUSTRIAL VALLEJO 02300 MEXICO D.F. | BLVD. DÍAZ ORDAZ GARZA GRACIA C.P. 66210 N.L. | RIO CONSULADO 72: 06430 MEXICO D.F. | AV. INGLATERRA 295 C.P. 44900 GUADALAJARA, JAL. | ENGLEWOOD CLIFFS N.J. 07632 U.S.A. |
| INGREDIENTES                  | -  | ACEITE PURO DE MAÍZ 0.013 % DE ANTIOXIDANTE              | 0.003 % DE ANTIOXIDANTE                                 | -   | -                                   | 0.02 % DE ANTIOXIDANTE                          | -                                  |
| CONTENIDO NETO                | 1 LITRO  | 1 LITRO  | 1 LITRO   | 1 LITRO                                       | 1 LITRO                             | 1 LITRO   | 0.946 LITRO                        |
| Nº. LOTE O FECHA DE CADUCIDAD | -  | -  | B2 13 OCT 95  | 149142 "B"                                    | 4J 18A                              | -   | 8 MAY 96 A                         |
| REGISTRO S.S.A.               | -  | 97065 "A"  | 132752 "A"  | -   | 17946 "A"                           | -   | -                                  |
| LEYENDA                       | HECHO EN MEXICO                                | HECHO EN MEXICO  | HECHO EN MEXICO   | HECHO EN MEXICO                               | HECHO EN MEXICO                     | HECHO EN MEXICO                                 | PRODUCTO ESTADOUNIDENSE            |
| INDICACIONES                  | POLIINSATURADO SIN COLESTEROL                  | NO COLESTEROL  | NO COLESTEROL   | NO COLESTEROL                                 | SIN COLESTEROL                      | CERO COLESTEROL                                 | LIBRE DE COLESTEROL                |
| OBSERVACIONES                 | 7  | 9  | 10  | 8   | 9                                   | 8   | 8                                  |

TABLA 9 (CONTINUACIÓN). ETIQUETADO DE ACEITES VEGETALES COMESTIBLES

| MARCA                         | HYSA  | VICTORIA                                     | TRÉBOL   | GIGANTE                                      | AS  |
|-------------------------------|---|--|--|--|---|
| TIPO O DENOMINACIÓN COMERCIAL | ACEITE VEGETAL COMESTIBLE   | ACEITE VEGETAL MIXTO COMESTIBLE              | ACEITE VEGETAL COMESTIBLE  | ACEITE VEGETAL MIXTO COMESTIBLE              | ACEITE VEGETAL COMESTIBLE                     |
| RAZÓN SOCIAL                  | HIDROGENADORA YUCATECA S.A. DE C.V.   | HIDROGENADORA NACIONAL S.A. DE C.V.          | OLEOPROTEINAS DEL SURESTE S.A. DE C.V.   | GIGANTE S.A. DE C.V.                         | ACEITERA LA JUNTA S.A. DE C.V.                |
| DOMICILIO                     | CALLE 17 409-11 CD. INDUSTRIAL MERIDA, YUC. 97288   | RIO LERMA 150 TLALNEPANTLA, ESTADO DE MEXICO | CALLE 17 NO.409 CD. INDUSTRIAL MERIDA, YUC. 97288                                      | AV.EJERCITO NACIONAL 769-A 11520 MEXICO D.F. | CALLE GOBERNADOR CURIEL 4781 LAS JUNTAS, JAL. |
| INGREDIENTES                  | UNO O MAS DE LOS ACEITES: GIRASOL Y/O CÁRTAMO Y/O MAÍZ Y/O SOYA Y/O CANOLA, 0.005% DE ANTIOXIDANTE. | 0.005% DE ANTIOXIDANTES                      | UNO O MAS DE LOS ACEITES: GIRASOL, CÁRTAMO, MAÍZ, SOYA, CANOLA. 0.005% DE ANTIOXIDANTE | 0.005 % DE ANTIOXIDANTE                      | ACEITE DE CANOLA, GIRASOL O CÁRTAMO           |
| CONTENIDO NETO                | 1 LITRO   | 1 LITRO                                      | 1 LITRO  | 1 LITRO                                      | 1 LITRO                                       |
| NO. LOTE O FECHA DE CADUCIDAD | -   | -  | -  | -  | -   |
| REGISTRO S.S.A.               | 38810 "A"   | 9538 "A"                                     | 115120 "A"   | -  | -   |
| LEYENDA                       | HECHO EN MEXICO   | HECHO EN MEXICO                              | HECHO EN MEXICO  | HECHO EN MEXICO                              | HECHO EN MEXICO                               |
| INDICACIONES                  | SIN COLESTEROL POLI-INSATURADO  | -  | NO CONTIENE COLESTEROL POLI-INSATURADO   | -  | SIN COLESTEROL SIN OLOR                       |
| OBSERVACIONES                 | 9   | 8  | 9  | 7  | 8   |

TABLA 9 (CONTINUACIÓN). ETIQUETADO DE ACEITES VEGETALES COMESTIBLES

| MARCA                         | SARITA                                    | CASA   | MARFIL   | KARTAMUS   | PATRONA  |
|-------------------------------|---|--|--|--|--|
| TIPO O DENOMINACIÓN COMERCIAL | ACEITE VEGETAL COMESTIBLE                 | ACEITE VEGETAL COMESTIBLE                                | ACEITE VEGETAL COMESTIBLE                                    | ACEITE VEGETAL COMESTIBLE  | ACEITE VEGETAL COMESTIBLE  |
| RAZÓN SOCIAL                  | HIDROGENADORA NACIONAL S.A. DE C.V.       | ACEITE CASA S.A. DE C.V.                                 | LA POLAR, FABRICA DE ACEITE HIDROGENADO Y MANTECA VEGETAL    | ACEITES GRASAS Y DERIVADOS S.A. DE C.V.                              | INDUSTRIAL PATRONA S.A DE C.V.                                       |
| DOMICILIO                     | RIO LERMA 150 TLALNEPANTLA, EDO DE MEXICO | AV. CEYLAN 793 COL. INDUSTRIAL VALLEJO 02300 MEXICO D.F. | M. GONZÁLEZ 165 06450 MEXICO D.F. TEL 6834444                | AV VALLARTA 5106 GUADALAJARA, JAL. 45120 TEL 3900422                 | PATRONA NO. 13 CÓRDOBA VER. 94690                                    |
| INGREDIENTES                  | CÁRTAMO Y/O SOYA Y/O GIRASOL Y/O CANOLA   | ACEITE DE GIRASOL Y/O CÁRTAMO Y/O CANOLA Y/O SOYA        | DOS O MAS DE LOS SIGUIENTES ACEITES: GIRASOL, SOYA O CÁRTAMO | DOS O MAS DE LOS SIGUIENTES ACEITES: CARTAMO, GIRASOL, CANOLA O SOYA | DOS O MAS DE LOS SIGUIENTES ACEITES: CARTAMO, GIRASOL, CANOLA O SOYA |
| CONTENIDO NETO                | 1 LITRO                                   | 1 LITRO  | 1 LITRO  | 1 LITRO  | 1 LITRO  |
| NO. LOTE O FECHA DE CADUCIDAD | -   | 18 OCT 95  | -  | -  | -  |
| REGISTRO S.S.A.               | -   | -  | -  | -  | -  |
| LEYENDA                       | HECHO EN MEXICO                           | HECHO EN MEXICO  | HECHO EN MEXICO  | HECHO EN MEXICO  | HECHO EN MEXICO  |
| INDICACIONES                  | NO COLESTEROL SIN OLOR                    | NO COLESTEROL  | -  | POLI-INSATURADO SIN COLESTEROL                                       | POLI-INSATURADO SIN COLESTEROL                                       |
| OBSERVACIONES                 | 8   | 9  | 7  | 8  | 8  |

TABLA 9 (CONTINUACIÓN). ETIQUETADO DE ACEITES VEGETALES COMESTIBLES

| MARCA                         | LIBANOL   | MARAVILLA  | CAPULLO  | CANARIO  |
|-------------------------------|---|--|--|--|
| TIPO O DENOMINACIÓN COMERCIAL | ACEITE VEGETAL COMESTIBLE   | ACEITE VEGETAL COMESTIBLE  | ACEITE VEGETAL COMESTIBLE                      | ACEITE VEGETAL COMESTIBLE                                |
| RAZÓN SOCIAL                  | OLEOPROTEINAS DEL SURESTE, S.A. DE C.V.                                   | INDUSTRIAL ACEITERA S.A. DE C.V.                                   | ANDERSON CLAYTON & CO. S.A. DE C.V.            | ACEITE CASA S.A. DE C.V.                                 |
| DOMICILIO                     | CALLE 17 NO. 409 CD. INDUSTRIAL MERIDA, YUC. 97288 MEXICO                 | KM 20.5 CARRETERA MEXICO-CUAUTITLAN 54000 TLALNEPANTLA, EDO MEXICO | BLVD. DÍAZ ORDAZ GARZA GRACIA C.P. 66210 N. L. | AV. CEYLAN 793 COL. INDUSTRIAL VALLEJO 02300 MEXICO D.F. |
| INGREDIENTES                  | SOYA Y/O CANOLA Y/O GIRASOL Y/O MAÍZ Y/O CÁRTAMO Y 0.02 % DE ANTIOXIDANTE | ACEITE DE CÁRTAMO Y/O GIRASOL Y/O CANOLA                           | ACEITE DE GIRASOL Y CANOLA                     | ACEITE DE GIRASOL Y/O CÁRTAMO Y/O CANOLA Y/O SOYA        |
| CONTENIDO NETO                | 1 LITRO   | 1 LITRO  | 1 LITRO  | 1 LITRO  |
| Nº. LOTE O FECHA DE CADUCIDAD | -   | 20 OCT 95  | -  | 18 OCT 95  |
| REGISTRO S.S.A.               | 160813 "A"  | 162883 "A"   | 153539 "A"                                     |  |
| LEYENDA                       | HECHO EN MEXICO   | HECHO EN MEXICO  | HECHO EN MEXICO                                | HECHO EN MEXICO  |
| INDICACIONES                  | NO CONTIENE COLESTEROL  | SIN COLESTEROL   | NO COLESTEROL                                  | NO COLESTEROL  |
| OBSERVACIONES                 | 9   | 10   | 9  | 10   |

SEGUNDA PARTE RESULTADOS DE LAS PRUEBAS REALIZADAS A LOS ACEITES VEGETALES COMESTIBLES.

Tabla 10. ACEITES DE GIRASOL

| MARCA   | 1-2-3    | PATRONA  | CASA     | GRANO DE ORO | LA TORRE | CRISTAL  | COLÓN    |
|---|----------|----------|----------|--------------|----------|----------|----------|
| ORIGEN  | NACIONAL | NACIONAL | NACIONAL | NACIONAL     | NACIONAL | NACIONAL | NACIONAL |
| CONTENIDO NETO  |          |          |          |              |          |          |          |
| DECLARADO (ml)  | 1000     | 1000     | 1000     | 1000         | 1000     | 1000     | 1000     |
| VERIFICADO (ml)   | 995      | 1002     | 993      | 988          | 987      | 1002     | 987      |
| ETIQUETADO  | 10       | 9        | 9        | 10           | 9        | 9        | 9        |
| INDICE DE PERÓXIDOS<br>(2meq/kg máx)                          | 1.7      | 1.4      | 1.4      | 2.2          | 2.5      | 2.3      | 2.1      |
| % ACIDEZ (0.05% máx)  | 0.03     | 0.03     | 0.05     | 0.02         | 0.03     | 0.03     | 0.04     |
| INDICE DE REFRACCIÓN<br>(1.472-1.474 a 25°C)                  | 1.473    | 1.473    | 1.474    | 1.473        | 1.474    | 1.473    | 1.472    |
| MATERIA<br>INSAPONIFICABLE (1.5%<br>máx)                      | 1.1      | 1.3      | 0.75     | 0.5          | 1.0      | 1.2      | 1.2      |
| PERFIL DE ACIDOS GRASOS                                       |          |          |          |              |          |          |          |
| CARACTERÍSTICO  | POSITIVO | POSITIVO | POSITIVO | POSITIVO     | POSITIVO | POSITIVO | -        |
| NO CARACTERÍSTICO   | -        | -        | -        | -            | -        | -        | POSITIVO |
| ACIDOS GRASOS<br>POLI-INSATURADOS<br>(g/porción) <sup>5</sup> | 9.3      | 8.85     | 9.8      | 9.2          | 9.8      | 8.2      | 6.2      |

<sup>5</sup> Una porción equivale a 14 gramos de aceite.

Tabla 11. ACEITES DE MAÍZ

| MARCA   | MACEITE  | MAZOLA   | CASA     | MAZOLA   | DORELA   | PATRONA  | LA GLORIA |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|-----------|
| ORIGEN  | NACIONAL | EUA      | NACIONAL | NACIONAL | NACIONAL | NACIONAL | NACIONAL  |
| CONTENIDO NETO                                |          |          |          |          |          |          |           |
| DECLARADO (ml)                                | 1000     | 946      | 1000     | 1000     | 1000     | 1000     | 1000      |
| VERIFICADO (ml)                               | 1000     | 953      | 988      | 1012     | 1000     | 1000     | 995       |
| ETIQUETADO                                    | 9        | 10       | 10       | 10       | 9        | 9        | 9         |
| INDICE DE PERÓXIDOS<br>(2meq/kg máx)          | 1.6      | 0.9      | 1.4      | 1.4      | 0.7      | 0.8      | 1.9       |
| % ACIDEZ (0.05% máx)                          | 0.05     | 0.07     | 0.03     | 0.04     | 0.06     | 0.03     | 0.03      |
| INDICE DE REFRACCIÓN<br>(1.465-1.468 a 40°C)  | 1.467    | 1.468    | 1.468    | 1.468    | 1.466    | 1.468    | 1.468     |
| MATERIA INSAPONIFICABLE<br>(1.0% máx)         | 1.1      | 0.4      | 1.0      | 1.3      | 1.0      | 1.3      | 1.5       |
| PERFIL DE ACIDOS GRASOS                       |          |          |          |          |          |          |           |
| CARACTERÍSTICO                                | POSITIVO | POSITIVO | POSITIVO | POSITIVO | POSITIVO | POSITIVO | POSITIVO  |
| NO CARACTERÍSTICO                             |          |          |          |          |          |          |           |
| ACIDOS GRASOS POLI-INSATURADOS<br>(g/porción) | 8.7      | 8.65     | 9.3      | 8.7      | 7.2      | 8.6      | 8.5       |

Tabla 12. ACEITES VEGETALES O MIXTOS

| MARCA  | SARITA            | GIGANTE  | MARAVILLA         | HYSA     | TRÉBOL   | VICTORIA | CASA     |
|--|-------------------|----------|-------------------|----------|----------|----------|----------|
| ORIGEN   | NACIONAL          | NACIONAL | NACIONAL          | NACIONAL | NACIONAL | NACIONAL | NACIONAL |
| CONTENIDO NETO                                 |                   |          |                   |          |          |          |          |
| DECLARADO (ml)                                 | 10000             | 1000     | 1000              | 1000     | 1000     | 1000     | 1000     |
| VERIFICADO (ml)                                | 997               | 993      | 990               | 1000     | 1000     | 990      | 998      |
| ETIQUETADO                                     | 9                 | 8        | 9                 | 9        | 9        | 8        | 10       |
| INDICE DE PERÓXIDOS<br>(5mg/kg máx)            | 1.7               | 1.3      | 1.1               | 1.1      | 1.1      | 1.7      | 1.5      |
| % ACIDEZ (0.05% máx)                           | 0.03              | 0.02     | 0.04              | 0.01     | 0.01     | 0.03     | 0.05     |
| INDICE DE<br>REFRACCIÓN                        | 1.473             | 1.473    | 1.473             | 1.473    | 1.473    | 1.473    | 1.471    |
| MATERIA<br>INSAPONIFICABLE<br>(2.0% máx)       | 0.8               | 0.5      | 0.7               | 1.1      | 1.0      | 0.9      | 1.1      |
| PERFIL DE ACIDOS GRASOS                        |                   |          |                   |          |          |          |          |
| CARACTERÍSTICO DE                              | SOYA /<br>GIRASOL | SOYA     | SOYA /<br>GIRASOL | SOYA     | SOYA     | SOYA     | CANOLA   |
| ACIDOS GRASOS<br>POLINSATURADOS<br>(g/porción) | 9.5               | 9.1      | 8.7               | 9.0      | 9.0      | 8.9      | 4.8      |

Tabla 12 (CONTINUACIÓN). ACEITES VEGETALES O MIXTOS

| MARCA  | CAPULLO  | AS       | KARTAMUS         | PATRONA          | MARFIL   | LIBANOL  | CANARIO  |
|--|----------|----------|------------------|------------------|----------|----------|----------|
| ORIGEN   | NACIONAL | NACIONAL | NACIONAL         | NACIONAL         | NACIONAL | NACIONAL | NACIONAL |
| CONTENIDO NETO                                   |          |          |                  |                  |          |          |          |
| DECLARADO (ml)                                   | 1000     | 1000     | 1000             | 1000             | 1000     | 1000     | 1000     |
| VERIFICADO (ml)                                  | 990      | 997      | 998              | 998              | 977      | 1000     | 997      |
| ETIQUETADO                                       | 9        | 9        | 9                | 9                | 9        | 9        | 10       |
| INDICE DE PERÓXIDOS<br>(5mg/kg máx)              | 1.7      | 1.2      | 1.9              | 1.6              | 2.1      | 2.4      | 1.8      |
| % ACIDEZ (0.05% máx)                             | 0.02     | 0.3      | 0.3              | 0.3              | 0.03     | 0.04     | 0.05     |
| INDICE DE<br>REFRACCIÓN                          | 1.472    | 1.472    | 1.472            | 1.472            | 1.473    | 1.473    | 1.471    |
| MATERIA<br>INSAPONIFICABLE<br>(2.0% máx)         | 1.0      | 1.0      | 1.2              | 1.6              | 1.1      | 1.1      | 1.5      |
| PERFIL DE ACIDOS GRASOS                          |          |          |                  |                  |          |          |          |
| CARACTERÍSTICO DE                                | CANOLA   | CANOLA   | CANOLA /<br>SOYA | CANOLA /<br>SOYA | SOYA     | SOYA     | CANOLA   |
| ACIDOS GRASOS<br>POLI-INSATURADOS<br>(a/porción) | 5.1      | 5.2      | 6.1              | 6.0              | 9.2      | 8.9      | 5.0      |



TERCERA PARTE

RESULTADOS DE LAS DIFERENTES COMPOSICIONES DE ACIDOS GRASOS EN LAS MARCAS ESTUDIADAS,  
ASÍ COMO DE LAS MEZCLAS PREPARADAS

Tabla 13. COMPOSICIÓN DE ACIDOS GRASOS EN ACEITE DE GIRASOL  
(g de ácido graso/100 g de aceite)

| ÁCIDO GRASO  | MIRÍSTICO | PALMITICO | PALMITOLEICO | ESTEARICO | OLEICO | LINOLEICO | LINOLENICO | ARAQUIDICO |
|--------------|-----------|-----------|--------------|-----------|--------|-----------|------------|------------|
| GRANO DE ORO | 0.24      | 6.81      | -            | 4.27      | 25.31  | 62.66     | 0.33       | 0.37       |
| CASA         | 0.08      | 7.52      | 0.07         | 4.89      | 18.50  | 65.98     | 2.52       | 0.44       |
| 1-2-3        | 0.09      | 11.08     | 0.96         | 2.22      | 25.30  | 58.91     | 1.54       | 0.62       |
| PATRONA      | 0.62      | 7.78      | 0.72         | 4.53      | 31.66  | 53.67     | 0.62       | 0.40       |
| LA TORRE     | 0.07      | 6.30      | 0.13         | 4.46      | 22.05  | 65.70     | 0.90       | 0.40       |
| CRISTAL      | 0.25      | 6.61      | --           | 5.11      | 32.10  | 54.35     | 1.13       | 0.45       |
| COLON        | 0.07      | 5.95      | 0.15         | 3.48      | 46.46  | 36.73     | 6.70       | 0.46       |

Tabla 14. COMPOSICIÓN DE ACIDOS GRASOS EN ACEITE DE MAÍZ  
(g de ácido graso/100g de aceite)

| ÁCIDO GRASO | MIRÍSTICO | PALMITICO | PALMITOLEICO | ESTEARICO | OLEICO | LINOLEICO | LINOLENICO | ARAQUIDICO |
|-------------|-----------|-----------|--------------|-----------|--------|-----------|------------|------------|
| MACEITE     | 0.04      | 11.41     | 0.08         | 2.13      | 24.87  | 58.19     | 1.36       | 0.49       |
| MAZOLA IMP  | 0.03      | 11.13     | -            | 1.98      | 26.13  | 59.09     | 1.13       | 0.50       |
| CASA        | 0.07      | 9.08      | 0.09         | 3.69      | 21.80  | 62.60     | 2.21       | 0.47       |
| MAZOLA NAL  | 0.08      | 6.51      | 0.07         | 4.32      | 23.22  | 65.35     | 0.26       | 0.16       |
| DORELA      | 0.06      | 11.77     | 0.18         | 2.48      | 35.03  | 47.44     | 2.50       | 0.55       |
| PATRONA     | 0.05      | 10.15     | 0.08         | 2.31      | 26.84  | 58.52     | 1.22       | 0.81       |
| LA GLORIA   | 0.04      | 11.40     | 0.09         | 2.10      | 26.36  | 58.27     | 1.19       | 0.56       |

Tabla 15. COMPOSICIÓN DE ACIDOS GRASOS EN ACEITES MIXTOS  
(g de ácido graso/100 de aceite)

| ÁCIDO GRASO | MIRÍSTICO | PALMITICO | PALMITOLEICO | ESTEARICO | OLEICO | LINOLEICO | LINOLENICO | ARAQUIDICO |
|-------------|-----------|-----------|--------------|-----------|--------|-----------|------------|------------|
| MARAVILLA   | 0.12      | 6.76      | 0.12         | 4.19      | 2.80   | 56.40     | 4.15       | 0.44       |
| CAPULLO     | 0.06      | 5.38      | 0.25         | 2.00      | 58.04  | 23.96     | 10.06      | 0.59       |
| SARITA      | 0.17      | 9.25      | T            | 4.39      | 19.90  | 61.3      | 4.59       | 0.40       |
| GIGANTE     | 0.10      | 10.9      | T            | 4.11      | 21.10  | 54.72     | 8.72       | 0.40       |
| AS          | 0.06      | 4.41      | 0.23         | 1.77      | 59.27  | 22.31     | 11.63      | 0.31       |
| LIBANOL     | 0.08      | 10.73     | 0.09         | 4.01      | 22.72  | 53.48     | 8.54       | 0.35       |
| HYSA        | 0.09      | 10.76     | -            | 3.74      | 21.68  | 55.23     | 8.79       | 0.42       |
| VICTORIA    | 0.09      | 11.33     | T            | 4.24      | 22.05  | 53.80     | 8.08       | 0.42       |
| TRÉBOL      | 0.08      | 10.85     | -            | 4.07      | 21.22  | 54.76     | 8.66       | 0.36       |
| MARFIL      | 0.09      | 10.37     | -            | 4.01      | 20.42  | 55.36     | 9.38       | 0.38       |
| KARTAMUS    | 0.06      | 5.93      | 0.20         | 2.40      | 48.42  | 31.01     | 11.44      | 0.53       |
| PATRONA     | 0.14      | 6.80      | 0.25         | 2.49      | 48.07  | 32.01     | 9.69       | 0.56       |
| CASA        | 0.05      | 4.87      | 0.39         | 1.21      | 59.26  | 23.62     | 10.56      | T          |
| CANARIO     | 0.04      | 5.23      | 0.39         | 1.59      | 56.69  | 29.03     | 6.96       | T          |

T: Trazas

Tabla 16. COMPOSICIÓN DE ACIDOS GRASOS EN MEZCLAS DE ACEITE DE MAÍZ-SOYA (g de ácido graso/100 g de aceite)

| %MAÍZ-%SOYA | MIRÍSTICO | PALMITICO | PALMITOLEICO | ESTEARICO | OLEICO | LINOLEICO | LINOLENICO | ARAQUIDICO |
|-------------|-----------|-----------|--------------|-----------|--------|-----------|------------|------------|
| 100-0       | 0.04      | 11.64     | 0.09         | 2.07      | 25.05  | 59.07     | 1.44       | 0.59       |
| 75-25       | 0.08      | 11.57     | T            | 2.38      | 24.74  | 58.56     | 2.67       | T          |
| 50-50       | 0.06      | 11.89     | 0.04         | 2.75      | 23.53  | 58.03     | 4.35       | 0.03       |
| 25-75       | 0.07      | 11.14     | T            | 3.25      | 22.61  | 56.60     | 6.33       | T          |
| 0-100       | 0.09      | 10.89     |              | 3.93      | 21.23  | 55.17     | 8.69       | T          |

T: Trazas

Tabla 17. COMPOSICIÓN DE ACIDOS GRASOS EN MEZCLAS DE ACEITE  
MAÍZ-CANOLA (g de ácido graso/100 g de aceite)

| %MAÍZ-%CANOLA | MIRÍSTICO | PALMITICO | PALMITOLEICO | ESTEARICO | OLEICO | LINOLEICO | LINOLENICO | ARAQUIDICO |
|---------------|-----------|-----------|--------------|-----------|--------|-----------|------------|------------|
| 100-0         | 0.04      | 11.64     | 0.09         | 2.07      | 25.05  | 59.07     | 1.44       | 0.59       |
| 75-25         | 0.05      | 10.24     | 0.11         | 1.98      | 31.40  | 52.11     | 3.48       | 0.64       |
| 50-50         | 0.06      | 9.01      | 0.22         | 1.94      | 37.61  | 45.13     | 5.36       | 0.67       |
| 25-75         | 0.07      | 7.37      | 0.28         | 1.98      | 46.34  | 35.59     | 7.77       | 0.59       |
| 0-100         | 0.06      | 5.42      | 0.26         | 2.04      | 57.00  | 24.51     | 10.11      | 0.60       |

Tabla 18. COMPOSICIÓN DE ACIDOS GRASOS EN MEZCLAS DE ACEITE  
GIRASOL-SOYA (g de ácido graso/100 g de aceite)

| %GIRASOL-SOYA | MIRÍSTICO | PALMITICO | PALMITOLEICO | ESTEARICO | OLEICO | LINOLEICO | LINOLENICO | ARAQUIDICO |
|---------------|-----------|-----------|--------------|-----------|--------|-----------|------------|------------|
| 100-0         | 0.09      | 11.29     | 0.10         | 2.19      | 25.19  | 59.00     | 1.61       | 0.54       |
| 75-25         | 0.10      | 11.26     | T            | 2.57      | 24.67  | 58.35     | 3.06       | T          |
| 50-50         | 0.10      | 11.17     | T            | 2.95      | 23.65  | 57.53     | 4.60       | T          |
| 25-75         | 0.09      | 11.07     | T            | 3.36      | 22.65  | 56.36     | 6.45       | T          |
| 0-100         | 0.09      | 10.89     | -            | 3.93      | 21.23  | 55.17     | 8.69       | T          |

T: Trazas

Tabla 19. COMPOSICIÓN DE ACIDOS GRASOS EN MEZCLAS DE ACEITE  
GIRASOL-CANOLA (g de ácido graso/100 g de aceite)

| %GIRASOL-CANOLA | MIRÍSTICO | PALMITICO | PALMITOLEICO | ESTEARICO | OLEICO | LINOLEICO | LINOLENICO | ARAQUIDICO |
|-----------------|-----------|-----------|--------------|-----------|--------|-----------|------------|------------|
| 100-0           | 0.09      | 11.29     | 0.10         | 2.19      | 25.19  | 59.00     | 1.61       | 0.54       |
| 75-25           | 0.07      | 10.57     | 0.01         | 2.20      | 32.80  | 51.50     | 2.67       | 0.18       |
| 50-50           | 0.08      | 8.95      | T            | 2.01      | 39.0   | 44.98     | 4.98       | T          |
| 25-75           | 0.08      | 7.39      | 0.14         | 1.91      | 46.79  | 36.09     | 7.60       | T          |
| 0-100           | 0.06      | 5.42      | 0.26         | 2.04      | 57.00  | 24.51     | 10.11      | 0.60       |

T: Trazas

Tabla 20. COMPOSICIÓN DE ACIDOS GRASOS EN MEZCLAS DE ACEITE  
CANOLA-SOYA (g de ácido graso/100 g de aceite)

| %CANOLA-SOYA | MIRÍSTICO | PALMITICO | PALMITOLEICO | ESTEARICO | OLEICO | LINOLEICO | LINOLENICO | ARAQUIDICO |
|--------------|-----------|-----------|--------------|-----------|--------|-----------|------------|------------|
| 100-0        | 0.06      | 5.42      | 0.26         | 2.04      | 57.00  | 24.51     | 10.11      | 0.60       |
| 75-25        | 0.07      | 6.79      | 0.19         | 2.51      | 48.06  | 32.17     | 9.75       | 0.45       |
| 50-50        | 0.07      | 8.15      | 0.13         | 2.98      | 39.11  | 39.84     | 9.4        | 0.3        |
| 25-75        | 0.08      | 9.52      | 0.06         | 3.46      | 30.17  | 47.50     | 9.04       | 0.15       |
| 0-100        | 0.09      | 10.89     | -            | 3.93      | 21.23  | 55.17     | 8.68       | T          |

T: Trazas

## CAPÍTULO 6. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### ETIQUETADO.

De la información presentada en las etiquetas, el 58 % de las marcas no indican el número de lote ni la fecha de caducidad, esto refleja que los fabricantes no tienen un control adecuado de sus productos en forma individual, y como veremos en los resultados de las pruebas fisicoquímicas (específicamente en índice de peróxidos), esto repercute en la calidad de los aceites, sin embargo, es factible que estos datos se encontraran en las cajas contenedoras de los envases, lo cual no resulta adecuado ya que es una información de interés para el consumidor. (Tabla 9)

### CONTENIDO NETO.

De las marcas estudiadas, sólo la marca Marfil no cumple con el contenido neto que declara en su etiqueta, aún tomando en cuenta la tolerancia de 15 mL máximo de faltante para un contenido de 500 a 1000 mL que establece la norma correspondiente. (49) (Tabla 12)

### ANÁLISIS FISICOQUÍMICOS

#### INDICE DE PERÓXIDOS.

Como se ha mencionado, el índice de peróxidos constituye una medida de la rancidez del aceite causada por varios factores entre los que se encuentran: un inadecuado control en el tiempo de almacenamiento de los mismos provocado por la falta de fecha de caducidad, un mal manejo del producto durante su almacenamiento y comercialización, así como un proceso de refinación deficiente.

La composición química de los aceites, es también un factor importante en el grado de deterioro de los mismos, ya que aquellos que contienen mayor cantidad de antioxidantes naturales (tocoferoles, tocotrienoles), como en el aceite de maíz, son menos susceptibles al enranciamiento.

De los aceites de girasol, el 57.2 %, sobrepasó el límite establecido en la norma (55). (Tabla 10)

En lo que respecta al aceite de maíz, el 100 % de las marcas cumplieron con el límite establecido lo que refleja que la estabilidad de los aceites es elevada. (Tabla 11)

De los resultados se puede observar que el aceite de girasol presentó mayor problema de rancidez, lo que en cierta forma refleja su inestabilidad debido a su bajo contenido de antioxidantes naturales y a su elevada cantidad de ácidos grasos poli-insaturados.

En lo que respecta a los aceites vegetales o mixtos, el 100 % cumple con el límite establecido en la norma (58), sin embargo cabe aclarar que este valor es superior al establecido en las normas para los aceites de maíz y girasol. (Tabla 12)

#### PORCIENTO DE ACIDEZ

En general, todas las marcas estudiadas se encontraron dentro de los límites establecidos en la norma, sin embargo, en aceite maíz las marcas Dorela y Mazola (Importado) (Tabla 11), presentaron un índice de acidez ligeramente superior, por lo que se puede pensar que se presentaron malas condiciones de almacenamiento, o que dentro de su proceso de refinación, sobre todo en la etapa de neutralización, existieron algunas deficiencias.

#### MATERIA INSAPONIFICABLE

El alto contenido de materia insaponificable refleja en gran medida un proceso de refinación deficiente, ya que durante esta etapa se eliminan compuestos como pigmentos, esteroides, tocoferoles, alcoholes superiores, etc. que no son saponificables.

De las 28 marcas estudiadas, 4 marcas de aceite de maíz (Mazola nacional, Patrona, La Gloria y Macelite) presentaron un valor superior de este parámetro al establecido en la norma (54), sin embargo esto puede deberse a su alto contenido de pigmentos, lo cual se observa a simple vista ya que es un aceite de color más intenso que los demás tipos. (Tabla 11)

#### INDICE DE REFRACCIÓN

Dado que este parámetro es específico para cada tipo de aceite, proporciona ayuda para identificar de forma rápida si se trata de un aceite puro o adulterado.

Para todas las marcas analizadas, el 100 % de aceites de girasol, así como el 100 % de aceites de maíz cumplieron con los valores establecidos en las normas correspondientes; para los aceites vegetales o mixtos no existe un rango de valores establecido por tratarse de mezclas de varios aceites en diferentes proporciones. (Tablas 10, 11 y 12)

## ANÁLISIS CROMATOGRÁFICO

### ACEITE DE MAÍZ

De acuerdo a la norma correspondiente, que establece la composición de ácidos grasos para el aceite puro de maíz, las 7 marcas analizadas (Tabla 13), presentaron un perfil de ácidos grasos característicos de aceites puros. A pesar de que el aceite Dorela tiene un contenido de ácidos grasos dentro de los parámetros establecidos por la norma, cabe hacer notar que su contenido de ácido oléico y ácido linoleico varían notablemente con respecto a las otras 6 marcas, diferencias que pueden deberse a diversos factores como son: aspectos genéticos, localización geográfica, clima, humedad, madurez del grano.

Otro factor que puede afectar el contenido de ácidos grasos poli-insaturados es su inestabilidad ante las reacciones de oxidación, observándose que el contenido de los mismos por porción de aceite <sup>6</sup> varía de 8.5 g para el aceite La Gloria hasta 9.3 g para el aceite Casa. (Tabla 11)

### ACEITE DE GIRASOL

De acuerdo al análisis del perfil de ácidos grasos realizado, se determinó que el aceite Colón se encuentra adulterado. (Figuras 6 y 7). Para determinar el tipo y grado de adulteración de este aceite, se comparó la composición de ácidos grasos con los obtenidos en las mezclas (Tablas 18 y 19) de las cuales se dedujo que el aceite presenta una composición aproximada de 25 % de aceite de girasol con 75 % de aceite de canola. (Figura 8) Las otras 6 marcas, presentaron una composición de ácidos grasos característica de este aceite. El contenido de ácidos grasos poli-insaturados promedio en estos aceites fué de 9.2 g/porción

---

<sup>6</sup> Una porción de aceite equivale a 14 gramos

## ACEITES MIXTOS

En el etiquetado de estos aceites (Tabla 9), la mayoría de las marcas declaran que contienen dos o más de los siguientes aceites: girasol, cártamo, maíz, canola o soya, sin embargo, de acuerdo al análisis cromatográfico, se encontró que de las 14 marcas analizadas, 6 son aceites puros de soya (Gigante, Libanol, Hysa, Victoria, Trébol y Marfil), 4 son aceites puros de canola (Capullo, As, Casa y Canario), 2 son mezclas de aceites de girasol-soya (Sarita y Maravilla) y 2 son mezclas de aceites de canola-soya (Kártamus y Patrona). (Tablas 15, 18 y 20)

De los aceites que resultaron ser mezclas girasol-soya, la marca Sarita presentó una composición aproximada de 50 % girasol, 50 % soya; la marca Maravilla mostró una composición de 25 % girasol, 75 % soya. (Tablas 15 y 18)

De las mezclas de aceites canola-soya, las marcas Kártamus y Patrona, presentaron una composición de 75 % canola, 25 % soya aproximadamente. (Tablas 15 y 20)

A pesar de que algunos aceites vegetales mixtos declaran que pueden contener aceites de cártamo o maíz, en ninguna de las marcas analizadas se encontraron este tipo de aceites.

El contenido de ácidos grasos poli-insaturados promedio para los aceites identificados como de soya fué de 9.0 g/porción de aceite y de 5.0 g/porción para los identificados como de canola.



ACEITE PURO DE  
GIRASOL

| pico | ac. graso    | TR    | AREA     | % ac. graso |
|------|--------------|-------|----------|-------------|
| 1    | solvente     | ----- | -----    | -----       |
| 2    | mirístico    | 12.21 | 16748    | 0.09        |
| 3    | palmitico    | 18.39 | 2861803  | 11.08       |
| 4    | palmitoleico | 21.42 | 178640   | 0.96        |
| 5    | estéarica    | 28.10 | 431105   | 2.22        |
| 6    | oléico       | 33.57 | 4707910  | 25.30       |
| 7    | linoleico    | 42.02 | 10962172 | 58.91       |
| 8    | araquídico   | 44.97 | 115372   | 0.62        |
| 9    | linoléulco   | 50.88 | 286568   | 1.54        |

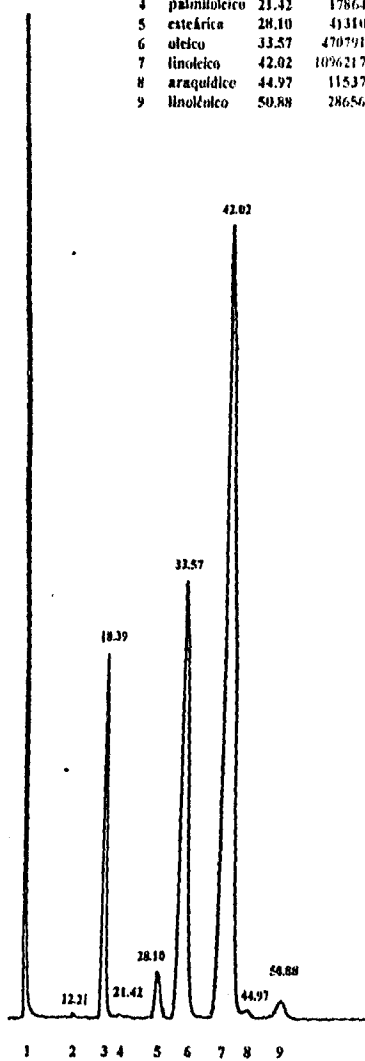


Figura 6. Cromatograma característico de aceite puro de girasol.

MARCA : COLON

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac.graso |
|------|--------------|-------|---------|------------|
| 1    | solvente     | -     | -       | -          |
| 2    | mirístico    | 9.18  | 6737    | 0.07       |
| 3    | palmitico    | 14.62 | 607722  | 5.95       |
| 4    | palmitoleico | 17.20 | 15190   | 0.15       |
| 5    | esteárico    | 23.84 | 355031  | 3.48       |
| 6    | oleico       | 28.27 | 4742115 | 46.46      |
| 7    | linoleico    | 35.07 | 3749497 | 36.73      |
| 8    | araquídico   | 39.04 | 47068   | 0.46       |
| 9    | linoléico    | 45.18 | 684351  | 6.70       |

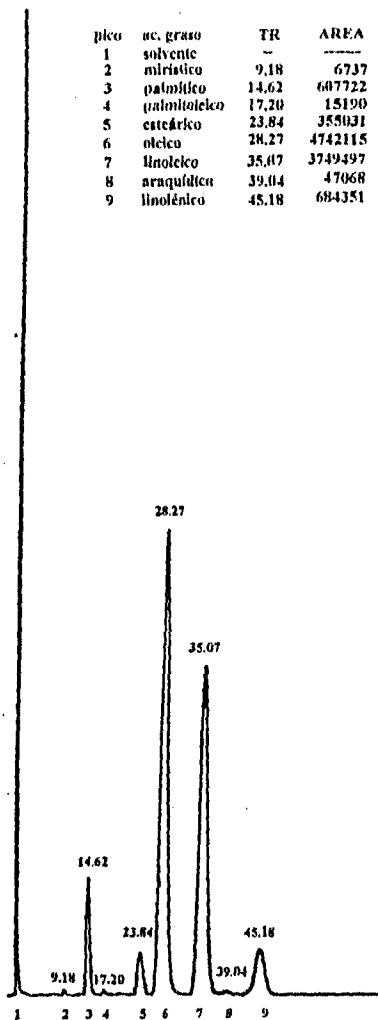


Figura 7. Cromatograma de aceite de girasol adulterado (Marca COLON).

25 % GIRASOL - 75 % CANOLA

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ----- | -----   | -----       |
| 2    | mirístico    | 7.92  | 7997    | 0.08        |
| 3    | palmitico    | 11.77 | 745836  | 7.39        |
| 4    | palmitoleico | 13.58 | 13870   | 0.14        |
| 5    | estearico    | 18.08 | 192704  | 1.91        |
| 6    | oleico       | 21.18 | 4720018 | 46.79       |
| 7    | linoleico    | 25.76 | 3640402 | 36.09       |
| 8    | araquídico   | ----- | -----   | trazas      |
| 9    | linoléico    | 32.54 | 767167  | 7.60        |

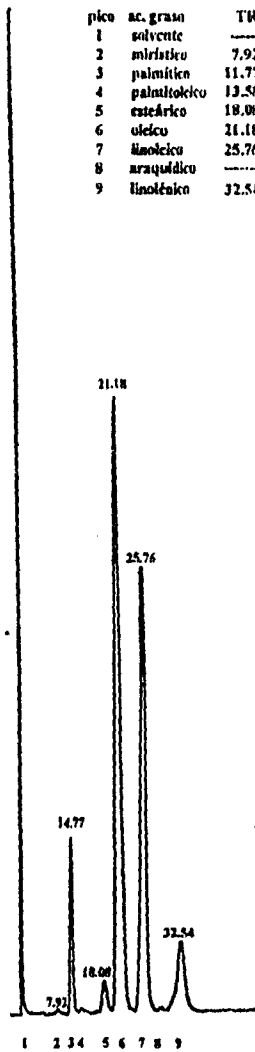


Figura B. Cromatograma de mezcla de aceites 25 % girasol- 75 % canola.

## CAPÍTULO 7. CONCLUSIONES

**D**e las 28 marcas de aceite analizadas, el 58 % no indican en su etiqueta el número de lote o la fecha de caducidad factor muy importante en la vida de anaquel de estos productos.

- En cuanto al contenido neto, la marca de aceite vegetal mixto "Marfil" no cumple con la cantidad que especifica la norma correspondiente.
- Los aceites de girasol fueron los que tuvieron mayores problemas de estabilidad oxidativa, de los cuales el 57.2 % rebasaron el índice de peróxidos establecido en la norma.
- El 100 % de los aceites de maíz se encuentran dentro de las especificaciones establecidas por la norma correspondiente, el total de las marcas de aceites vegetales mixtos presentaron un bajo contenido de peróxidos con respecto al establecido en la norma.
- En materia insaponificable, los aceites de maíz obtuvieron los valores más altos, de tal manera que el 57.14 % rebasó el límite establecido en la norma correspondiente para este tipo de aceite.
- Las 7 marcas de aceite de girasol analizadas presentaron un contenido de materia insaponificable inferior al establecido por la legislación. Los aceites mixtos no presentaron mayor problema en este parámetro.
- En cuanto al índice de refracción, todas las marcas de aceites presentaron valores entre los límites establecidos por las normas correspondientes.
- En la determinación del porcentaje de acidez, dos marcas de aceites de maíz presentaron un valor elevado. Los aceites de girasol y mixtos se encuentran dentro de las especificaciones.
- El 100 % de las marcas de aceite de maíz analizadas presentaron un perfil de ácidos grasos característico de este tipo de aceite, cumpliendo así lo establecido en sus etiquetas.
- De los aceites de girasol, la marca "Colón " presentó adulteración con aproximadamente 75 % de aceite de canola, las 6 marcas restantes son aceites puros.

- De las 14 marcas de aceites vegetales analizadas, el 42.8 % son aceites puros de soya, el 28.6 % son aceites puros de canola, 14.3 % son mezclas de aceites de girasol-soya en una proporción de 50 % girasol - 50 % canola para el aceite Sarita y de 25 % girasol - 75 % soya para la marca Maravilla, y el 14.3 % restante son mezclas de aceites de canola-soya en proporciones de 75% y 25 % respectivamente.
- Los aceites de soya y canola son los componentes principales de los aceites vegetales o mixtos.
- Los aceites de maíz y de cártamo que son mencionados en algunas etiquetas de los aceites mixtos, no se encontraron en ninguna de las marcas analizadas.
- El contenido de ácidos grasos poliinsaturados promedio en los aceites fue: girasol 9.2, maíz 8.5, soya 9.0 y canola 5 g/porción. Con esto podemos comprobar que los aceites de girasol y soya son mejores desde el punto de vista nutricional por su alto contenido de ácidos grasos poliinsaturados, aunque por otro lado son los más susceptibles a la oxidación.

## CAPÍTULO 8.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Sánchez Silvia. Investigación Documental. "Aceites y Grasas Comestibles". SECOFI. México (1990). p 12-20
2. National Sunflower Association. "Girasol. El Favorito Desconocido". ANIAME. No. 2. México. p 23-26
3. Coordinación de Investigación. Unidad de Nutrición y Alimentación. "Los Aceites en la Alimentación". PROFECO. México (Agosto 1994). p 1-16
4. Martinenghi, G.B. Química y Tecnología de Aceites, Grasas y Derivados. Ed. Distribuidora Científico Médico. España (1950).
5. Meyer, L.H. Food Chemistry. The AVI Publishing Co. INC. Estados Unidos. (1979)
6. Erickson, D.R.; Bell, J.R. y Lara Mijares, M. Memorias del Primer Simposio sobre Aceites. Universidad Nacional Autónoma de México. (28 y 29 de Junio de 1984).
7. Ibarra H. Amadeo. "La Industria Aceitera Mexicana y el Gatt". ANIAME. No. 1 México p 26-29
8. Beauregard Larry. "Producción de Grasas y Margarinas con Aceite de Soya". Soya Noticias. Año XXIV. No. 241 México (Abr-Jun 1995)
9. Hammond G. "Tendencias en el Consumo de Aceites y Grasas y los Efectos Potenciales de Nueva Tecnología". ANIAME. No. 7. México. p 19-25
10. Ohlson Ragnar. Modern Processing of Rapeseed. J. Am. Oil Chem Soc. Vol. 69. No. 3. (March 1992). p 195-198
11. Canola Council of Canada. "Canola. El Nuevo Chico en el Barrio". ANIAME. No. 1. México. p 22-25
12. Mielkegmbh Thomas. Oil World Annual. ISTA. U.S.A. (1994)  
p 20-22
13. García Gamez Enrique. "Realidad y Perspectivas en la Industria Aceitera Mexicana". ANIAME. No. 5. México. p 16-19

14. Ing. Rodríguez Hernández Rosalía. Comunicación personal a través del Departamento de Producción de Aceitera Casa S.A. de C.V. México (Dic 1994)
15. Anuario Estadístico de los Estados Unidos Mexicanos. INEGI. (1993). p 239
16. Q.A. Gutiérrez Cancino Sergio. Conferencia: "Grasas y Aceites". 4a. Semana de la Industria Alimentaria. Facultad de Química ATAM. México (Mayo 1995)
17. Corinne I. H. Robinson. Biblioteca de Nutrición. Tomo I. Ed. C.E.C.S.A. México (1987). p 85-98
18. Weiss Theodore J. Food Oils and Their Uses. 2nd. Edition. Ed. AVI. USA 1983. p 1-6,
19. Kirschenbauer H.G. Fats and Oils. An Outline of Their Chemistry and Technology. Reinhold Publishing Corporation. Second Edition. N. Y. (1960).
20. Falcon Florido J.T. "Control Analítico de Aceites Vegetales Comestibles en Canarias I. Parámetros Convencionales". Alimentaria. (Marzo 1985) p 49-55
21. Harper H.A. Manual de Química Fisiológica. Ed. El Manual Moderno. México (1976)
22. Laboratorio de Aceites Comestibles. Centro de Investigación Regional del Norte. 1815 N. Peoria Illinois University. p 61-604
23. Badui Dergal S. Química de los Alimentos. Ed. Alhambra Mexicana. 2da. Edición. México (1990). p 217-221
24. Viola Plubio. "Las Grasas en la Alimentación Humana". Ind Asenga. España (1969)
25. Ranken M.D. Manual de la Industria de Alimentos. Ed. Acribia. 2da. Edición. España (1993). p 458
26. Chapman Nancy. "Mitos y Hechos Acerca de la Grasa en la Dieta y Enfermedad Coronaria". Soya Noticias. Año XXII. No. 235. (Oct-Dic 1993). p 9-12
27. Campbel E.J. "Sunflower Oil". J. Am. Oil Chem. Soc. Vol 60. No.2. (1993). p 387-392
28. Leibovitz Z. and Ruckenstein C. "Our Experiences in Processing Maize (Corn) Germ Oil". J. Am. Chem. Soc. Vol. 60. No. 2. (1983). p 347A-351A

29. Chow Ching Kuang. *Fatty Acids in Foods and Their Health Implications*. Ed. Marcel Dekker. USA (1992). p 237-241, 339
30. Allen Robert, et al. *Bailey's Industrial Oil and Fat Products*. Ed. John Wiley & Sons. 4th Edition. Vol. 1. USA (1982). p 316- 319, 383-390
31. Nagao A. and Yamazaki M. "Lipid of Sunflower Seeds Produces in Japan". *J. Am. Oil Chem. Soc.* Vol. 60. No. 9. (1983). p 1654- 1658
32. Afaf Kamal-Eldin. "Variation in Fatty Acid Composition of the Different Acyl Lipids in Seed Oils from Four Sesamum Species". *J. Am. Oil Chem. Soc.* Vol 71. No. 2 (Feb 1994). p135.
33. Budin John T. and Breene W. M. "Factors Affecting the Shelf Stability of Sunflower Nuts". *J. Am. Oil Chem. Soc.* Vol. 70. No. 5. (May 1993). p 493
34. Anónimo. "El Cártamo. Mitos y Realidades". ANIAME. No. 7. México. p 12-18
35. Harold Egan and Ronald S. Kirk. *Análisis Químico de Alimentos de Pearson*. Ed. Continental. 5ta. Reimpresión. México. (1993). p 135-141, 161-163, 545-548
36. Fereldoon Shahidi. *Canola and Rapeseed Production, Chemistry, Nutrition and Processing Technology*. Ed. Van Nostrand Reinhold. USA (1990). p 6-10.
37. Departamento de Bioquímica. *Aduiteración de Aceites Comestibles*. SECOFI. México. (1984). p 4-5
38. Bernardini E. *Tecnología de Aceites y Grasas*. Ed. Alhambra. España. (1981). p 354-362
39. Anónimo. *Manual de Procesamiento de Oleaginosas para la Obtención de Aceites*. Aceltera CASA. S.A. de C.V. p 89-287
40. Cavanagh G.C. "Miscella Refining". *J. Am. Oil Chem. Soc.* (1976). Vol. 53. p 361-363
41. Anónimo. "Aceite de Soya. Salud y Sabor". *Soya Noticias*. Año XXIV No. 242 (Jul - Sep 1995) p 1-4
42. Zehnder C.T. "Deodorization". *J. Am. Oil Chem. Soc.* (1976) p 364-369



43. Morales de León J. "Los Aceites y las Grasas en la Alimentación" Cuadernos de Nutrición. Vol. 12. No. 3. (1989) p 33-42
44. Liu Hui-Rong and White J. Pamela. "Oxidative Stability of Soybean Oils with Altered Fatty Acids Compositions". J. Am. Oil Chem. Soc. Vol. 69. No. 6. (Jun 1992), p 528
45. Neff W.E. et al. "Photooxidation of Soybean Oils as Affected by Triacylglycerol Composition and Structure" J. Am. Oil Chem. Soc. Vol 70. N. 2. (Feb 1993). p 163
46. Gunstone F.D. "Reaction of Oxygen and Unsaturated Fatty Acids". J. Am. Oil Chem. Soc. Vol. 61. No. 2. (Feb 1984). p 441- 446
47. Pineda Juan Carlos. "Micronutrientes Antioxidantes" Tecnología de Alimentos. Vol. 29. No. 3-4. (1994). p 40-46
48. Coordinación de Investigación. "Variación y Precios de Aceites Comestibles". PROFECO. México. (Jul 1994)
49. NOM-030-SCFI-1993 Etiquetado de Productos Alimenticios.
50. NOM-F-002-SCFI-1993 Determinación de Contenido Neto.
51. NOM-F-154-1987 Determinación del Índice de Peróxidos. Aceites y Grasas Vegetales o Animales.
52. NOM-F-101-1987 Determinación del Índice de Acidez. Aceites y Grasas Vegetales o Animales.
53. NOM-F-306-1972 Determinación de Materia Insaponificable. Aceites y Grasas Vegetales o Animales.
54. NOM-F-074-5-1981 Determinación del Índice de Refracción con el Refractómetro de Abbe. Aceites Esenciales, Aceites y Grasas Vegetales o Animales.
55. NOM-F-030-1985 Aceite Comestible Puro de Maíz.
56. NOM-F-265-1985 Aceite Comestible Puro de Girasol.
57. NOM-F-252-1985 Aceite Comestible Puro de Soya.
58. NOM-F-475-1985 Aceite Comestible Puro de Canola.

59. NOM-F-223-5-1980 *Aceite Vegetal Comestible*.
60. Sabater López M. et al. "Determinación de Vitamina E en Aceites Vegetales". *Alimentaria*. (Jun 1986). p 37-39
61. Willard Hobart H. *Métodos Instrumentales de Análisis*. Ed Continental. México. (1974). p 453
62. *Manual de Cromatografía de Gases*. Hewlett Packard. México. (1989). p 18-96
63. NOM-F-490-1987 *Determinación de la Composición de Ácidos Grasos de C<sub>6</sub> a C<sub>22</sub> en Aceites y Grasas Vegetales y/o Animales por Cromatografía de Gases*.

**CAPÍTULO 9. APÉNDICES**  
**APÉNDICE 1**

NORMAS OFICIALES MEXICANAS (NOM) DE LOS

ACEITES VEGETALES ANALIZADOS

NOM-F-265-1985 ACEITE COMESTIBLE PURO DE GIRASOL

| Especificaciones               | Mín   | Máx   |
|--------------------------------|-------|-------|
| Acidez como % de ácido oleico. |       | 0.05  |
| Índice de refracción. (25°C)   | 1.472 | 1.474 |
| Materia insaponificable. (%)   |       | 1.5   |
| Índice de peróxidos. (meq/Kg)  |       | 2.0   |

ACIDOS GRASOS CARACTERÍSTICOS DE ACEITE PURO DE GIRASOL

| ACIDO GRASO  | Mínimo (%) | Máximo (%) |
|--------------|------------|------------|
| PALMITICO    | 5.0        | 6.0        |
| PALMITOLEICO | 1.0        | 1.5        |
| ESTEARICO    | 4.0        | 5.0        |
| OLEICO       | 14.0       | 47.0       |
| LINOLEICO    | 44.0       | 73.0       |
| LINOLÉNICO   | 0.0        | 0.1        |
| ARAQUIDICO   | 0.6        | 0.8        |
| BEHÉNICO     | 0.0        | 0.8        |
| LIGNOCÉRICO  | 0.0        | 0.5        |

NOM-F-30-1985 ACEITE COMESTIBLE PURO DE MAIZ

| Especificaciones               | Mín   | Máx     |
|--------------------------------|-------|---------|
| Acidez como % de ácido oleico. |       | 0.05    |
| Índice de refracción. (40 °C)  | 1.465 | 1.468   |
| Materia insaponificable. (%)   |       | 1.0 2.0 |
| Índice de peróxidos. (meq/Kg)  |       |         |

ACIDOS GRASOS CARACTERISTICOS DE ACEITE COMESTIBLE PURO DE MAIZ

| ACIDO GRASO  | Mínimo (%) | Máximo (%) |
|--------------|------------|------------|
| MIRISTICO    | 0.1        | 0.5        |
| PALMITICO    | 8.0        | 12.0       |
| PALMITOLEICO | 0.2        | 1.2        |
| ESTEARICO    | 2.0        | 4.0        |
| OLEICO       | 21.0       | 45.0       |
| LINOLEICO    | 34.0       | 62.0       |
| LINOLÉNICO   | 0.0        | 2.0        |

NOTA: La composición de los ácidos grasos de esta tabla es típica de la semilla de maíz nacional de variedades conocidas al momento de la revisión de esta norma.

NOM-F-223-S-1980 ACEITE VEGETAL MIXTO COMESTIBLE

| Especificaciones               | Mín | Máx  |
|--------------------------------|-----|------|
| Acidez como % de ácido oleico. |     | 0.05 |
| Índice de refracción.          | .   | .    |
| Materia insaponificable. (%)   |     | 2.0  |
| Índice de peróxidos. (meq/Kg)  |     | 5.0  |

\* No se fijan sus límites en virtud de tratarse en este caso de una mezcla de varios aceites. Estas especificaciones quedarán fijadas en el momento de conocerse la composición de la mezcla.

NOTA: La composición de los ácidos grasos no está establecida debido a que se trata de una mezcla de aceites. Las especificaciones quedarán fijadas en el momento de conocerse la composición de la mezcla.

NOM-F-252-1985 ACEITE COMESTIBLE PURO DE SOYA

| Especificaciones               | Mín   | Máx   |
|--------------------------------|-------|-------|
| Acidez como % de ácido oleico. |       | 0.05  |
| Índice de refracción. (25 °C)  | 1.470 | 1.476 |
| Materia insaponificable. (%)   |       | 1.5   |
| Índice de peróxidos. (meq/Kg)  |       | 2.0   |

ACIDOS GRASOS CARACTERISTICOS DE ACEITE PURO DE SOYA

| ACIDO GRASO  | Mínimo (%) | Máximo (%) |
|--------------|------------|------------|
| MIRISTICO    | 0.0        | 0.5        |
| PALMITICO    | 7.0        | 12.0       |
| PALMITOLEICO | 0.0        | 0.5        |
| ESTEARICO    | 2.0        | 5.5        |
| OLEICO       | 20.0       | 40.0       |
| LINOLEICO    | 40.0       | 57.0       |
| LINOLÉNICO   | 5.0        | 11.0       |
| ARAQUIDICO   | 0.0        | 1.0        |
| GADOLEICO    | 0.0        | 1.0        |
| BEHÉNICO     | 0.0        | 0.5        |

NOM-F-475-1985 ACEITE COMESTIBLE PURO DE CANOLA

| Especificaciones               | Min   | Máx   |
|--------------------------------|-------|-------|
| Acidez como % de ácido oleico. |       | 0.05  |
| Índice de refracción. (25 °C)  | 1.465 | 1.467 |
| Materia insaponificable. (%)   |       | 1.0   |
| Índice de peróxidos. (meq/Kg)  |       | 2.0   |

ACIDOS GRASOS CARACTERISTICOS DE ACEITE PURO DE CANOLA

| ACIDO GRASO  | Mínimo (%) | Máximo (%) |
|--------------|------------|------------|
| MIRISTICO    | 0.0        | 0.2        |
| PALMITICO    | 2.5        | 6.0        |
| PALMITOLEICO | 0.0        | 0.6        |
| ESTEARICO    | 0.9        | 2.1        |
| OLEICO       | 50.0       | 66.0       |
| LINOLEICO    | 18.0       | 30.0       |
| LINOLÉNICO   | 6.0        | 14.0       |
| ARAQUIDICO   | 0.1        | 1.2        |
| BEHÉNICO     | 0.1        | 4.3        |
| LIGNOCÉRICO  | 0.0        | 0.5        |

## APENDICE 2

CROMATOGRAMAS OBTENIDOS PARA LA CUANTIFICACION  
DE ACIDOS GRASOS DE LAS MARCAS DE ACEITES COMERCIALES  
ASI COMO DE LAS MEZCLAS PREPARADAS CON CANTIDADES CONOCIDAS

### INDICE DE CROMATOGRAMAS

#### ACEITES DE GIRASOL

|              | PAGINA |
|--------------|--------|
| 1-2-3        | 76     |
| PATRONA      | 77     |
| CASA         | 78     |
| GRANO DE ORO | 79     |
| LA TORRE     | 80     |
| CRISTAL      | 81     |
| COLON        | 89     |

#### ACEITES DE MAIZ

|                    |    |
|--------------------|----|
| MACEITE            | 82 |
| MAZOLA (Importado) | 83 |
| CASA               | 84 |
| MAZOLA (nacional)  | 85 |
| DORELA             | 86 |
| PATRONA            | 87 |
| LA GLORIA          | 88 |



---

**ACEITES MIXTOS VEGETALES**

---

|           | PÁGINA |
|-----------|--------|
| SARITA    | 89     |
| GIGANTE   | 90     |
| MARAVILLA | 91     |
| HUSA      | 92     |
| TREBOL    | 93     |
| VICTORIA  | 94     |
| CASA      | 95     |
| CAPULLO   | 96     |
| AS        | 97     |
| KARTAMUS  | 98     |
| PATRONA   | 99     |
| MARFIL    | 100    |
| LIBANOL   | 101    |
| CANARIO   | 102    |

---

**ACEITES PUROS**

---

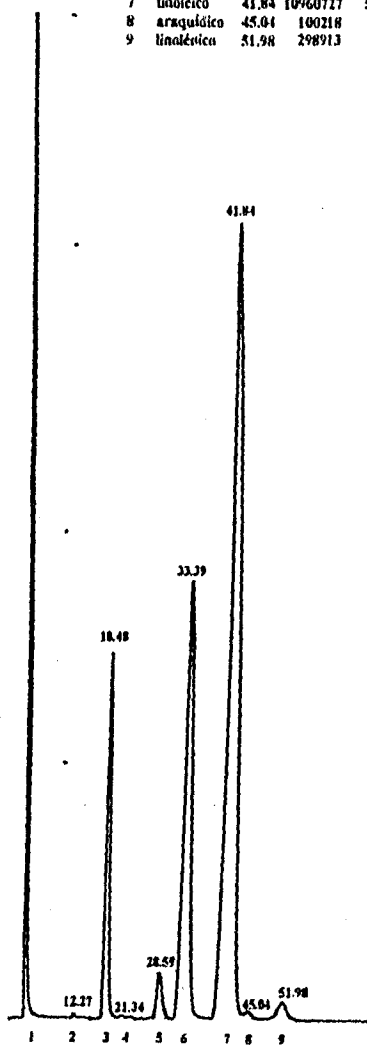
|         |     |
|---------|-----|
| GIRASOL | 58  |
| MAIZ    | 103 |
| SOYA    | 104 |
| CANOLA  | 105 |

MEZCLAS DE ACEITES PREPARADAS

|                        | PÁGINA |
|------------------------|--------|
| 75% GIRASOL-25% SOYA   | 106    |
| 50% GIRASOL-50% SOYA   | 107    |
| 25% GIRASOL-75% SOYA   | 108    |
| 75% GIRASOL-25% CANOLA | 109    |
| 50% GIRASOL-50% CANOLA | 110    |
| 25% GIRASOL-75% CANOLA | 60     |
| 75% MAIZ-25% SOYA      | 111    |
| 50% MAIZ-50% SOYA      | 112    |
| 25% MAIZ-75% SOYA      | 113    |
| 75% MAIZ-25% CANOLA    | 114    |
| 50% MAIZ-50% CANOLA    | 115    |
| 25% MAIZ-75% CANOLA    | 116    |
| 75% CANOLA-25% SOYA    | 117    |
| 50% CANOLA-50% SOYA    | 118    |
| 25% CANOLA-75% SOYA    | 119    |

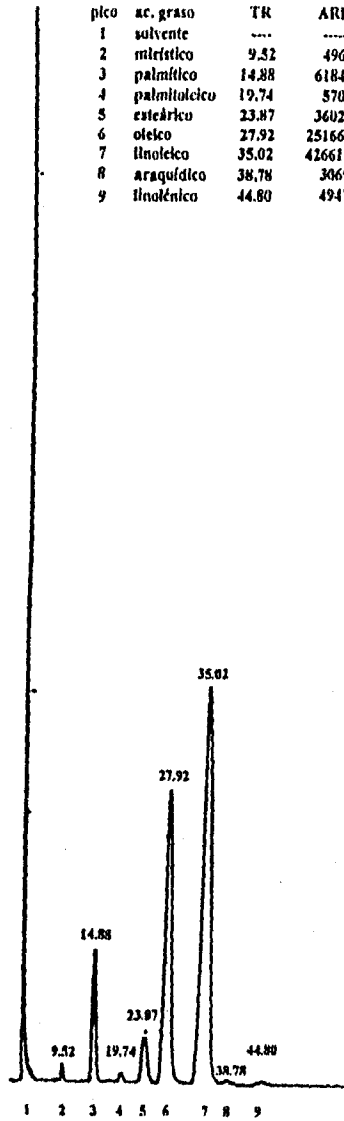
MARCA: 1-2-3

| plco | ac.graso     | TR    | AREA     | % ac. graso |
|------|--------------|-------|----------|-------------|
| 1    | solvente     |       |          |             |
| 2    | mirístico    | 12.27 | 17124    | 0.09        |
| 3    | palmitico    | 18.48 | 2097375  | 11.08       |
| 4    | palmitoleico | 21.34 | 18802    | 0.96        |
| 5    | estearico    | 28.59 | 406348   | 2.22        |
| 6    | oleico       | 33.39 | 4679140  | 25.30       |
| 7    | linoleico    | 41.84 | 10960727 | 58.91       |
| 8    | araquídico   | 45.04 | 100218   | 0.62        |
| 9    | linoléico    | 51.98 | 298913   | 1.54        |



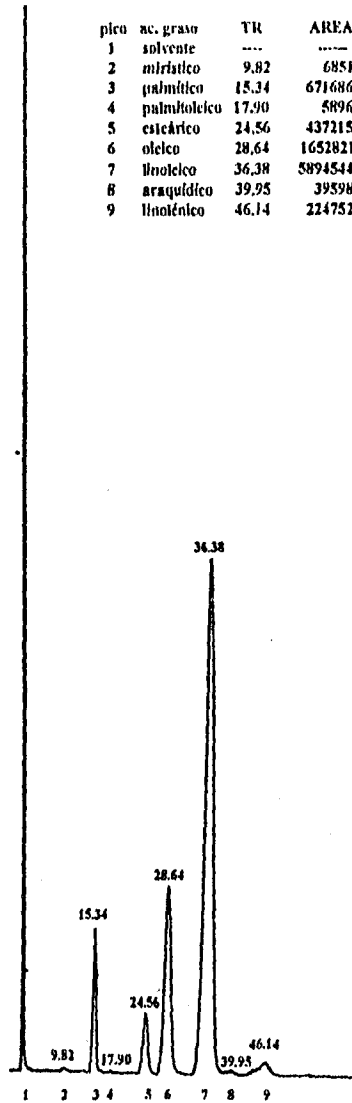
MARCA : PATRONA (girasol)

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ---   | ---     | ---         |
| 2    | mirístico    | 9.52  | 49662   | 0.62        |
| 3    | palmitico    | 14.88 | 618487  | 7.78        |
| 4    | palmitoleico | 19.74 | 57057   | 0.72        |
| 5    | esteárico    | 23.87 | 360216  | 4.53        |
| 6    | oleico       | 27.92 | 2516643 | 31.66       |
| 7    | linoleico    | 35.02 | 4266157 | 53.67       |
| 8    | araquídico   | 38.78 | 30694   | 0.40        |
| 9    | linoléico    | 44.80 | 49477   | 0.62        |



MARCA : CASA (girasol)

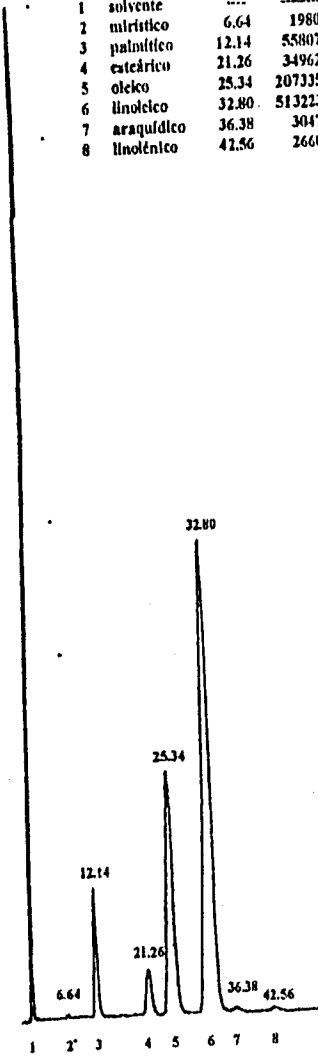
| pic | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|-----|--------------|-------|---------|-------------|
| 1   | solvente     | ---   | -----   | -----       |
| 2   | mirístico    | 9.82  | 6851    | 0.08        |
| 3   | palmitico    | 15.34 | 671686  | 7.52        |
| 4   | palmitoleico | 17.90 | 5896    | 0.07        |
| 5   | estearico    | 24.56 | 437215  | 4.89        |
| 6   | oleico       | 28.64 | 1653821 | 18.50       |
| 7   | linoleico    | 36.38 | 5894544 | 65.98       |
| 8   | araquídico   | 39.95 | 39598   | 0.44        |
| 9   | linoléico    | 46.14 | 224752  | 2.52        |



ESTA TESIS NO DEBE  
SALIR DE LA BIBLIOTECA

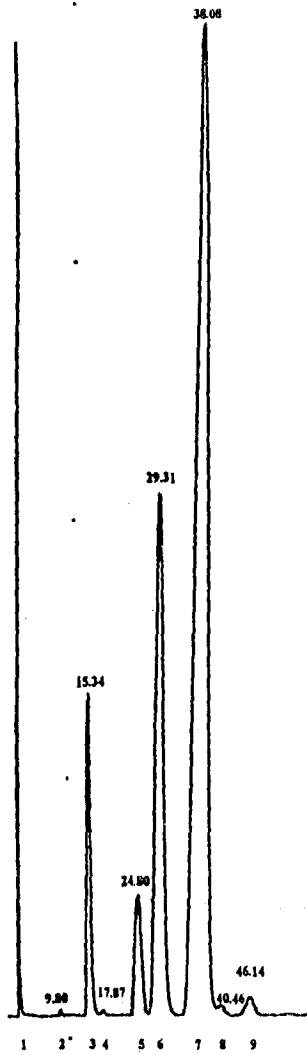
MARCA : GRANO DE ORO

| pico | ac. graso  | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente   | ---   | ---     | ---         |
| 2    | mirístico  | 6.64  | 19802   | 0.24        |
| 3    | palmitico  | 12.14 | 558075  | 6.81        |
| 4    | estéarico  | 21.26 | 349628  | 4.27        |
| 5    | oleico     | 25.34 | 2073351 | 25.31       |
| 6    | linoleico  | 32.80 | 5132239 | 62.66       |
| 7    | araquídico | 36.38 | 30478   | 0.37        |
| 8    | linolénico | 42.56 | 26606   | 0.33        |



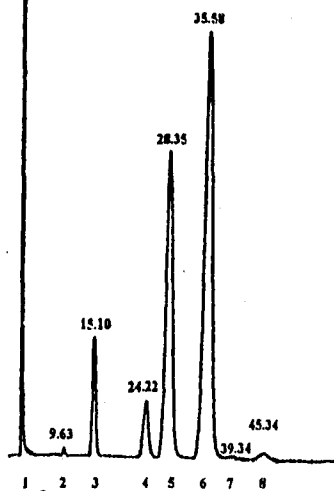
MARCA : LA TORRE

| pico | ac. gramo    | TR    | AREA     | % ac. gramo |
|------|--------------|-------|----------|-------------|
| 1    | solvente     | ----- | -----    | -----       |
| 2    | mirístico    | 9.80  | 21098    | 0.07        |
| 3    | palmitico    | 15.34 | 1819249  | 6.30        |
| 4    | palmitoleico | 17.87 | 38112    | 0.13        |
| 5    | estearico    | 24.80 | 1290072  | 4.46        |
| 6    | oleico       | 29.31 | 6370282  | 22.05       |
| 7    | linoleico    | 38.08 | 16980989 | 65.70       |
| 8    | aragidico    | 40.46 | 115082   | 0.40        |
| 9    | linolenico   | 46.14 | 257289   | 0.90        |



MARCA : CRISTAL

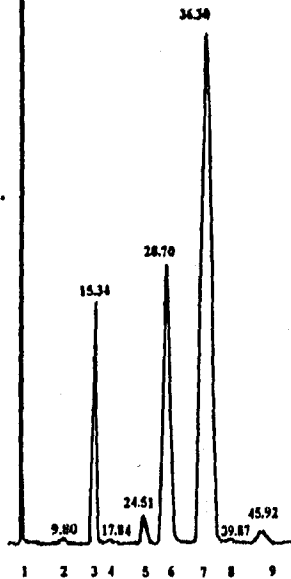
| pico | ac. graso  | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente   | ---   | ---     | ---         |
| 2    | mirtílico  | 9.63  | 20989   | 0.25        |
| 3    | palmitico  | 15.10 | 563405  | 6.61        |
| 4    | esteárico  | 24.22 | 434979  | 5.11        |
| 5    | oleico     | 28.35 | 2734319 | 32.10       |
| 6    | linoleico  | 35.58 | 4629349 | 54.35       |
| 7    | araquídico | 39.34 | 38277   | 0.45        |
| 8    | linolénico | 45.34 | 96115   | 1.13        |





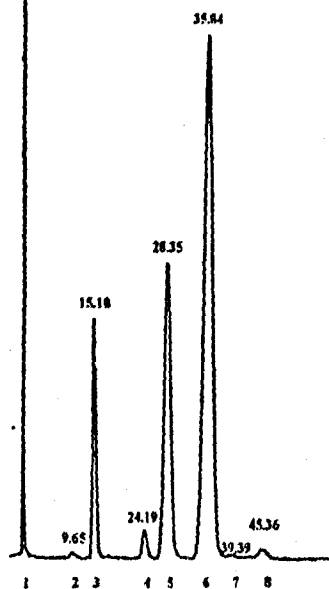
MARCA: MACEITE

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ---   | ---     | ---         |
| 2    | mirístico    | 9.80  | 4299    | 0.04        |
| 3    | palmitico    | 15.34 | 1125651 | 11.41       |
| 4    | palmitoleico | 17.84 | 9195    | 0.08        |
| 5    | estéarico    | 24.51 | 200362  | 2.13        |
| 6    | oleico       | 28.70 | 2422096 | 24.87       |
| 7    | linoleico    | 36.30 | 5712095 | 58.19       |
| 8    | araquídico   | 39.87 | 57914   | 0.49        |
| 9    | linolénico   | 45.92 | 138881  | 1.36        |



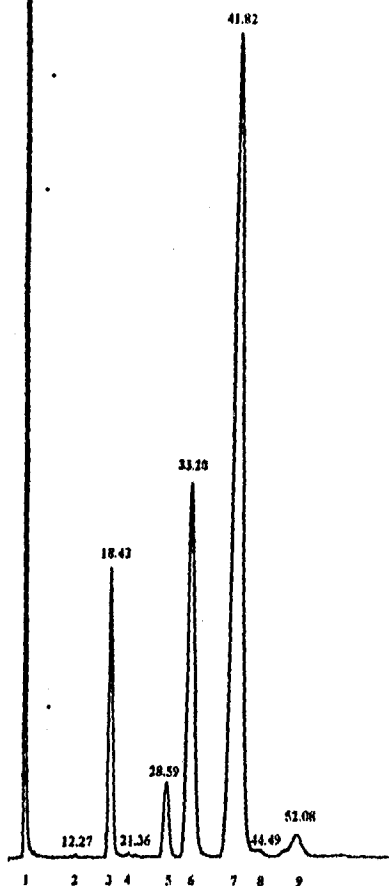
MARCA : MAZOLA (importado)

| pico | ac. graso  | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente   | ---   | ---     | ---         |
| 2    | mirístico  | 9.65  | 2956    | 0.03        |
| 3    | palmitico  | 15.10 | 1104903 | 11.13       |
| 4    | esteárico  | 24.19 | 196335  | 1.98        |
| 5    | oleico     | 28.35 | 2593469 | 26.13       |
| 6    | linoleico  | 35.89 | 5864241 | 59.09       |
| 7    | araquídico | 39.39 | 49977   | 0.50        |
| 8    | linoléico  | 45.36 | 112445  | 1.13        |



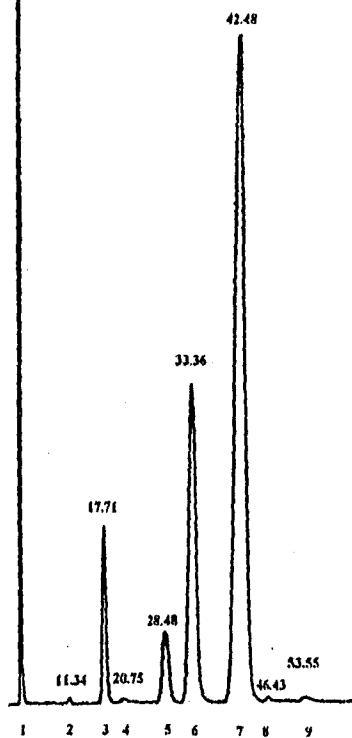
MARCA : CASA (maiz)

| pie | ac. graso    | TR    | AREA     | % ac.graso |
|-----|--------------|-------|----------|------------|
| 1   | solvente     | ---   | ---      | ---        |
| 2   | mirístico    | 12.27 | 14402    | 0.07       |
| 3   | palmitico    | 18.43 | 1557043  | 9.08       |
| 4   | palmitoleico | 21.36 | 15006    | 0.09       |
| 5   | esteárico    | 28.59 | 632519   | 3.69       |
| 6   | oleico       | 33.28 | 3738894  | 21.80      |
| 7   | linoleico    | 41.82 | 10733703 | 62.60      |
| 8   | araquídico   | 44.99 | 80107    | 0.47       |
| 9   | linolénico   | 52.08 | 378736   | 2.21       |



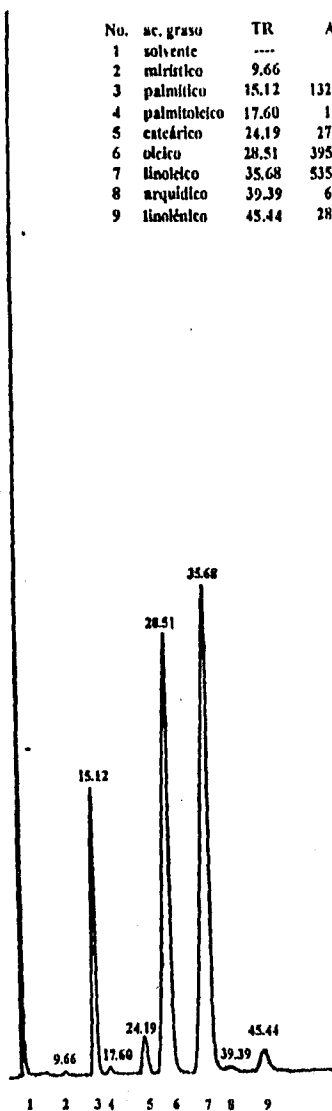
MARCA : MAZOLA (nacional)

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ---   | ---     | ---         |
| 2    | mirístico    | 11.34 | 11344   | 0.08        |
| 3    | palmitico    | 17.71 | 908617  | 6.51        |
| 4    | palmitoleico | 20.75 | 10424   | 0.07        |
| 5    | estearico    | 28.48 | 602891  | 4.32        |
| 6    | oleico       | 33.86 | 3241255 | 23.22       |
| 7    | linoleico    | 42.48 | 9128100 | 65.38       |
| 8    | araquidico   | 46.43 | 22422   | 0.16        |
| 9    | linolénico   | 53.55 | 36283   | 0.26        |



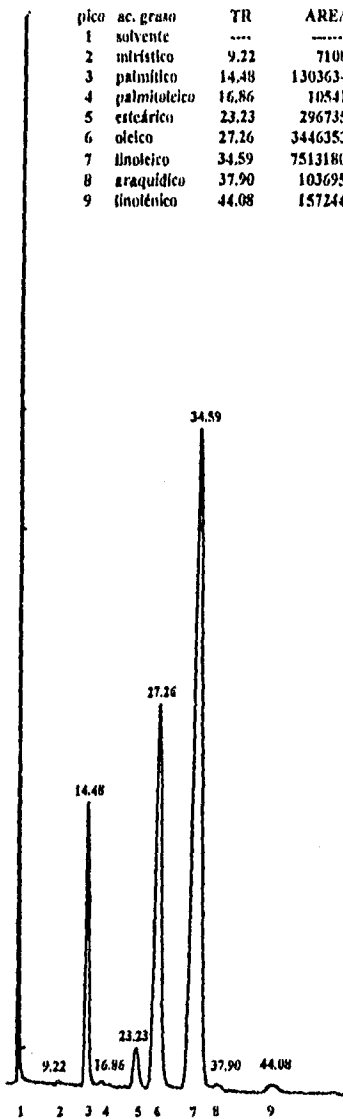
MARCA : DORELA

| No. | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|-----|--------------|-------|---------|-------------|
| 1   | solvente     | ----  | -----   | -----       |
| 2   | mirístico    | 9.66  | 6599    | 0.06        |
| 3   | palmitico    | 15.12 | 1329193 | 11.77       |
| 4   | palmitoleico | 17.60 | 19901   | 0.18        |
| 5   | estéarico    | 24.19 | 279708  | 2.48        |
| 6   | oléico       | 28.51 | 3957482 | 35.03       |
| 7   | linoleico    | 35.68 | 5358803 | 47.44       |
| 8   | arquídico    | 39.39 | 62075   | 0.55        |
| 9   | linoléico    | 45.44 | 282857  | 2.50        |



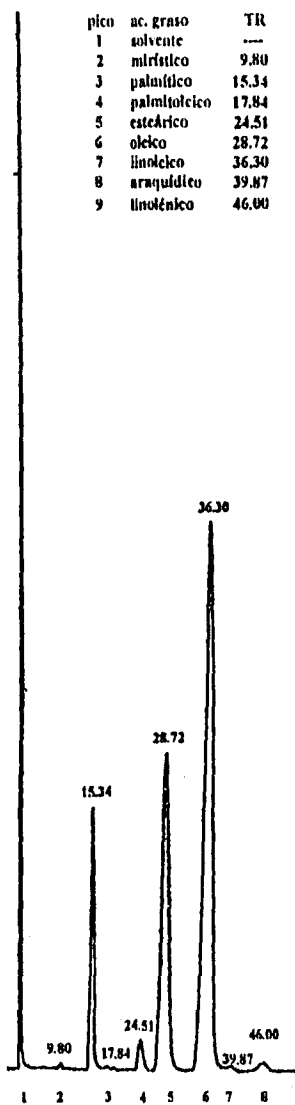
MARCA : PATRONA (malz)

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ----  | -----   | -----       |
| 2    | mirístico    | 9.22  | 7108    | 0.05        |
| 3    | palmitico    | 14.48 | 1303634 | 10.15       |
| 4    | palmitoleico | 16.86 | 10541   | 0.08        |
| 5    | estearico    | 23.23 | 296735  | 2.31        |
| 6    | oleico       | 27.26 | 3446353 | 26.84       |
| 7    | linoleico    | 34.59 | 7513180 | 58.52       |
| 8    | araquídico   | 37.90 | 103695  | 0.81        |
| 9    | linolénico   | 44.08 | 157244  | 1.22        |



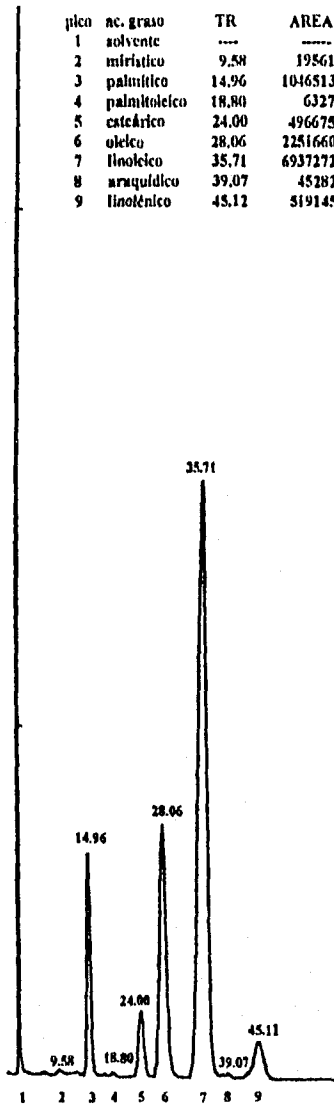
MARCA : LA GLORIA

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ---   | ---     | ---         |
| 2    | mirístico    | 9.80  | 4519    | 0.04        |
| 3    | palmitico    | 15.34 | 1217152 | 11.40       |
| 4    | palmitoleico | 17.84 | 9473    | 0.09        |
| 5    | estearico    | 24.51 | 223327  | 2.10        |
| 6    | oleico       | 28.72 | 2814724 | 26.36       |
| 7    | linoleico    | 36.30 | 6222188 | 58.27       |
| 8    | araquídico   | 39.87 | 59845   | 0.56        |
| 9    | linolénico   | 46.00 | 126585  | 1.19        |



MARCA : SARITA

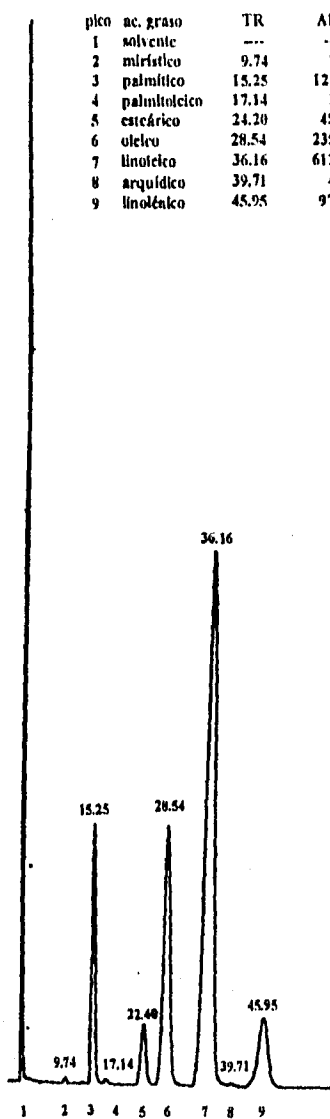
| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ----  | -----   | -----       |
| 2    | mirístico    | 9.58  | 19561   | 0.17        |
| 3    | palmitico    | 14.96 | 1046513 | 9.25        |
| 4    | palmitoleico | 18.80 | 6327    | trazas      |
| 5    | estéarico    | 24.00 | 496675  | 4.39        |
| 6    | oleico       | 28.06 | 2251660 | 19.90       |
| 7    | linoleico    | 35.71 | 6937272 | 61.30       |
| 8    | araquídico   | 39.07 | 45282   | 0.40        |
| 9    | linolénico   | 45.12 | 519145  | 4.59        |





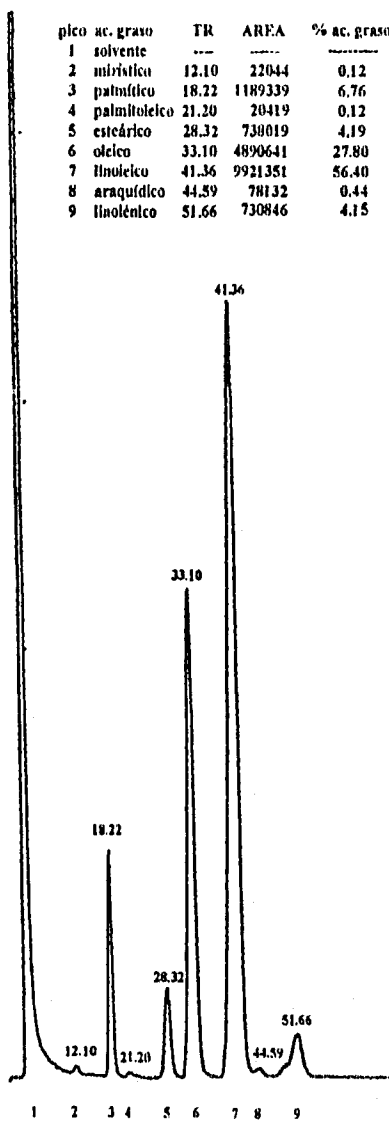
MARCA : GIGANTE

| plco | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ---   | ---     | ---         |
| 2    | mirístico    | 9.74  | 11028   | 0.10        |
| 3    | palmitico    | 15.25 | 1218700 | 10.90       |
| 4    | palmitoleico | 17.14 | 11793   | traza       |
| 5    | estearico    | 24.20 | 459952  | 4.11        |
| 6    | oleico       | 28.54 | 2357715 | 21.10       |
| 7    | linoleico    | 36.16 | 6121948 | 54.72       |
| 8    | arquídico    | 39.71 | 43868   | 0.40        |
| 9    | linoléico    | 45.95 | 975413  | 8.72        |



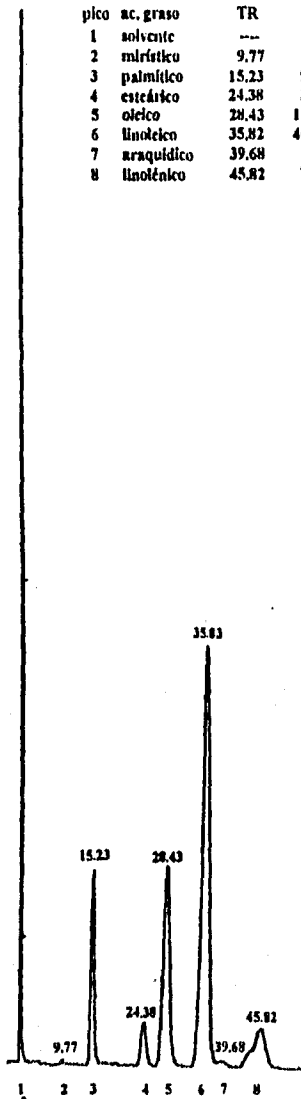
MARCA : MARAVILLA

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ---   | ---     | ---         |
| 2    | mirístico    | 12.10 | 22044   | 0.12        |
| 3    | palmitico    | 18.22 | 1189339 | 6.76        |
| 4    | palmitoleico | 21.20 | 20419   | 0.12        |
| 5    | estearico    | 28.32 | 730019  | 4.19        |
| 6    | oleico       | 33.10 | 4890641 | 27.80       |
| 7    | linoleico    | 41.36 | 9921351 | 56.40       |
| 8    | araquídico   | 44.59 | 78132   | 0.44        |
| 9    | linoléico    | 51.66 | 730846  | 4.15        |



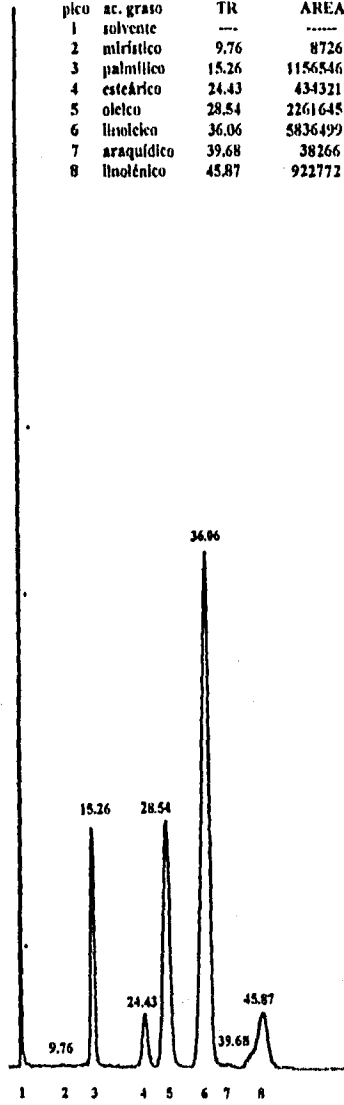
MARCA : HYSA

| pico | ac. graso  | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente   | ---   | -----   | -----       |
| 2    | mirístico  | 9.77  | 7769    | 0.09        |
| 3    | palmítico  | 15.23 | 915862  | 10.76       |
| 4    | estearico  | 24.38 | 331040  | 3.74        |
| 5    | oleico     | 28.43 | 1785947 | 21.68       |
| 6    | linoleico  | 35.82 | 4641054 | 55.23       |
| 7    | araquídico | 39.68 | 33273   | 0.42        |
| 8    | linoléico  | 45.82 | 731315  | 8.79        |



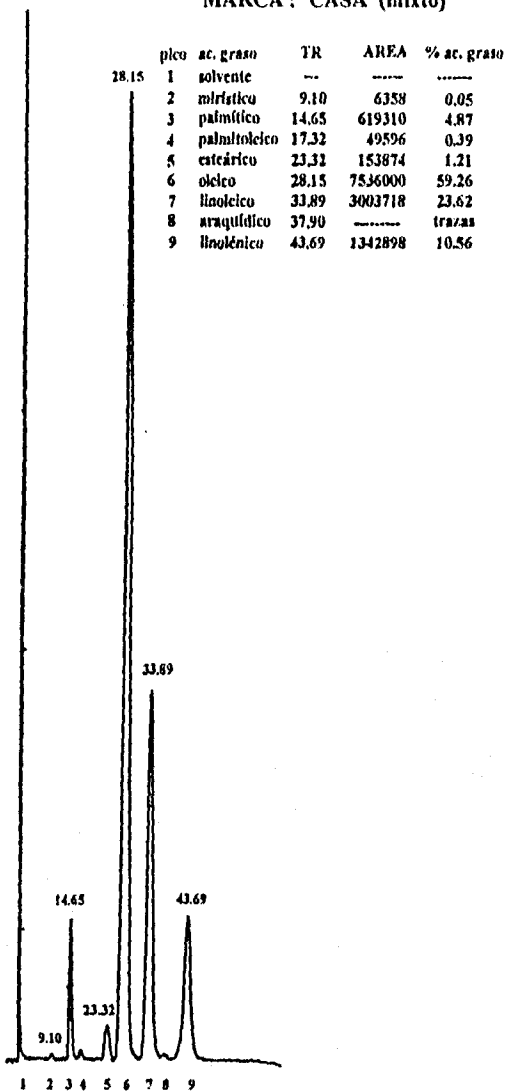
MARCA : TREBOL

| pico | ac. graso  | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente   | ---   | -----   | -----       |
| 2    | mirístico  | 9.76  | 8726    | 0.08        |
| 3    | palmitico  | 15.26 | 1156546 | 10.85       |
| 4    | estéarico  | 24.43 | 434321  | 4.07        |
| 5    | oleico     | 28.54 | 2261645 | 21.22       |
| 6    | linoleico  | 36.06 | 5836499 | 54.76       |
| 7    | araquídico | 39.68 | 38266   | 0.36        |
| 8    | linolénico | 45.87 | 922772  | 8.66        |



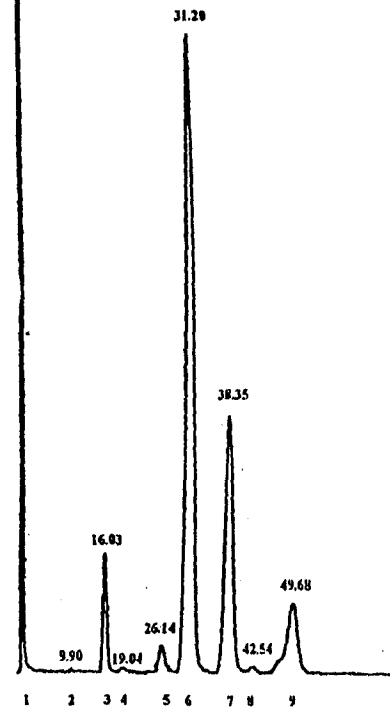


MARCA : CASA (mixto)

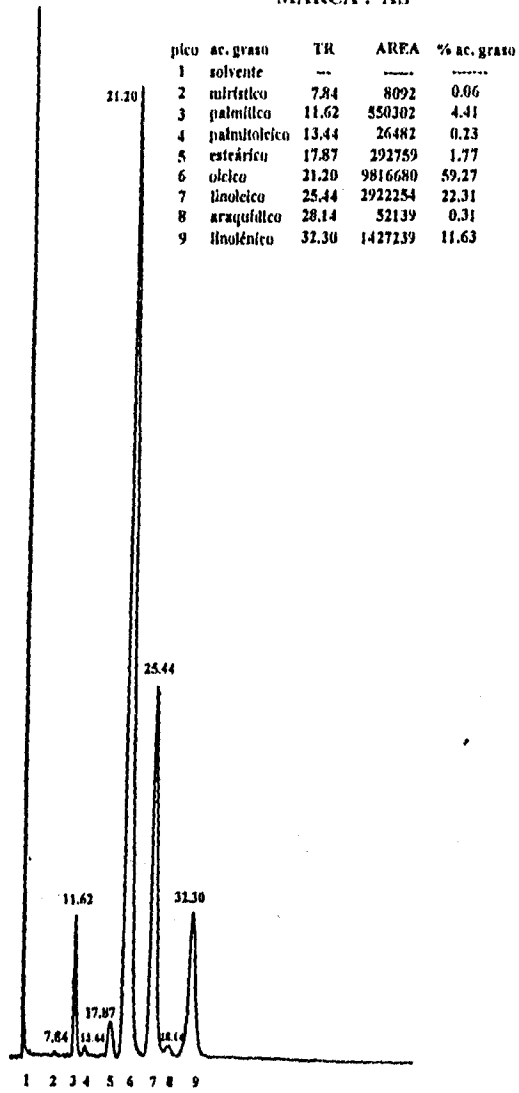


MARCA : CAPULLO

| plco | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ---   | -----   | -----       |
| 2    | mirístico    | 9.90  | 7072    | 0.06        |
| 3    | palmitico    | 16.03 | 624677  | 5.38        |
| 4    | palmitoleico | 19.04 | 29818   | 0.25        |
| 5    | estearico    | 26.14 | 234931  | 2.00        |
| 6    | oleico       | 31.20 | 6567267 | 58.04       |
| 7    | linoleico    | 38.35 | 2824498 | 23.96       |
| 8    | araquídico   | 42.54 | 69577   | 0.59        |
| 9    | linoléico    | 49.68 | 1164502 | 10.06       |



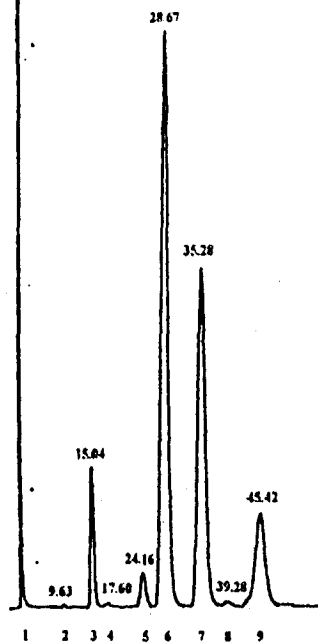
MARCA : AS





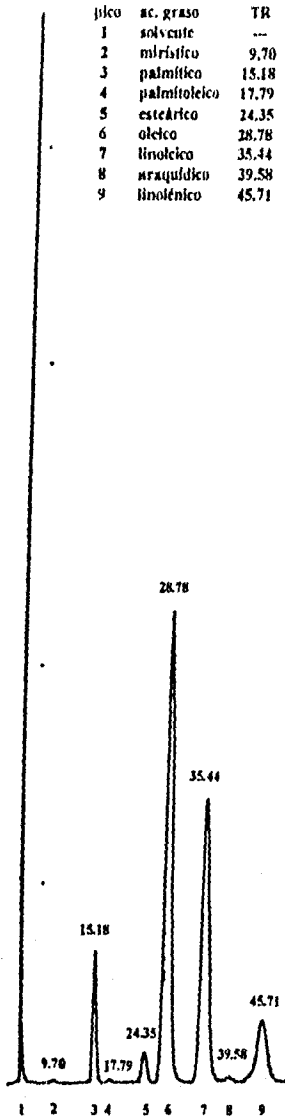
MARCA : KARTAMUS

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ----  | -----   | -----       |
| 2    | mirístico    | 9.63  | 7214    | 0.06        |
| 3    | palmitico    | 15.04 | 681004  | 5.93        |
| 4    | palmitoleico | 17.60 | 22964   | 0.20        |
| 5    | estéarico    | 24.16 | 275138  | 2.40        |
| 6    | oleico       | 28.67 | 5559595 | 48.42       |
| 7    | linoleico    | 35.28 | 3560285 | 31.01       |
| 8    | araquídico   | 39.28 | 60964   | 0.53        |
| 9    | linolénico   | 45.42 | 1313971 | 11.44       |



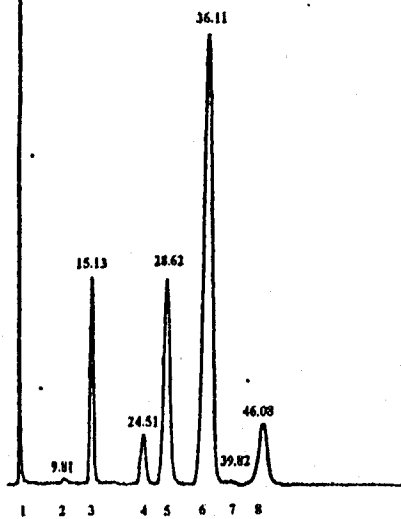
MARCA : PATRONA (mixto)

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ---   | -----   | -----       |
| 2    | mirístico    | 9.70  | 12957   | 0.14        |
| 3    | palmitico    | 15.18 | 626579  | 6.80        |
| 4    | palmitoleico | 17.79 | 22897   | 0.25        |
| 5    | estearico    | 24.35 | 229257  | 2.49        |
| 6    | oleico       | 28.78 | 4431499 | 48.07       |
| 7    | linoleico    | 35.44 | 2951011 | 32.01       |
| 8    | araquídico   | 39.58 | 51366   | 0.56        |
| 9    | linolénico   | 45.71 | 892842  | 9.69        |



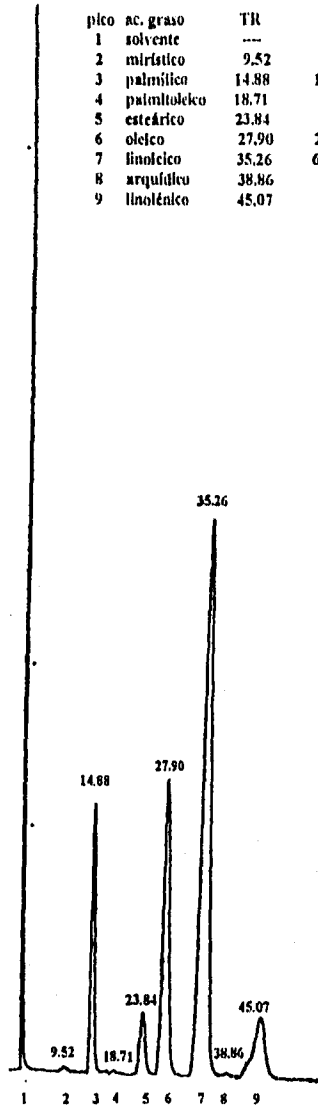
MARCA : MARFIL

| pico | ac. graso  | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente   | ---   | ---     | ---         |
| 2    | mirístico  | 9.81  | 8001    | 0.09        |
| 3    | palmitico  | 15.33 | 933739  | 10.37       |
| 4    | estearico  | 24.51 | 361580  | 4.01        |
| 5    | oleico     | 28.62 | 1839063 | 20.42       |
| 6    | linoleico  | 36.11 | 4985940 | 55.36       |
| 7    | araquidico | 39.82 | 33949   | 0.38        |
| 8    | linolenico | 46.08 | 844397  | 9.38        |

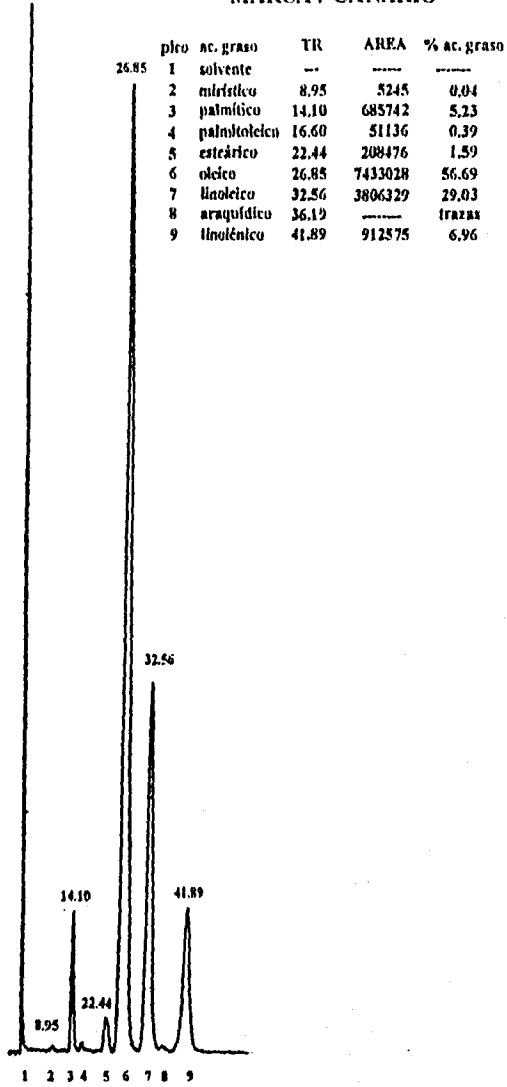


MARCA : LIBANOL

| pico | ac. graso  | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente   | ---   | ---     | ---         |
| 2    | mirístico  | 9.52  | 8886    | 0.08        |
| 3    | palmítico  | 14.88 | 1230909 | 10.73       |
| 4    | palmítico  | 18.71 | 10558   | 0.09        |
| 5    | estéarico  | 23.84 | 460098  | 4.01        |
| 6    | oleico     | 27.90 | 2606246 | 22.72       |
| 7    | linoléico  | 35.26 | 6133660 | 53.48       |
| 8    | arquílico  | 38.86 | 39708   | 0.35        |
| 9    | linolénico | 45.07 | 979873  | 8.54        |

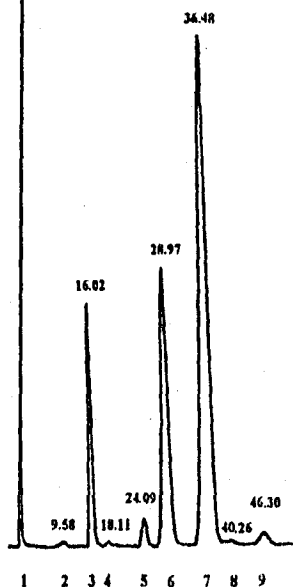


MARCA : CANARIO



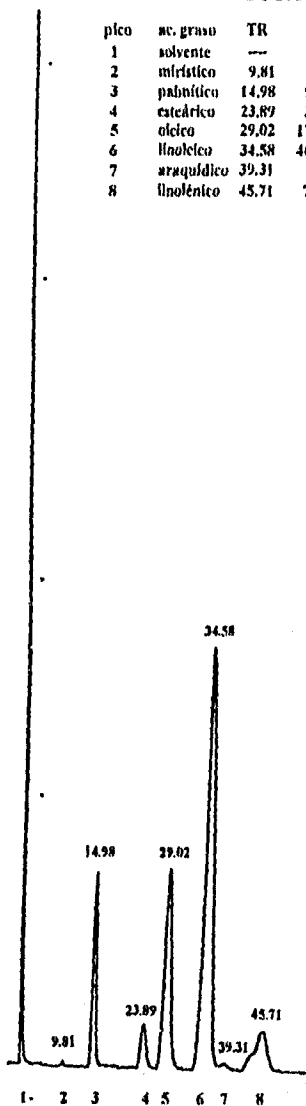
ACEITE PURO DE  
MAIZ

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ----- | -----   | -----       |
| 2    | mirístico    | 9.58  | 3868    | 0.04        |
| 3    | palmitico    | 16.02 | 1125761 | 11.64       |
| 4    | palmitoleico | 18.11 | 8704    | 0.09        |
| 5    | estérico     | 24.09 | 200198  | 2.07        |
| 6    | oleico       | 28.97 | 2466228 | 25.05       |
| 7    | linoleico    | 36.48 | 5712945 | 59.07       |
| 8    | araquídico   | 40.26 | 57062   | 0.59        |
| 9    | linolénico   | 46.30 | 139269  | 1.44        |



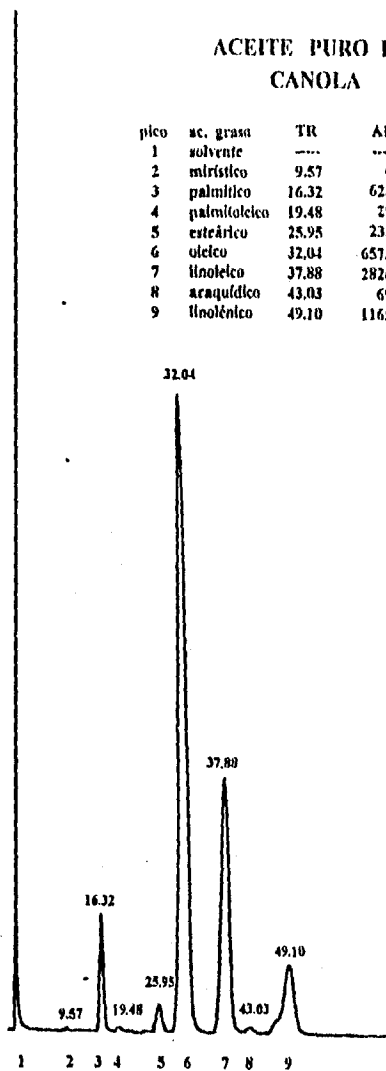
ACEITE PURO DE  
SOYA

| pico | ac. graso  | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente   | ---   | -----   | -----       |
| 2    | mirístico  | 9.81  | 7560    | 0.09        |
| 3    | palmitico  | 14.98 | 915362  | 10.84       |
| 4    | esteárico  | 23.89 | 331017  | 3.92        |
| 5    | oleico     | 29.02 | 1785125 | 21.14       |
| 6    | linoleico  | 34.58 | 4640143 | 54.95       |
| 7    | araquídico | 39.31 | 33777   | 0.4         |
| 8    | linolénico | 45.71 | 731276  | 8.66        |



ACEITE PURO DE  
CANOLA

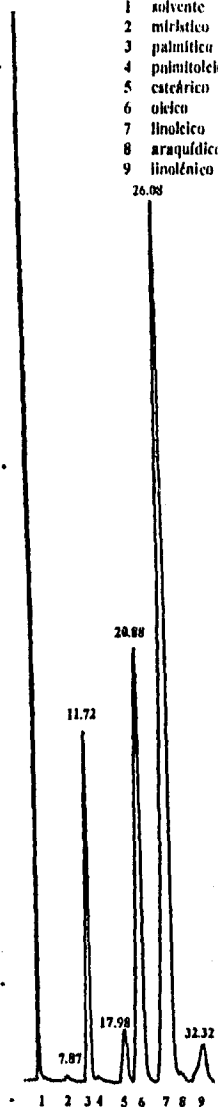
| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ----- | -----   | -----       |
| 2    | mirístico    | 9.57  | 6919    | 0.06        |
| 3    | palmitico    | 16.32 | 625047  | 5.42        |
| 4    | palmitoleico | 19.48 | 29984   | 0.26        |
| 5    | estárico     | 25.95 | 235258  | 2.04        |
| 6    | oleico       | 32.04 | 6573377 | 57.00       |
| 7    | linoleico    | 37.88 | 2826552 | 24.51       |
| 8    | araquídico   | 43.03 | 69193   | 0.60        |
| 9    | linoléico    | 49.10 | 1165909 | 10.11       |





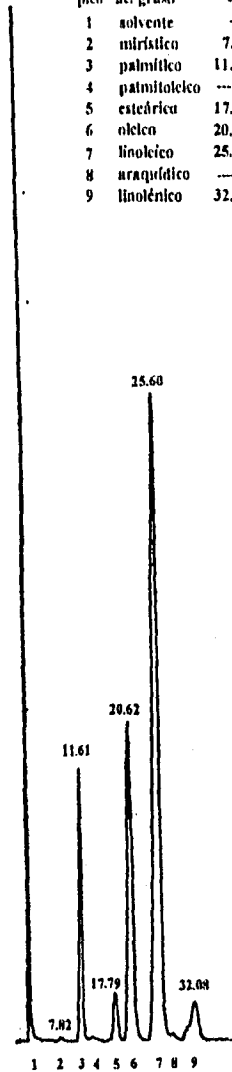
75 % GIRASOL - 25 % SOYA

| plco | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ----- | -----   | -----       |
| 2    | mirístico    | 7.87  | 12521   | 0.10        |
| 3    | palmitico    | 11.72 | 1452531 | 11.26       |
| 4    | palmitoleico | ----- | -----   | trazas      |
| 5    | esteárico    | 17.98 | 331818  | 2.57        |
| 6    | oleico       | 20.88 | 3183436 | 24.67       |
| 7    | linoleico    | 26.08 | 7529517 | 58.35       |
| 8    | araquídico   | ----- | -----   | trazas      |
| 9    | linoléico    | 32.32 | 394414  | 3.06        |



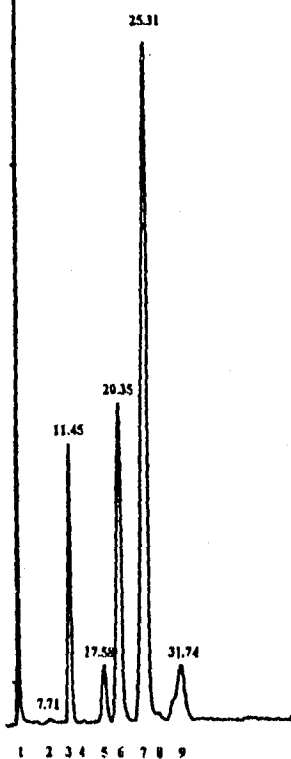
50 % GIRASOL - 50 % SOYA

| plen | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ---   | -----   | -----       |
| 2    | mirístico    | 7.82  | 8564    | 0.10        |
| 3    | palmitico    | 11.61 | 999791  | 11.17       |
| 4    | palmitoleico | ----- | -----   | trazas      |
| 5    | estéarico    | 17.79 | 263792  | 2.95        |
| 6    | oleico       | 20.62 | 2116167 | 23.65       |
| 7    | linoleico    | 25.60 | 5146675 | 57.53       |
| 8    | araquídico   | ----- | -----   | trazas      |
| 9    | linolénico   | 32.08 | 411296  | 4.60        |



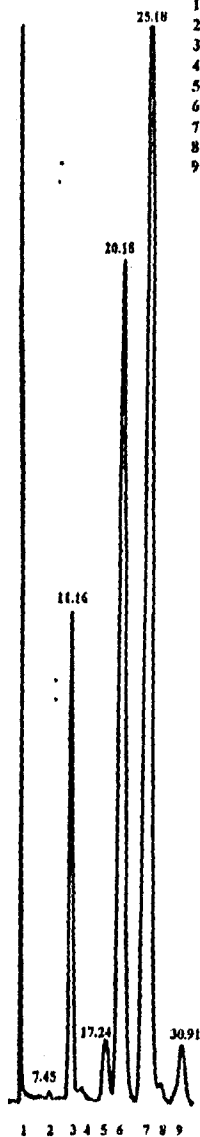
25 % GIRASOL - 75 % SOYA

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ----- | -----   | -----       |
| 2    | mirístico    | 7.71  | 9163    | 0.09        |
| 3    | palmitico    | 11.45 | 1069685 | 11.07       |
| 4    | palmitoleico | ----- | -----   | trazas      |
| 5    | estearico    | 17.58 | 325285  | 3.36        |
| 6    | oleico       | 20.35 | 2188044 | 22.65       |
| 7    | linoleico    | 25.31 | 5443468 | 56.36       |
| 8    | araquídico   | ----- | -----   | trazas      |
| 9    | linoléico    | 31.74 | 623142  | 6.45        |



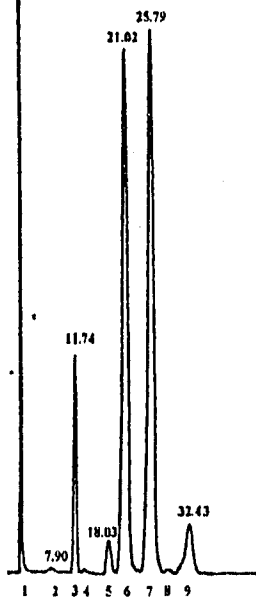
75 % GIRASOL - 25 % CANOLA

| plco | ac. graso    | TR    | AREA     | %ac. graso |
|------|--------------|-------|----------|------------|
| 1    | solvente     | ---   | -----    | -----      |
| 2    | mirístico    | 7.45  | 16588    | 0.07       |
| 3    | palmitico    | 11.16 | 2393807  | 10.57      |
| 4    | palmitoleico | 13.98 | 2719     | 0.01       |
| 5    | esteárico    | 17.24 | 497439   | 2.20       |
| 6    | oleico       | 20.18 | 7426728  | 32.80      |
| 7    | linoleico    | 25.18 | 11660417 | 51.50      |
| 8    | araquídico   | 26.92 | 41242    | 0.18       |
| 9    | linoléico    | 30.91 | 604247   | 2.67       |



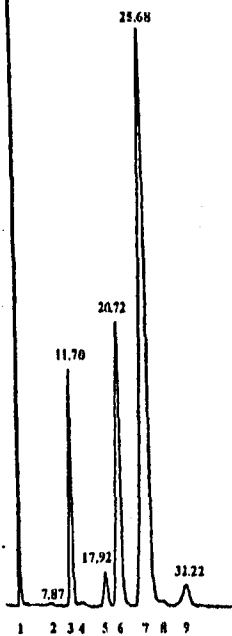
50 % GIRASOL - 50 % CANOLA

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ----- | -----   | -----       |
| 2    | mirístico    | 7.90  | 7995    | 0.08        |
| 3    | palmitico    | 11.44 | 849885  | 8.95        |
| 4    | palmitoleico | ----- | -----   | trazas      |
| 5    | estearico    | 18.03 | 191183  | 2.01        |
| 6    | oleico       | 21.02 | 3703370 | 39.00       |
| 7    | linoleico    | 25.79 | 4270907 | 44.98       |
| 8    | araquídico   | ----- | -----   | trazas      |
| 9    | linolénico   | 32.43 | 472760  | 4.98        |



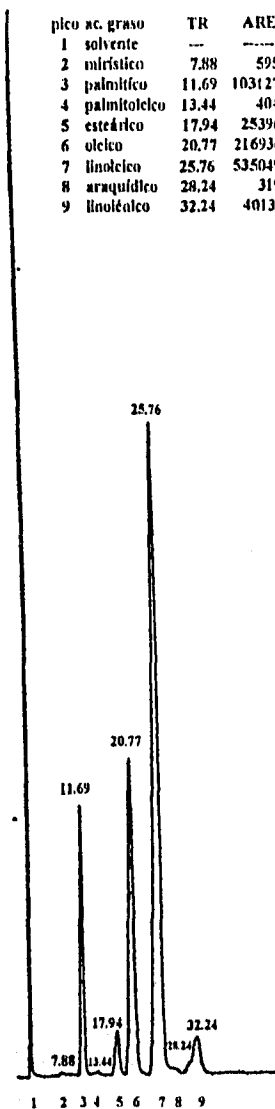
75 % MAIZ - 25 % SOYA

|   | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|---|--------------|-------|---------|-------------|
| 1 | solvente     | ---   | -----   | -----       |
| 2 | mirístico    | 7.87  | 5945    | 0.08        |
| 3 | palmitico    | 11.70 | 902063  | 11.57       |
| 4 | palmitoleico | ---   | -----   | traza       |
| 5 | estearico    | 17.92 | 185390  | 2.38        |
| 6 | oleico       | 20.72 | 1929514 | 24.74       |
| 7 | linoleico    | 25.68 | 4566929 | 58.56       |
| 8 | araquidico   | ---   | -----   | traza       |
| 9 | linolenico   | 32.22 | 208378  | 2.67        |



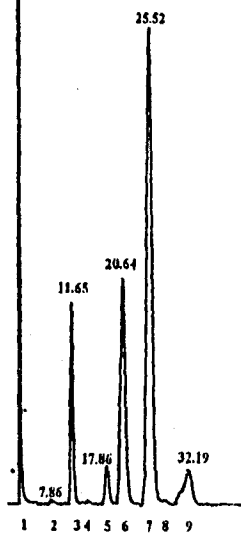
50 % MAIZ - 50 % SOYA

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ---   | ---     | ---         |
| 2    | mirístico    | 7.88  | 5952    | 0.06        |
| 3    | palmitico    | 11.69 | 1031278 | 11.89       |
| 4    | palmitoleico | 13.44 | 4045    | 0.04        |
| 5    | estearico    | 17.94 | 253968  | 2.75        |
| 6    | oleico       | 20.77 | 2169363 | 23.53       |
| 7    | linoleico    | 25.76 | 5350492 | 58.03       |
| 8    | araquídico   | 28.24 | 3194    | 0.03        |
| 9    | linoléico    | 32.24 | 401341  | 4.35        |



25 % MAIZ - 75 % SOYA

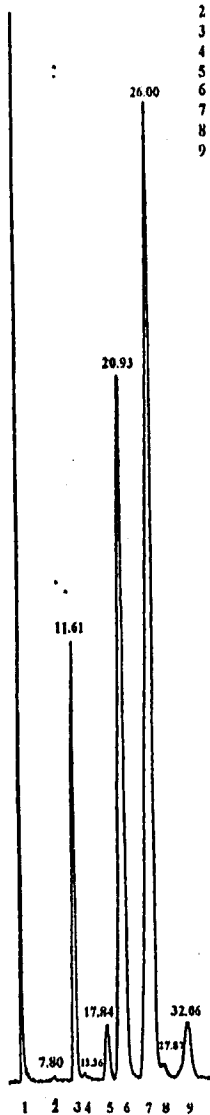
| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ----  | -----   | -----       |
| 2    | mirístico    | 7.86  | 4720    | 0.07        |
| 3    | palmitico    | 11.65 | 722060  | 11.14       |
| 4    | palmitoleico | ----- | -----   | trazas      |
| 5    | estearico    | 17.86 | 210505  | 3.25        |
| 6    | oleico       | 20.64 | 1464550 | 22.61       |
| 7    | linoleico    | 25.52 | 3666620 | 56.60       |
| 8    | arquidico    | ----- | -----   | trazas      |
| 9    | linolénico   | 32.19 | 410039  | 6.33        |





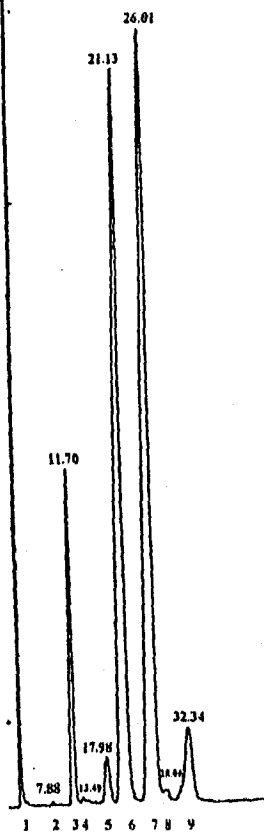
75 % MAIZ - 25 % CANOLA

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ---   | ---     | ---         |
| 2    | mirístico    | 7.80  | 8676    | 0.05        |
| 3    | palmitico    | 11.61 | 1666626 | 10.24       |
| 4    | palmitoleico | 13.36 | 18649   | 0.11        |
| 5    | estearico    | 17.84 | 322255  | 1.98        |
| 6    | oleico       | 20.93 | 5110432 | 31.40       |
| 7    | linoleico    | 26.00 | 8482569 | 52.11       |
| 8    | araquidico   | 27.87 | 103475  | 0.64        |
| 9    | linolenico   | 32.06 | 566274  | 3.48        |



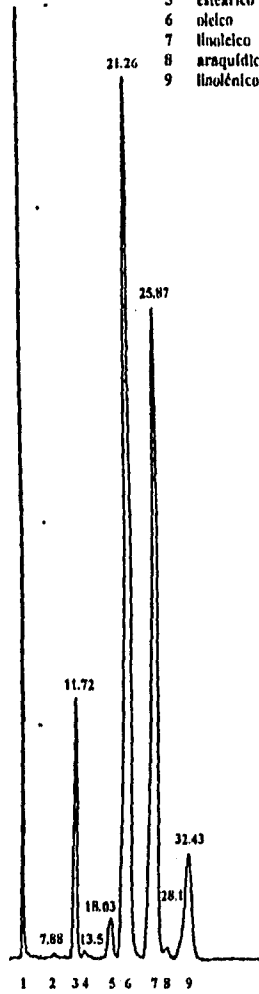
50 % MAIZ - 50 % CANOLA

| pico ac. graso | TR    | AREA    | % ac. graso |
|----------------|-------|---------|-------------|
| 1 solvente     | ----  | -----   | -----       |
| 2 mirístico    | 7.88  | 8564    | 0.06        |
| 3 palmítico    | 11.70 | 1277693 | 9.01        |
| 4 palmítolico  | 13.49 | 30985   | 0.22        |
| 5 esteárico    | 17.98 | 274905  | 1.94        |
| 6 oleico       | 21.13 | 5330252 | 37.61       |
| 7 linoleico    | 26.01 | 6395777 | 45.13       |
| 8 araquídico   | 28.06 | 95104   | 0.67        |
| 9 linolénico   | 32.34 | 759873  | 5.36        |



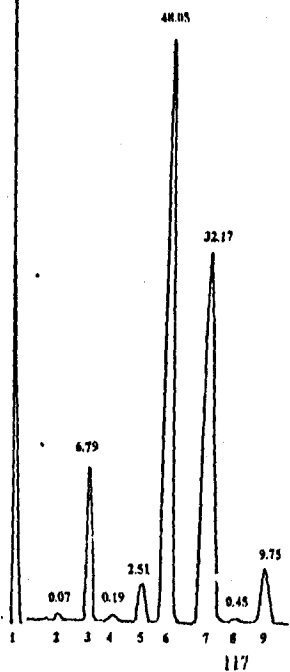
25 % MAIZ - 75 % CANOLA

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ---   | ---     | ---         |
| 2    | mirístico    | 7.88  | 10560   | 0.07        |
| 3    | palmitico    | 11.72 | 1084022 | 7.37        |
| 4    | palmitoleico | 13.50 | 40567   | 0.28        |
| 5    | esteárico    | 18.03 | 291952  | 1.98        |
| 6    | oleico       | 21.26 | 6816919 | 46.34       |
| 7    | linoleico    | 25.87 | 5235584 | 35.59       |
| 8    | araquídico   | 28.14 | 86335   | 0.59        |
| 9    | linolénico   | 32.43 | 1143281 | 7.77        |



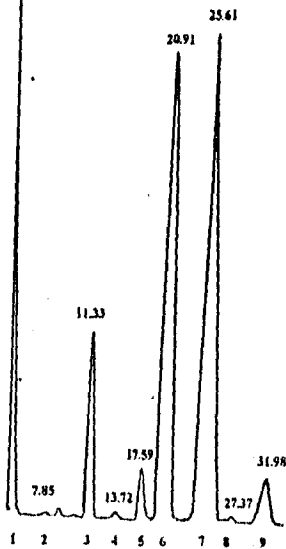
75 % CANOLA - 25 % SOYA

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ----- | -----   | -----       |
| 2    | mirístico    | 7.76  | 9853    | 0.07        |
| 3    | palmitico    | 11.46 | 955742  | 6.79        |
| 4    | palmitoleico | 13.78 | 26744   | 0.19        |
| 5    | estearico    | 17.78 | 353301  | 2.51        |
| 6    | oleico       | 20.79 | 6763390 | 48.05       |
| 7    | linoleico    | 25.58 | 4528163 | 32.17       |
| 8    | araquídico   | 27.24 | 63341   | 0.45        |
| 9    | linolénico   | 31.96 | 1372383 | 9.75        |



50 % CANOLA - 50 % SOYA

| pico | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ----- | -----   | -----       |
| 2    | mirístico    | 7.85  | 6569    | 0.07        |
| 3    | palmitico    | 11.33 | 764781  | 8.15        |
| 4    | palmitoleico | 13.72 | 12199   | 0.13        |
| 5    | estearico    | 17.59 | 279638  | 2.98        |
| 6    | oleico       | 20.91 | 3670013 | 39.11       |
| 7    | linoleico    | 25.61 | 3738515 | 39.84       |
| 8    | araquídico   | 27.37 | 28132   | 0.30        |
| 9    | linolénico   | 31.98 | 882079  | 9.40        |



25 % CANOLA - 75 % SOYA

| plco | ac. graso    | TR    | AREA    | % ac. graso |
|------|--------------|-------|---------|-------------|
| 1    | solvente     | ..... | .....   | .....       |
| 2    | mirístico    | 7.59  | 8403    | 0.08        |
| 3    | palmitico    | 11.39 | 1000007 | 9.52        |
| 4    | palmitoleico | 13.75 | 6303    | 0.06        |
| 5    | esteárico    | 17.68 | 363448  | 3.46        |
| 6    | oleico       | 20.85 | 3169141 | 30.17       |
| 7    | linoleico    | 25.59 | 4989532 | 47.50       |
| 8    | araquídico   | 27.29 | 15756   | 0.15        |
| 9    | linoléico    | 31.85 | 949587  | 9.04        |

