

300627

5

24



UNIVERSIDAD LA SALLE

ESCUELA DE QUIMICA

INCORPORADA A LA U. N. A. M.

**"PRINCIPALES APLICACIONES DE LA LECITINA
DE SOYA EN ALIMENTOS PROCESADOS"**

TESIS PROFESIONAL

**QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO**

P R E S E N T A :

CLAUDIA MA. MARGARITA APELLANIZ CAMPO

México, D. F.

1987.



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 está 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.

I N D I C E

<u>CAPITULO</u>		<u>PAGINA</u>
I	OBJETIVO	2
II	INTRODUCCION	4
III	GENERALIDADES	10
	3.1 Composición	10
	3.2 Propiedades Físicas	13
	3.3 Propiedades Químicas	16
	3.4 Grados Comerciales o Clasificación	18
IV	METODO DE OBTENCION	28
	4.1 Condiciones de Cultivo de la Soya	28
	4.2 Tiempo de Recolección	29
	4.3 Almacenamiento de la Soya	29
	4.4 Proceso de Obtención de Lecitina	30
	4.5 Manipulación y Almacenamiento de los Productos de Lecitina	40
V	LECITINA DE SOYA EN ALGUNOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS	43
	5.1 Productos Horneados	46
	5.2 Macarrones y Pastas	51
	5.3 Margarina	52
	5.4 Productos Lácteos	53
	5.5 Productos Cárnicos	55
	5.6 Crena de Cacahuete	56
	5.7 Confitería	56
	5.8 Alimentos Instantáneos	57
	5.9 Chocolate	57

<u>CAPITULO</u>	<u>PAGINA</u>
5.10 Saborizantes en Emulsión	59
5.11 Mayonesa	59
VI ASPECTOS COMPLEMENTARIOS	62
6.1 Aspectos Legales	62
6.2 Nutrición y Terapia	65
6.3 Panorama de la Lecitina en México	69
VII DISCUSION	73
VIII CONCLUSIONES	79
BIBLIOGRAFIA	82

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	<u>PAGINA</u>
CUADRO No. 1 Análisis de una Muestra de Lecitina Comercial Libre de Aceite	12
CUADRO No. 2 Composición de los Acidos Grasos en la Lecitina de Soya	13
CUADRO No. 3 Solubilidad de los Fosfolípidos en Algunos Disolventes	15
CUADRO No. 4 Especificaciones de la Lecitina de Soya Natural	20
CUADRO No. 5 Hidratación de los Fosfolípidos en el Aceite	32
CUADRO No. 6 Composición de la Lecitina de Soya y sus Diversas Fracciones	36
FIGURA No. 1 Obtención de los Productos de Soya	6
FIGURA No. 2 Clasificación de los Fosfolípidos	10
FIGURA No. 3 Estructura Química de los Fosfolípidos	11
FIGURA No. 4 Clasificación de los Productos de Lecitina	19
FIGURA No. 5 Obtención de la Lecitina de Soya	33

C A P I T U L O 1

OBJETIVO

OBJETIVO

El objetivo de este trabajo consiste en realizar una recopilación de datos importantes sobre la lecitina de soya para poder brindar al tecnólogo en alimentos y a la industria alimentaria una herramienta de consulta de fácil acceso, disponibilidad y actualidad.

C A P I T U L O 11

INTRODUCCION

INTRODUCCION

La soya (*Glicine max*) es una leguminosa que se cultiva y consume en los países orientales desde hace muchos años. El gran interés en el cultivo de la soya en China y sus avances en la agricultura se encuentran escritos en una publicación que data del año 2,207 a. C. (Smith A., 1980). Más tarde fué introducida a Corea, Japón y otros países orientales (500-600 a. C.); de ahí pasó a Europa y fué hasta finales del siglo XVIII y principios del XIX que se conoció en los Estados Unidos de Norteamérica (E.U.A.).

Alrededor de 1925, la soya fué establecida en los E.U.A. como una leguminosa de cosecha primordial y adquirió mayor importancia comercial durante la Segunda Guerra Mundial. Al principio la soya era procesada exclusivamente para la obtención del aceite, el cual se utilizaba para la fabricación de jabones, pinturas y barnices. Su uso en alimentos estuvo restringido por mucho tiempo hasta que se logró solucionar el problema de la inestabilidad del sabor del aceite con el proceso de hidrogenación. Actualmente el aceite de soya es el aceite vegetal de mayor consumo mundial (Gustafson E., 1978).

Asimismo, la pasta obtenida como subproducto de extracción era usada como fertilizante hasta que se descubrió su alto contenido proteínico. Recientemente la demanda mundial alcanzada por la proteína ha hecho de la pasta de soya el producto principal si se considera que la semilla la contiene en un 40% y es proteína de alto valor nutricional y calidad, el 20% restante corresponde al contenido de aceite poliinsaturado (Dubois K., 1981).

La soya se somete a las operaciones básicas de limpieza, molienda, descascarillado y calentamiento para obtener diversos productos sin desgrasar, o bien se realiza una extracción por disolventes para la obtención del aceite y productos desgrasados.

La pasta o torta de soya obtenida se utiliza para la elaboración de alimentos balanceados comerciales con alto contenido proteínico principalmente para aves de corral y cerdo, y en menor escala para el ganado vacuno, lechero, de rastro y ovinos. También es destinada para consumo humano en la fortificación nutricional de varios alimentos (Doty O., 1984).

Con el gran desarrollo y mejoramiento de las técnicas de elaboración se ha logrado obtener una amplia gama de productos - con diferentes propiedades, las cuales les permiten adaptarse a diversos sistemas alimenticios (Fig. No. 1), entre otros productos obtenidos de la soya encontramos:

1. HARINAS SIN DESGRASAR:

Presentan lípidos que contribuyen al valor nutritivo de la soya, ya que su aceite contiene alto porcentaje de ácidos grasos esenciales (linoléico y linolénico). Durante su elaboración se pueden obtener productos que tienen actividad enzimática importante, principalmente de amilasa, lipasa, proteasa, ureasa y lipoxidasa.

2. HARINAS DESGRASADAS:

Se elaboran por molienda de la soya desgrasada hasta obtener un tamaño similar al de la harina de trigo. Este tipo de harina es el más común en el mercado ya que la extracción del aceite resulta económicamente rentable y es la harina de mayor aplicación en la industria alimentaria. Las harinas de soya desgrasadas se consideran excelentes sustitutos de la leche desnatada en polvo desde el punto de vista nutricional, económico y funcional (Food Protein Council, 1978).

3. CONCENTRADOS PROTEINICOS:

Obtenidos por extracción de los carbohidratos y sustancias minerales en agua y posterior inactivación de factores antinutricionales, presenta un contenido proteínico del 70% (Onayemi O., - 1978).

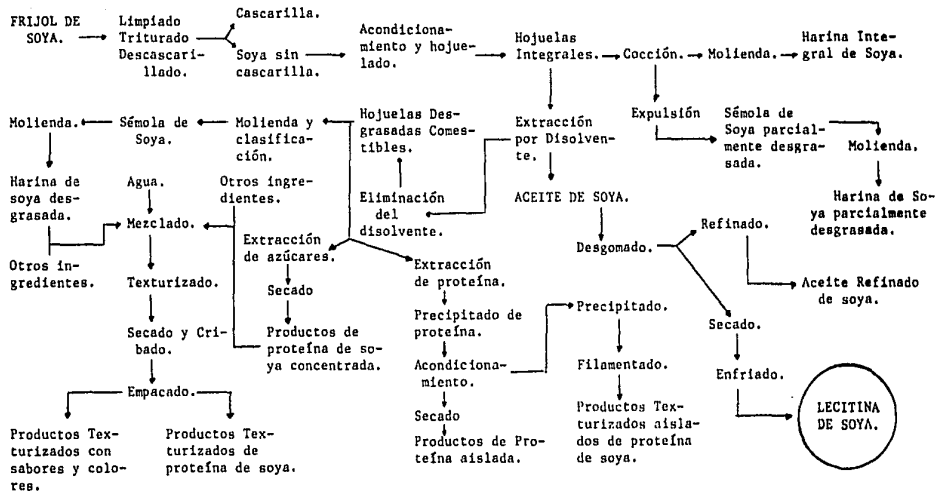


FIG. No. 1 OBTENCIÓN DE LOS PRODUCTOS DE SOYA.

Fuente: Asociación Americana de Soya, 1980.

4. AISLADOS PROTEINICOS:

Son la forma comercial más purificada de la soya, contienen 90% o más de proteína. Se extraen a partir de la harina desgrasada, obteniéndose una cuajada por precipitación a partir del suero de soya. Los aislados proteínicos encuentran gran aplicación en panadería y alimentos texturizados (Johnson D., 1970).

5. SALVADO DE SOYA:

Obtenido por tostado y molienda de la cubierta exterior de la soya. Posee un contenido aproximado de 38% de fibra. Se usa en la elaboración de panes integrales, o como fuente única de fibra.

6. ACEITE DE SOYA:

Para éste se pueden seguir dos tipos de refinamiento: obtención de aceite técnico para su uso en la industria y la obtención de aceite comestible para su uso en productos alimenticios.

La producción de LECITINA es completamente incidental a la producción de aceite de soya; originalmente la LECITINA era considerada como un sedimento indeseable que se presentaba durante el desgomado del aceite en el proceso y el principal problema era su eliminación (Markley K., 1951).

Es necesario aclarar que el término LECITINA para la mayoría de los químicos se refiere específicamente al fosfolípido "fosfatidicolina", pero para el tecnólogo en alimentos la "Lecitina de Soya Comercial" consiste en una mezcla compleja de compuestos que incluye: fosfátidos, triglicéridos, fitoglicolípidos, fitosteroles, tocoferoles y ácidos grasos (Corbin F., 1979).

Revisando un poco el pasado, se tiene que los fosfolípidos fueron aislados originalmente a partir de los tejidos del cerebro en 1812, y más tarde se encontraron en la yema de huevo en 1847, pero permanecieron por muchos años sin identificación hasta que en 1891 fueron descubiertos en algunas semillas vegeta-

les y principalmente en la soya. Para éste tiempo debido a la gran complejidad del proceso y su alto costo la producción comercial de lecitina resultaba incosteable (Iveson H., 1972).

Actualmente se sabe que los fosfolípidos están muy relacionados con los procesos vitales más importantes, son constituyentes del cerebro, de los nervios, el hígado, los pulmones, etc.

Investigaciones realizadas demostraron que los fosfolípidos se encuentran asociados con el aceite, pero extrañamente la proporción de éstos varía de modo general en función del contenido de proteína más que del contenido de aceite. La soya a diferencia del resto de las oleaginosas presenta mayor contenido de proteína (40%) que de aceite (20%), razón por la cual representa la fuente principal de los fosfolípidos (Markley K., 1951).

Durante la década de 1930, con la gran expansión de técnicas de extracción por disolventes para la producción de aceites vegetales, se obtuvieron volúmenes muy grandes de "gomas" o lecitina natural y con ellos se creó la necesidad de buscar su aprovechamiento y su introducción en el mercado (Sullivan, Meeting - 1985).

A partir de entonces se intensificaron las investigaciones con el propósito de encontrar aplicaciones industriales para el subproducto del desgomado del aceite, y no en vano en un espacio de 20 años nos encontramos que se usa en numerosos productos alimenticios, farmacéuticos, en textiles, en pinturas, gasolina de alto octanaje, etc... (Scoeca P., 1976).

Existen otras fuentes de lecitina como son la semilla de maíz, algodón, girasol y cacahuete, pero éste trabajo se limita a considerar exclusivamente a la lecitina de soya y su aplicación en la industria de los alimentos, en virtud de ser actualmente la fuente de lecitina comercial más ampliamente disponible.

C A P I T U L O 111

GENERALIDADES

GENERALIDADES

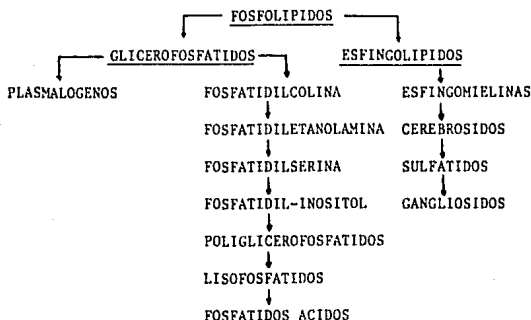
Para introducirnos en el tema se consideran a continuación la composición, clasificación y las propiedades físicas y químicas las cuales determinan directamente la funcionalidad y versatilidad de la lecitina de soya comercial.

3.1 COMPOSICION

La lecitina natural de soya presenta como principales constituyentes fosfolípidos (Fig. No. 2) (Szhuj B., 1983), los cuales son compuestos formados por: glicerol, esfingosinas, ácidos grasos, ácido fosfórico y además por colina, serina, etanolamina o inositol (Ingleton J., 1971 ; Iveson H., 1972).

Los fosfolípidos se encuentran presentes en todos los seres vivos como constituyentes de las paredes celulares y son esenciales para la vida como participantes activos en los procesos metabólicos (Szhuj B., 1985 ; Páez B., 1978).

FIG. No. 2 CLASIFICACION DE LOS FOSFOLIPIDOS



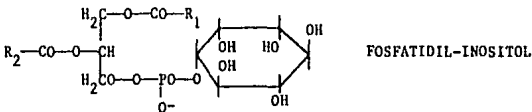
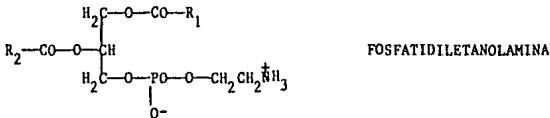
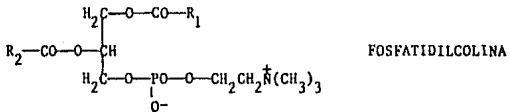
Fuente: Lucas Meyer Co., 1978.

Los principales fosfolípidos presentes en la lecitina de soya natural son:

- Fosfatidilcolina (15%)
- Fosfatidiletanolamina (14%)
- Fosfatidil-inositol (12%) (Scholfield C., 1981).

Las fórmulas de los principales fosfolípidos muestran un balance entre las partes hidrofóbicas e hidrofílicas de las moléculas y ésta propiedad es la responsable de las propiedades emulsificantes de la lecitina (Van Nieuwenhuyzen W., 1981) (Fig. No.-3).

FIG. No. 3 ESTRUCTURAS QUIMICAS DE LOS FOSFOLIPIDOS



Fuente: Szuhaj B., 1985.

Para poder observar la complejidad química de la lecitina de soya comercial se presenta a continuación la composición de una muestra de lecitina libre de aceite analizada por métodos cromatográficos. Aproximadamente el 20% de la muestra está constituida por compuestos no fosfolípidicos de los cuales algunos permanecen aún sin identificación.

CUADRO No. 1 ANALISIS DE UNA MUESTRA DE LECITINA
COMERCIAL LIBRE DE ACEITE

<u>COMPUESTOS:</u>	<u>PORCENTAJE:</u>
a) LIPIDOS NEUTROS:	
Triglicéridos	2.0
Ácidos grasos libres	0.12
Esteroles	0.23
Compuestos no identificados	0.15
	<hr/> 2.5
b) GLICOLIPIDOS:	
Esterilglicósidos esterificados	6.2
Esterilglicósidos + cerebrósidos	3.7
Digalactosil diglicérido	1.7
Compuestos no identificados	3.4
	<hr/> 15.0
c) FOSFOLIPIDOS:	
Fosfatidiletanolamina	23.5
Fosfatidilcolina	29.0
Acido Fosfatídico	15.1
Compuestos no identificados	7.9
	<hr/> 82.5

a) Por diferencia pero contiene mono y diglicéridos, esterol ésteres, pigmentos y otras sustancias desconocidas.

b) Por diferencia compuestos no identificados.

c) Por diferencia pero contiene acilfosfatidiletanolamina, difosfatidilglicerol, lisofosfatidiletanolamina, lisofosfatidilcolinas y otros compuestos no identificados.

Fuente: Erdahl W et. al, 1973.

Además de los principales fosfolípidos que constituyen la lecitina de soya natural (Fig. No. 3) encontramos los siguientes compuestos: fosfatidilserina, esteroides, esterilglicósidos, tocoferoles, fitoglicolípidos y carbohidratos (Scholfield C., 1981 ; Scocca P., 1976). También se han encontrado trazas de riboflavina, biotina y otras vitaminas (Chang S., 1964). A continuación se proporciona la composición de los ácidos grasos en la lecitina de soya:

CUADRO No. 2 COMPOSICION DE LOS ACIDOS GRASOS EN LA LECITINA DE SOYA

ACIDOS		PORCENTAJE
Palmítico	(16:0)	21.5
Palmitoléico	(16:1)	-
Esteárico	(18:0)	4.3
Oleico	(18:1)	7.2
Linoleico	(18:2)	60.9
Linoléico	(18:3)	60.1

* Precipitación por Acetona
Fuente: Rydhag L. and Wilton L., 1981.

3.2 PROPIEDADES FISICAS DE LA LECITINA DE SOYA

3.2.1. CONSISTENCIA

La consistencia de la lecitina de soya natural con un contenido de 65% de fosfolípidos es sólida a temperatura ambiente y presenta su viscosidad máxima a una humedad del 2.3% (Brian R.,-1971).

La lecitina de soya natural es muy funcional y útil pero presenta una gran desventaja, para obtenerla en forma líquida es necesario adicionarle aceite o ácidos grasos y someterla posteriormente a procesos térmicos y de mezclado. La lecitina de soya líquida

da obtenida presenta características de flujo Newtonianas (Markley K., 1951). El perfil de viscosidad de la lecitina está en función de:

- Contenido de humedad.
- Contenido de minerales.
- Contenido de insolubles en acetona.
- Valor de acidez.

Generalmente a mayor contenido de humedad y/o insolubles - en acetona se tiene mayor viscosidad, mientras que al aumentar el valor de la acidez la viscosidad se ve disminuida.

3.2.2 SOLUBILIDAD

Como puede observarse en las estructuras químicas de los - fosfolípidos presentes en la lecitina de soya (Fig. No. 3), la fosfatidilcolina y fosfatidiletanolamina se encuentran en forma --- de doble ión ("zwitterions"), con una carga negativa en el oxígeno del grupo fosfato y una carga positiva en el grupo nitrogenado; es es tos fosfátidos podrían ser catiónicos o aniónicos si no formaran - endo-ésteres neutralizándose entre sí mismos (Szuhaj B., 1985).

En disolventes no polares, como el benceno, los fosfolípidos forman agregados multimoleculares en los cuales los grupos polares interaccionan mediante enlaces iónicos dejando las cadenas de ácidos grasos expuestos al disolvente, mientras que en los disolventes polares los fosfolípidos predominan en forma monomolecular.

La lecitina natural es insoluble en agua y cuando se combina con ella forma soluciones coloidales opacas con apariencia lechosa (Markley K., 1951).

La solubilidad de los diferentes componentes de la lecitina en agua y otros disolventes orgánicos depende de los siguientes fac tores:

3.2.3 COLOR

La lecitina de soya presenta diferentes tonalidades que van desde el amarillo claro hasta un color café dependiendo del grado de refinamiento o proceso al que se haya sometido.

3.2.4 SABOR

La lecitina líquida natural presenta un sabor bien definido que puede variar en función del cuidado que se tenga durante su proceso de obtención. En la mayoría de las formulaciones la lecitina se usa a niveles de 0.1-0.3%, siendo una cantidad mínima en comparación con los demás ingredientes y por lo tanto generalmente su sabor es inapreciable (Scoocca P., 1976).

3.2.5 ACIDEZ

Los fosfolípidos presentan un pH de 6.6 y ligera reacción ácida en agua y otros disolventes por la presencia de ácidos relativamente fuertes como la fosfatidilserina y los fosfátidos de inositol. El pH se debe a la formación de endo-ésteres y su mutua acción "buffer". Al acidificar un poco más la solución nos encontramos que a un pH aproximado de 3.5 los fosfolípidos de lecitina alcanzan su pH isoeléctrico (Markley K., 1951).

En forma general se puede decir que las propiedades físicas de la lecitina comercial están directamente determinadas por la composición y proporción de los ácidos grasos, de los lípidos y de los fosfolípidos que contiene (Rydhag L. and Wilton I., 1981).

3.3 PROPIEDADES QUIMICAS

3.3.1 ESTABILIDAD

Los fosfolípidos que acompañan las grasas pueden hidrolizar

se parcial o completamente por medio de calor. Al someterse la -
 lecitina a temperaturas mayores de 100 °C ésta sufre oxidación, -
 oscurecimiento y descomposición.

La lecitina en forma diluída con aceites minerales puede -
 calentarse por largos períodos de tiempo sin sufrir descomposición
 apreciable.

La estabilidad de la lecitina a los ácidos y bases en solu-
 ciones acuosas u oleosas es mucho mayor que en disolventes orgá--
 nicos.

La lecitina libre de aceite es más susceptible a la oxida-
 ción que la lecitina natural ya que al eliminar el aceite se eli-
 minan también los tocoferoles presentes que actúan como antioxi--
 dantes (Linow F. and Mieth G., 1975; ; Gustafson E., 1978).

3.3.2 REACCIONES

La lecitina puede saponificarse si se somete a ebullición
 con soluciones acuosas o alcohólicas de bases o ácidos fuertes.

En el proceso de saponificación con bases hay formación de
 jabones con sales del ácido glicerofosfórico, inositolfosfórico y
 liberación de varios compuestos amino y carbohidratos. Si el ca--
 lentamiento se prolonga la descomposición continúa hasta glicerol,
 inositol y ácido fosfórico.

En el caso de la saponificación con ácidos se obtienen áci-
 dos grasos libres y los productos antes mencionados.

La lecitina puede ser hidrolizada por acción de las lipasas
 y dependiendo de la especificidad de las mismas o el tipo de lípa-
 sa que se utilice se obtendrán diferentes productos como resultado
 de la hidrólisis.

La lipasa del veneno de víbora hidroliza únicamente los áci

dos grasos insaturados de la lecitina con la formación de un mono glicérido saturado de lecitina que es soluble en agua y fuertemente hemolítico: la lisolectina (Markley K., 1951).

La lecitina puede formar compuestos con muchas sustancias incluyendo carbohidratos, proteínas, alcaloides, sales, etc... - que encuentran gran aplicación en alimentos, por ejemplo, en la elaboración de colorantes (Lucas Meyer Co., 1978).

Asimismo, la lecitina es susceptible a diversas reacciones químicas, las cuales son la base para la obtención de diversos productos de lecitina modificados.

3.4 CLASIFICACION O GRADOS COMERCIALES

La Asociación Nacional de Productores de Soya en E.U.A., clasificó por muchos años a los productos de lecitina en 6 grados comerciales en base a sus características de color y de viscosidad.

LECITINA	}	SOLIDA	}	- Natural
				- Doble Blanqueo
	}	LIQUIDA	}	- Natural
				- Doble Blanqueo

Fuente: Year Book of Trading Rules, 1982.

Sin embargo, las investigaciones y éxitos obtenidos con la lecitina de soya nos han proporcionado una amplia gama de productos con lo cual se creó la necesidad de considerar una reclasificación (Fig. No. 4).

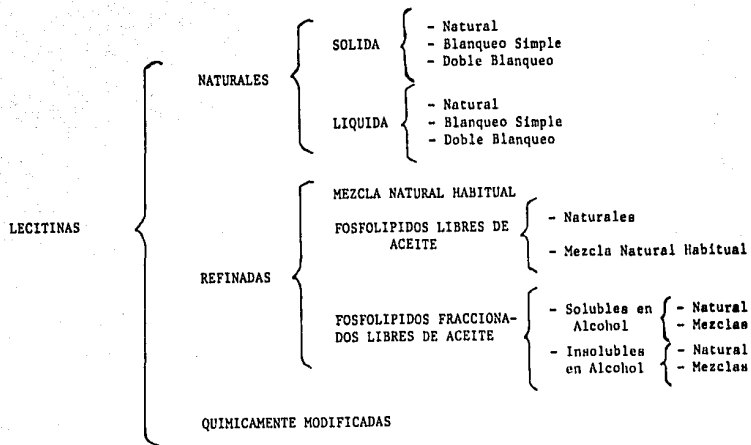


FIG. No. 4 CLASIFICACION DE LOS PRODUCTOS DE LECITINA

Fuente: Sullivan D., 1975.

3.4.1. LECITINAS NATURALES

Pertencen a la clasificación básica de la Asociación Nacional Productora de Soya, siendo el producto original obtenido a partir del desgomado del aceite de soya. Son líquidos de viscosidad y color variables (Cuadro No. 4) (Corbin F., 1979).

CUADRO No. 4 ESPECIFICACIONES DE LA LECITINA DE SOYA NATURAL

	Lecitina Liq. Nat.	Lecitina Blanqueo S.	Lecitina Doble B.
Insolubles en acetona (min.)	62.0 %	62.0 %	62.0 %
Humedad (max.) ^a	1.0 %	1.0 %	1.0 %
Insolubles en benceno (max.)	0.3 %	0.3 %	0.3 %
Acidez (max.)	32.0 %	32.0 %	32.0 %
Color Gardner (max.) ^b	10.0 %	7.0 %	4.0 %
Viscosidad (poises) ^c 25 °C (max.)	150.0	150.0	150.0
	Lecitina Sol. Nat.	Lecitina Blanqueo S.	Lecitina Doble B.
Insolubles en acetona (min.)	65.0 %	65.0 %	65.0 %
Humedad (max.) ^a	1.0 %	1.0 %	1.0 %
Insolubles en benceno (max.)	0.3 %	0.3 %	0.3 %
Acidez (max.)	30.0 %	30.0 %	30.0 %
Color Gardner (max.) ^b	10.0 %	7.0 %	4.0 %
Penetración (max.) ^d	22 MM	22 MM	22 MM

a) Por destilación con tolueno por 2 horas.

b) En una solución al 5% de aceite mineral.

c) Por cualquier viscosímetro apropiado o Método de Burbuja

d) Cono de Precisión 73525, Penetrómetro 73510 - 24 hr. a 25 °C

Fuente: Year Book of Trading Rules, 1982.

Las lecitinas naturales se ajustan a las especificaciones antes mencionadas (Cuadro No. 4) por medio de procesos de blanqueo y/o adicionando aceite de soya o ácidos grasos o bien ajustando el contenido de humedad o minerales (Minifie W., 1980).

Inicialmente el proceso de blanqueo simple consistía en tratar el producto con peróxido de hidrógeno, y el proceso de blanqueo doble se realizaba usando una mezcla de peróxido de hidrógeno con peróxido de benzoilo; actualmente éstos métodos de clarificación pueden evitarse sometiendo al aceite a una filtración previa al desgomado del mismo con el objeto de eliminar todo material insoluble en hexano que viene a ser el principal responsable de la falta de claridad en el producto.

Las características generales de la lecitina de soya natural son las siguientes:

- Es la más variable en composición y funcionalidad.
- Es la más económica.
- Es insoluble en agua.
- Difícil de manipular por su gran viscosidad.
- Es la lecitina más lipofílica.
- Se vende generalmente en forma líquida para facilitar su manejo.

La lecitina natural puede obtenerse fácilmente en forma de polvos para obtener un atomizado instantáneo sobre superficies con gran capacidad antiadherente (Anónimo, "Lecithin Release -- Agents", 1980).

3.4.2 LECITINAS REFINADAS

Este tipo de lecitinas se obtienen sometiendo a la lecitina de soya natural a diferentes procesos: adición o eliminación

de aceite de soya u otros aceites para cambiar las propiedades físicoquímicas, aumentar la estabilidad o funcionalidad, o bien se pueden obtener por medio de métodos de filtración.

Las lecitinas refinadas se utilizan para aplicaciones específicas en donde se requiere alta pureza y claridad, con ellas se obtienen por ejemplo, las cápsulas de lecitina que se venden como suplemento alimenticio (Lucas Meyer, Co., 1978).

3.4.3 PRODUCTOS DE LECITINA COMBINADOS

Por su fácil elaboración encontramos en ésta categoría la mayor variedad de productos de lecitina; éstos productos están compuestos por mezclas de lecitina con diferentes aditivos previamente seleccionados para obtener propiedades modificadas y una actividad específica para un sistema determinado (Iveson H., 1972). Entre otros aditivos encontramos: polisorbatos, monoglicéridos, lanolina, disolventes y otros surfactantes.

3.4.4. LECITINAS MODIFICADAS

Las lecitinas pueden sufrir modificación por medio de agentes químicos, físicos y enzimáticos (Nieuwenhuyzen W., 1981). El objetivo que se persigue al obtener lecitinas modificadas es aumentar la compatibilidad de la lecitina en sistemas específicos y de ésta manera aumentar su funcionalidad (Corbin F., 1979).

3.4.4.1 LECITINAS MODIFICADAS POR AGENTES QUÍMICOS

Entre las reacciones químicas a las que se ha logrado someter a la lecitina tenemos:

- a) Hidrogenación Ácida y Básica.
- b) Hidrogenación Catalítica.

- c) Acetilación.
- d) Sulfonación.
- e) Halogenación.
- f) Fosforilación.
- g) Hidroxilación.

a) HIDROLISIS ACIDA Y BASICA

La lecitina de soya se somete a éste tipo de reacción con objeto de aumentar sus propiedades emulsificantes.

b) HIDROGENACION CATALITICA

Reacción que se realiza con níquel, paladio o platino, para obtener un producto con mayor resistencia a la rancidez oxidativa, con diferente solubilidad y mejores características de color, sabor y olor. Sin embargo, la lecitina hidrogenada difícilmente se dispersa en sistemas acuosos y presenta menor poder emulsificante que la lecitina de soya natural o demás productos derivados (Páez B., 1978).

c) ACETILACION

El tratamiento de la lecitina con anhídrido acético, acetila el grupo amino de la fosfatidiletanolamina provocando el bloqueo del doble ión (Nieuwenhuyzen W., 1981), obteniéndose un producto con mejores propiedades emulsificantes para sistemas aceite/agua.

d) SULFONACION

Al reaccionar la lecitina de soya con SO_2 en presencia de aldehídos, cetonas o fenoles se obtienen derivados sulfonados - en los que el grupo fenólico o carbonílico pasan a formar parte integral de la molécula y el producto resultante es capaz de formar dispersiones claras en sistemas acuosos resistentes a la pre-

cipitación por ácidos y sales.

e) HALOGENACION

El tratamiento de la lecitina con iodo, cloro o bromo produce cambios en las propiedades físicas de ésta, que son necesarias para ciertas aplicaciones industriales por ejemplo en la fabricación de lubricantes.

f) FOSFORILACION

Con ésta reacción se busca mejorar las propiedades emulsificantes de la lecitina para sistemas aceite/agua.

g) HIDROXILACION

De todas la lecitinas modificadas la que mayor aplicación encuentra en la elaboración de productos alimenticios pertenece a éste grupo (Code of Federal Regulations, 1981).

La lecitina hidroxilada se obtiene por tratamiento con peróxido de hidrógeno y ácido láctico. Con ésta reacción se mejoran las propiedades emulsificantes de la lecitina para sistemas aceite/agua (Iveson, H., 1972).

Una hidroxilación del 10% de los dobles enlaces produce una lecitina no tóxica con gran capacidad para retener y absorber la humedad (Bernotsvitz J., 1963).

La lecitina hidroxilada se puede obtener en forma de polvos dispersa en los sólidos no grasos de la leche; se usa principalmente la caseína y el producto final se disuelve instantáneamente en agua (Technical Bulletin, 1241, Food Technology Inc., - 1985).

3.4.4.2 LECITINAS MODIFICADAS POR AGENTES FISICOS

a) EXTRACCION CON ALCOHOL

El principio básico de éste proceso se basa en las diferen

cias de solubilidad de los fosfolípidos en alcohol. La extracción líquido-líquido se utiliza para obtener dos fracciones:

- La fracción soluble en alcohol (rica en fosfatidilcolina)
- La fracción insoluble (rica en fosfatidiletanolamina)

Entre los diversos factores que intervienen en el proceso de extracción encontramos:

- La polaridad del alcohol
- La concentración del alcohol
- La proporción lecitina/alcohol
- La temperatura

La amplia gama de factores que intervienen en la extracción nos permiten obtener diferentes fracciones con proporciones variables de fosfatidilcolina/fosfatidiletanolamina, comenzando con una proporción de Fc/Fe de 1.2 : 1 en la lecitina natural hasta proporciones de 8 : 1 por extracción con alcohol al 90% (Nieuwenhuyzen, W., 1981).

b) EXTRACCION CON ACETONA

La solubilidad de los fosfolípidos en la acetona es de 0.003 % Peso/Volumen a 5 °C (Aneja et al., 1971).

Aprovechando que los fosfolípidos son insolubles en acetona, éste disolvente se utiliza para eliminar el aceite, y de ésta manera se obtienen mezclas granuladas y polvos de fosfolípidos - con 95-98 % de insolubles en acetona (Lucas Meyer Co., 1978) y se le conoce a éste producto como lecitina libre de aceite.

La porción soluble en acetona está compuesta por triglicéridos, pigmentos, componentes del sabor y cantidades mínimas de ácidos grasos libres, esteroides y fosfolípidos (Szuhaĵ B., - 1985).

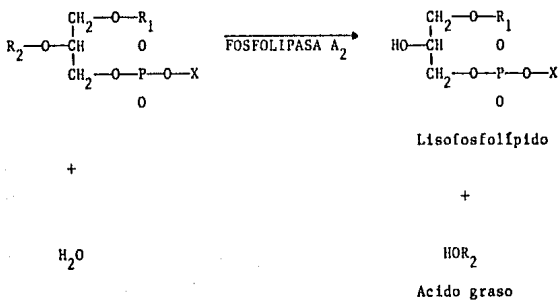
En vista de que la obtención de la lecitina de soya libre de aceite consiste en una simple extracción o fraccionamiento se considera como un extracto natural, pero su obtención implica un proceso muy costoso. El producto se somete a un control de calidad muy estricto y como consecuencia de ello su precio llega a ser hasta 10 veces mayor que el precio de la lecitina natural.

3.4.4.3 LECITINAS MODIFICADAS ENZIMATICAMENTE

Utilizando enzimas con alta especificidad se obtienen lecitinas parcialmente hidrolizadas con propiedades emulsificantes para sistemas aceite/agua.

Los productos de hidrólisis obtenidos se conocen como li-solecitinas y se caracterizan por su gran carácter hidrofílico - (Nieuwenhuyzen W., 1976).

A nivel industrial se utiliza principalmente la fosfolipasa A_2 , específica para ácidos grasos en posición β en la molécula del fosfolípido, de acuerdo a la siguiente reacción:



C A P I T U L O I V

METODO DE OBTENCION

METODO DE OBTENCION DE LA LECITINA DE SOYA

La lecitina de soya es extraída durante el desgomado del aceite, ya que su presencia en éste origina muchos problemas durante su almacenamiento, refinación y conservación (Carr. R., - 1978).

Desde el punto de vista comercial, el valor de la lecitina depende de su contenido en fósforo, sabiendo que un fosfolípido puede llegar a contener hasta 3.9% de fósforo se puede calcular la cantidad de fosfolípidos presentes en la lecitina (List G. et al., 1981).

El rendimiento y la calidad de la lecitina están directamente determinados por diversos factores que intervienen antes, durante y después del desgomado del aceite. Entre otros factores encontramos los siguientes:

- 4.1 Condiciones del cultivo de la soya
- 4.2 Tiempo de recolección de la soya
- 4.3 Almacenamiento de la soya
- 4.4 Proceso de obtención de la lecitina
- 4.5 Manipulación y almacenamiento de la lecitina

4.1 CONDICIONES DEL CULTIVO DE LA SOYA

Se ha encontrado que la proporción entre los fosfolípidos y el aceite en la soya es generalmente constante, sin embargo, - las condiciones de cultivo de la soya pueden llegar a ejercer algún efecto sobre la composición de los ácidos grasos de la lecitina. Por ejemplo, la soya cultivada en latitudes norte presenta mayor contenido de ácido linolénico que aquella que se cultiva - en climas más calientes. Los climas fríos tienden a reducir el - nivel de los ácidos grasos insaturados.

Otro factor determinante es la composición del suelo ya - que afecta la proporción aceite-proteína así como el contenido - de trazas minerales en la lecitina (Szuhaĵ B., 1983).

4.2 TIEMPO DE RECOLECCION

El tiempo de recolección depende de las condiciones de - plantación y de las heladas tempranas. Los climas húmedos en pri - mavera retrasan la plantación en algunas áreas dando como resul - tado la recolección prematura de la soya, lo cual afecta la com - posición de los fosfolípidos y el color de la lecitina (Gustaf - son E., 1978).

Investigaciones realizadas demostraron que la soya a los 67 días después de haber floreado presenta mayor cantidad de áci - do fosfatídico y menor cantidad de fosfatidilcolina (Erdahl W., - et al., 1973).

La diferencia en composición de los fosfolípidos entre los 67 y 97 días después de que la soya ha floreado está dada por un aumento de 3 veces en la cantidad de fosfatidilcolina y 7 veces en fosfatidiletanolamina, mientras que el contenido de aceite - permanece constante.

El daño que sufre la soya a consecuencia de las heladas se manifiesta con el aumento de los ácidos grasos libres y la dismi - nución del contenido de insolubles en acetona o fosfolípidos, ade - más afecta de tal manera la consistencia de las gomas que la efi - ciencia de la centrifuga desgomadora es menor y el producto final presenta menor viscosidad (Szuhaĵ B., 1983).

4.3 ALMACENAMIENTO DE LA SOYA

La composición de la soya sufre modificaciones dependiendo de las condiciones de almacenamiento y del grado de madurez de la

misma. Se ha visto que la soya puede permanecer almacenada por 1 a 2 años antes de ser procesada, pero si el tiempo de almacenamiento es excesivo, el contenido de fosfolípidos en el aceite - sufre cambios. El contenido de ácido fosfatídico y el nivel de los ácidos grasos libres aumenta en la soya madura o vieja (Shzuaj B., 1985).

Se recomienda el almacenamiento en silos y mantener una - humedad máxima del 13% (Gustafson E., 1978), para obtener el máximo rendimiento. Cuando la soya se almacena al aire libre generalmente sufre daños por calentamiento espontáneo o por descomposición, y al ser procesada se obtiene menor rendimiento y un producto final de menor calidad (Scholfield C., 1981).

La soya quebrada expone el aceite al calor y a la luz induciéndose la descomposición y oxidación de la lecitina.

4.4 PROCESO DE OBTENCION DE LA LECITINA DE SOYA

El proceso general de obtención de la lecitina implica los siguientes pasos:

- 4.4.1 Extracción y almacenamiento del aceite crudo
- 4.4.2 Filtración del aceite crudo
- 4.4.3 Desgomado del aceite
- 4.4.4 Proceso de blanqueo
- 4.4.5 Obtención de productos derivados
- 4.4.6 Secado
- 4.4.7 Normalización

4.4.1 EXTRACCION Y ALMACENAMIENTO DEL ACEITE CRUDO

La extracción del aceite crudo se efectúa por medio de disolventes. El hexano es el disolvente de mayor aplicación, sin em

bargo, se pueden usar otros disolventes o diferentes mezclas, como por ejemplo: hexano-etanol-agua.

La técnicas de extracción modernas son muy eficientes, pero requieren un control estricto de las condiciones del proceso para garantizar la calidad del producto final. Es de primordial importancia aplicar temperaturas moderadas durante el proceso, - así como tiempos de exposición cortos para evitar reacciones amino-aldehído que provocan el oscurecimiento de la lecitina (List G., et al., 1981).

Una vez extraído el aceite, si no va a ser procesado de inmediato, se recomienda sea almacenado en forma natural, ya que la presencia de la lecitina y los tocoferoles le confieren cierta estabilidad a la oxidación. Otro factor importante es la temperatura de almacenamiento, es necesario mantener el aceite a temperatura ambiente y evitar cualquier sobrecalentamiento (Szhuj B., 1983).

4.4.2 FILTRACION DEL ACEITE

Se recomienda someter al aceite a una filtración previa al desgomado para eliminar hasta donde sea posible las impurezas y material insoluble en hexano.

El objetivo principal de la filtración es obtener productos de lecitina debidamente clarificados y evitar, si es posible, los procesos de blanqueo posteriores, con el fin de obtener un producto de buena calidad.

4.4.3 DESGOMADO DEL ACEITE

Los fosfolípidos en el aceite anhidro se encuentran en disolución coloidal y al adicionar agua al aceite éstos esponjan y precipitan (Quadro No. 5), en ésta propiedad se basa el método de

obtención de la lecitina de soya (Fig. No. 5), (Erickson D., et al., 1980).

CUADRO No. 5 HIDRATACION DE LOS FOSFOLIPIDOS
EN EL ACEITE

FOSFOLIPIDOS EN EL ACEITE mg/g DE ACEITE					
	PC	PA	PE	(PA + PC)	(PE + PC)
Aceite sin desgomar	1700	2000	1900	1900 + 2490	2100 + 2100
Aceite desgomado	Trazas	1300	470	770 + 1080	Trazas

PC: Fosfatidilcolina

PA: Acido fosfatídico

PE: Fosfatidiletanolamina

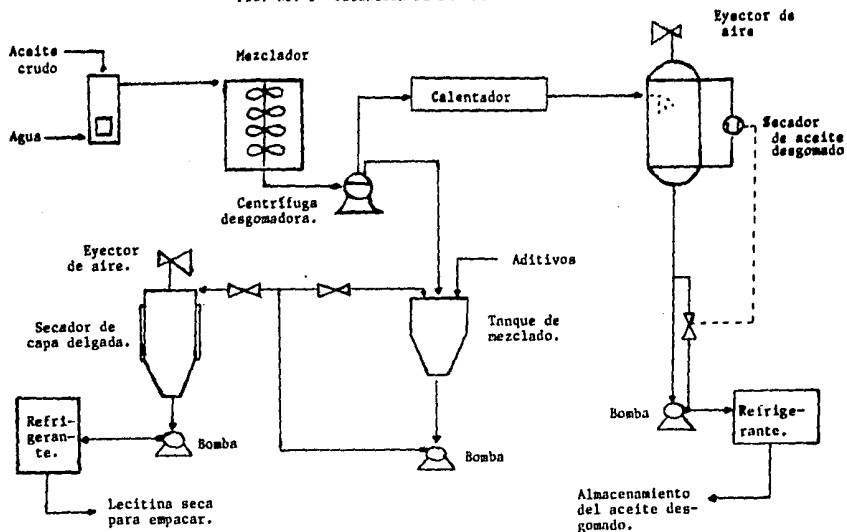
Fuente: Kanamoto R., et al., 1981.

El desgomado puede realizarse por sistema de lotes o por sistemas continuos (Brian R., 1971). En los E.U.A el método principal es el sistema por lotes, en el cual el aceite bruto deshidratado se calienta hasta alcanzar una temperatura de 70 °C, se adiciona aproximadamente un 2% de agua y se somete a una agitación constante durante 1 hora (List G., et al., 1981). Una vez precipitados los fosfolípidos la masa se somete a centrifugación (Carr R. - 1978) separando un producto con la siguiente composición media:

- Agua	45 - 55 %
- Aceite soluble en acetona	18 - 20 %
- Aceite insoluble en acetona	28 - 32 %

El desgomado por sistemas continuos es utilizado principalmente en Europa, el aceite se calienta a 80 °C, se mezcla con agua en pipas con agitación, se mantiene por cierto tiempo y se separa por centrifugación.

FIG. No. 5 OBTENCION DE LA LECITINA DE SOYA



Fuente: Brian R., 1971.

El agua adicionada durante el desgomado del aceite puede emplearse en forma líquida o en forma de vapor, su dureza es un factor importante ya que la fosfatidiletanolamina y el ácido fosfatídico son sensibles a los iones Ca^{+2} y Mg^{+2} (Niewenhuyzen W., 1981).

Los fosfolípidos que permanecen en el aceite desgomado se conocen como fosfolípidos no hidratables y se presentan en forma de sales de magnesio y calcio (Scholfield A., 1981).

List G., et al., (1981) realizaron investigaciones recientes sobre el efecto de las condiciones del proceso de desgomado en la calidad de la lecitina y llegaron a las siguientes conclusiones:

- La hidratación se realiza muy rápidamente (5-15 min.), y no se obtiene ningún beneficio adicional aumentando el tiempo de hidratación.
- La temperatura ejerce un efecto mínimo en la extracción de los fosfolípidos, pero influye directamente en su contenido en la lecitina natural. Se ha visto que la temperatura óptima de extracción es de 70 °C.
- Una agitación de 200-500 rpm no tiene efecto significativo en la extracción de los fosfolípidos.
- La concentración óptima del agua es del 2% , que es casi equivalente al contenido de fosfolípidos en el aceite crudo. Si el agua adicionada es muy poca el resultado será la obtención de una fase de gomas oscuras muy viscosas y otra fase de aceite opaca que contiene fosfolípidos sin hidratar. Por el contrario, si el agua se adiciona en exceso, el resultado será una fase de agua libre, otra fase de gomas fluidas de color café y una tercera de aceite desgomado (Szuhaj B., 1985).

4.4.4 PROCESO DE BLANQUEO

El proceso de blanqueo puede o no ser necesario dependiendo de la calidad de las gomas extraídas. Actualmente se somete el aceite a filtraciones previas al proceso de desgomado con el fin de obtener gomas bien clarificadas y de ésta manera eliminar el proceso de blanqueo.

El color de la lecitina de soya natural se debe principalmente a la presencia de los siguientes pigmentos: carotenos, melaninas y porfirinas (Scholfield C., 1981), pero entre otros factores que afectan la coloración del producto final encontramos los siguientes:

- Origen, madurez y calidad de la soya
- Tratamientos previos al prensado de la soya
- Temperatura de extracción
- Condiciones del desgomado del aceite
- Condiciones del procesamiento de la lecitina

Dependiendo de la calidad de las gomas se requiere de 0.3 a 1.5 % de peróxido de hidrógeno al 30% para éste proceso, por un tiempo de 30 - 60 minutos con agitación constante (List G., et al, 1981). La temperatura de blanqueo depende de la temperatura aplicada durante el proceso de desgomado.

El peróxido de hidrógeno reduce los pigmentos cafés, mientras que el peróxido de benzolillo los pigmentos rojos, es por ésta razón que en ocasiones se utiliza una mezcla de éstos compuestos en el proceso.

En los productos blanqueados el valor tan elevado de los peróxidos nos indica la presencia de peróxidos libres, lo cual es inevitable si se considera que para su eliminación se requieren temperaturas mayores de 70 °C con las cuales la lecitina sufriría oscurecimiento inmediato (Szhuaf B., 1985).

4.4.5 OBTENCIÓN DE PRODUCTOS DERIVADOS DE LECITINA

Para la obtención de productos derivados, la lecitina se somete a diversos procesos como son la deshidratación, modificación, desodorización, licuefacción, etc... con el objeto de obtener propiedades específicas necesarias para su aplicación en el campo farmacéutico, alimentario o industrial (Ver Capítulo III, Sección 3.4).

Ya procesada la lecitina puede servir como materia prima para obtener por medio de extracciones selectivas fracciones fosfolípicas con propiedades especiales (Cuadro No. 6).

CUADRO No. 6 COMPOSICION DE LA LECITINA DE SOYA
Y SUS DIVERSAS FRACCIONES

	LECITINA NATURAL	LECITINA PURA	LECITINA RICA EN COLINA
Fosfolípidos Totales	62 %	98-99 %	98-99 %
Fosfatidiletanolamina	12 %	18-21 %	44-47 %
Fosfatidilinositol	8-10 %	12-16 %	22-25 %
Fitoglicolípidos	6.5-8.8 %	11-14 %	5-8 %
Fosfolípidos y carbohidratos	31-35 %	25-30 %	22-28 %
		LECITINA RICA FOSFATIDILCOLINA	LECITINA RICA EN INOSITOL
Fosfolípidos Totales		98-100 %	98-100 %
Fosfatidiletanolamina		80-85 %	6 %
Fosfatidilinositol		6 %	20-25 %
Fosfolípidos y carbohidratos		10-14 %	46-53 %

Fuente: Lucas Meyer Co., 1978.

Como ejemplo de extracción selectiva encontramos que durante la obtención de lecitina pura se extraen, junto con los lípidos, los pigmentos, los productos de oxidación y los ácidos grasos dando como resultado un producto con mejor sabor y mayor vida de anaquel.

Si se continúa con la extracción se pueden obtener fracciones ricas en colina y fosfatidilcolina puras que tienen gran aplicación en la industria farmacéutica y en cosméticos.

4.4.6 SECADO

Este paso del proceso dependerá de la presentación del producto final. Las gomas separadas por centrifugación contienen una humedad aproximada de 25-50%, por lo cual es necesario someterlas a proceso de secado para evitar el crecimiento microbiano; el contenido de humedad de las gomas debe ser menor del 1%, debe encontrarse dentro de un rango de 0.3 - 0.75 %.

Se utilizan dos tipos de secadores:

- Secador al vacío por medio de lotes
- Evaporador de capa delgada continuo

El secador al vacío por lotes está equipado con espirales rotatorias a través de las cuales circula agua que mantiene la lecitina a una temperatura entre 60-70 °C. Opera bajo una presión de 20 - 60 mm Hg durante un tiempo de secado de 3-5 horas por cada lote (Szuhaï B., 1985).

En los evaporadores continuos la velocidad de flujo y el tiempo de permanencia son relativamente inflexibles en la mayoría de los procesos, razón por la cual la temperatura y el vacío se ajustan a éstos parámetros. El rango de temperatura se encuentra entre 80-105 °C, la presión aplicada es de 25- 30 mm Hg y el -

tiempo de permanencia varía de menos de 1 minuto a 2 minutos.

Debido a la sensibilidad térmica de la lecitina, el control de las condiciones del proceso de secado es un punto crítico, siendo indispensable el enfriamiento del producto después del secado para garantizar la calidad del producto final.

4.4.7 NORMALIZACION

La Asociación Nacional de Productores de Soya ha establecido determinadas especificaciones con las que deben cumplir los productos de lecitina, creando así la necesidad de estandarizar los productos.

Entre los análisis fisicoquímicos a los que se somete la lecitina de soya comercial se tienen:

- a) Insolubles en Acetona
- b) Acidez
- c) Insolubles en Benceno o Tolueno
- d) Humedad
- e) Color
- f) Peróxidos
- g) Índice de Iodo
- h) Viscosidad
- i) Contenido de Fósforo y Nitrógeno

a) INSOLUBLES EN ACETONA (IA):

Método de análisis cuantitativo para determinar el contenido de fosfolípidos en la lecitina de soya. Esta prueba es el resultado directo de la baja solubilidad de las lecitinas en acetona fría. El valor puede variar de 50-95 % (Amer. Oil Chem. Soc. Method Ja 4-46).

b) ACIDEZ:

El valor de la acidez es una medida directa de la acidez total de la lecitina en mg de KOH/g de muestra.

Este valor no se encuentra relacionado directamente con el contenido de ácidos grasos libres o el pH, sino más bien con la acidez de los fosfolípidos.

Los valores de acidez se encuentran entre 15-35, un valor mayor indica degradación de la lecitina que puede ser consecuencia de prácticas deficientes de procesamiento o el uso de materia prima de mala calidad (Amer. Oil Chem. Soc. Method Ja 6-55).

c) INSOLUBLES EN BENCENO O HEXANO:

Estas pruebas sirven para determinar la presencia de fibra de soya en la lecitina que nos indicará el grado de pureza del producto. El valor no debe exceder el 0.3 %, generalmente es menor del 0.1 %. Actualmente en la mayoría de los laboratorios la determinación se está realizando con hexano (Amer. Oil Chem. Soc. Method Ja 3-55).

d) HUMEDAD:

El contenido de humedad en los productos de lecitina debe ser menor del 1.5 %. Se puede determinar por el Método de Destilación con Tolueno o por el Método de Karl Fischer (Amer. Oil Chem. Soc. Method Tb 2-64 y Ja 2-46).

e) PEROXIDOS:

El valor de esta determinación es una medida del residuo de blanqueo y no del grado de oxidación. La mayoría de los productos presentan un valor de peróxidos menor de 5, pero pueden llegar a presentar valores mayores de 100 dependiendo del método de

blanqueo utilizado (Amer. Chem. Soc. Method Cd 8-53).

g) INDICE DE IODO:

El índice de iodo se utiliza para obtener la insaturación de la lecitina, aunque no se recomienda para obtener el índice de pureza de los fosfolípidos. El índice de iodo debe tener un valor de 95 (Amer. Chem. Soc. Method Cd 1-15).

h) VISCOSIDAD:

Se determina la viscosidad en centipoises con un viscosímetro de Brookfield o por el Método del Tiempo-burbuja. Las lecitinas de baja viscosidad presentan un valor cerca de 1000 cps - (Amer. Oil Chem. Soc. Method Tg 1a-64).

i) CONTENIDO DE FOSFORO Y NITROGENO:

El contenido de fósforo y nitrógeno en la lecitina de soya se usa para identificar el tipo de lecitina y sus diversas fracciones. La lecitina natural contiene aproximadamente 2 % de fósforo y 1 % de nitrógeno (Amer. Oil Chem. Soc. Aa 5-38).

4.5 MANIPULACION Y ALMACENAMIENTO DE LOS PRODUCTOS DE LECITINA

La lecitina líquida puede mantenerse perfectamente sin sufrir deterioro en recipientes cerrados a temperaturas entre los 20-25 °C.

La temperatura de almacenamiento para los productos de lecitina blanqueados debe mantenerse dentro del rango antes mencionado para evitar la reversión del color por descomposición de los peróxidos residuales, ya que mientras mayor es el grado de blanqueo mayor es la inestabilidad.

La estabilidad física de los productos de lecitina puede alterarse a temperaturas de 0 °C con la separación de la fase

oleosa y los fosfolípidos, para solucionar este problema se recomienda mezclar el producto a temperaturas entre los 40 y 60 °C.

C A P I T U L O V

LECTINA DE SOYA EN
ALGUNOS PRODUCTOS
ALIMENTICIOS

LECITINA EN ALGUNOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS

Previamente a considerar la aplicación de la lecitina de soya en productos alimenticios específicos, su nivel de adición y los beneficios promovidos, se mencionan a continuación de manera general sus propiedades funcionales.

A) DISPERSIONES COLOIDALES

La lecitina de soya y sus productos derivados permiten la formación de dispersiones coloidales en emulsiones, suspensiones, solubilizaciones y espumas.

- EMULSIONES:

La lecitina de soya como emulsificante actúa disminuyendo la tensión superficial entre dos líquidos inmiscibles, concentrándose en la interfase para formar puentes de enlace con proteínas, grasas y carbohidratos (Lucas Meyer Co., 1978).

La gran versatilidad de la lecitina de soya reside en combinar correctamente las diferentes fracciones fosfolípidicas activas, las cuales alcanzan su máxima actividad bajo los siguientes criterios:

- Grado de pureza
- Proporción entre los diferentes fosfolípidos
- Estado físico de adición

Asimismo, las lecitinas modificadas pueden emulsificar sistemas agua/aceite o aceite/agua dependiendo del tipo de modificación al cual se someta la lecitina. Por ejemplo, la fracción soluble en alcohol (fosfatidilcolina y fosfatidiletanolamina) forma emulsiones estables aceite/agua, mientras que la fracción insoluble en alcohol (fosfatidil-inositol) forma emulsiones agua/aceite estables (Corbin F., 1979).

- SOLUBILIZACIONES:

Las solubilizaciones se asemejan a verdaderas soluciones, son consideradas como microemulsiones ya que el tamaño de sus partículas es sumamente pequeño ($\sim 500 \text{ \AA}$), para este tipo de dispersiones se utiliza la lecitina en combinación con otros surfactantes.

- SUSPENSIONES:

La lecitina es muy efectiva en este tipo de sistemas, se utiliza para redispersar materiales que han sufrido separación de fases durante su almacenamiento.

- ESPUMAS:

La lecitina de soya libre de aceite es un agente espumante muy eficaz para sistemas que incluyen la dispersión de un gas en un medio líquido.

B) HUMECTABILIDAD

La lecitina y sus productos derivados son excelentes agentes humectantes, al integrarse con polvos tienden a instantaneizarlos, ayudando a su dispersión y posterior humectación.

La lecitina actúa envolviendo cada una de las partículas aumentando de esta manera su afinidad con el agua, para obtener la dispersión se requiere humectar y suspender cada una de las partículas (Szhvaj B., 1983).

C) LUBRICACION

La lecitina de soya actúa como lubricante o antiadherente evitando que los productos se peguen a la maquinaria, moldes o superficies. Para este caso es necesario el uso de productos de lecitina termoestables y de baja viscosidad.

D) CONTROL DE LA CRISTALIZACION

La lecitina es muy efectiva para controlar la cristalización de los azúcares en diversos sistemas alimenticios que contienen grasas. La presencia hasta de 0.5 % de lecitina es suficiente para alterar la estructura o tamaño de los cristales mejorando la textura y viscosidad de los productos al prevenir la migración de los cristales o su recristalización. La lecitina fué el primer inhibidor de cristalización utilizado en alimentos - (Weiss T., 1980).

E) ANTIOXIDANTE

Las propiedades antioxidantes de la lecitina se atribuyen a su contenido de tocoferoles y a la capacidad de la fosfatidil-etanolamina para secuestrar trazas metálicas.

Las propiedades antioxidantes de la lecitina están en función de los siguientes factores:

- El grado de insaturación de los ácidos grasos en el glicérido.
- El grado de hidrólisis de la lecitina.
- La cantidad de lecitina presente en proporción al área superficial de grasa expuesta a la oxidación.

APLICACIONES DE LA LECITINA DE SOYA EN ALGUNOS ALIMENTOS

La lecitina de soya como agente tensoactivo se encuentra involucrada en la elaboración de innumerables productos alimenticios, y en muchas formulaciones en las que aparentemente su adición era innecesaria, ha resultado conveniente su uso en combinación con otros surfactantes por su capacidad para actuar como sinérgica (Scocca P., 1976).

1. PRODUCTOS HORNEADOS

a) ELABORACION DE PAN:

La lecitina participa en forma importante durante tres fases del proceso de elaboración del pan:

- Incremento del volumen de masa
- Aglutinación del almidón
- Envejecimiento del pan

La harina está formada principalmente por: almidón y proteínas, la calidad del producto final depende en gran parte del contenido y calidad del gluten.

El gluten al mezclarse con agua forma una masa de consistencia chiclosa, con el calor del horno se produce la coagulación del gluten y la formación de enlaces agua-almidón que implican la solubilización de la amilosa y el hinchamiento de la amilopectina.

A temperaturas mayores de 50°C con la liberación de agua del gluten, el almidón sufre aglutinación provocando el fortalecimiento de la estructura de enlaces cruzados y el principio de la formación del migajón. Mientras más uniforme sea la liberación de agua del gluten, más uniforme será la estructura de los poros, y por lo tanto la estructura del migajón formada será más fuerte y elástica.

Durante el almacenamiento del pan, el almidón sufre retrogradación, comienza la separación de la amilosa por insolubilización, provocando el envejecimiento del pan (Flider F., 1981; - Lucas Meyer Co., 1978).

La función de la lecitina en panadería es el acondicionamiento de la masa:

- Modifica las características del gluten mejorando la calidad de la harina.
- Mejora la retención de gas durante la fermentación promoviendo un mayor volumen.
- Mejora la viscosidad, elasticidad y extensibilidad de la masa.
- Promueve la emulsificación aumentando el efecto de la grasa, el cual depende de la capacidad que tenga la grasa para cubrir las partículas de almidón y las proteínas.
- Promueve la obtención de una masa más seca, disminuye su pegajosidad facilitando su manipulación. Disminuye el espolvoreamiento de harina, aumentando el rendimiento. Se puede adicionar un 2% de humedad adicional sin problemas en la maquinaria.
- Aumenta la retención de agua.

Como consecuencia directa del acondicionamiento de la masa con lecitina se tienen las siguientes ventajas:

- Se retarda la sinéresis del gel de almidón manteniendo y prolongando la frescura del pan por mayor tiempo.
- Se retarda el enranciamiento y aumenta la retención de agua aumentando la vida de anaquel del producto.
- El producto final es más suave, presenta mejor apariencia y mejor textura.

En panadería se utiliza de 0.25 - 0.30% de lecitina en base al peso total de los ingredientes secos, se puede incorporar con la grasa o dispersarse en la harina.

Generalmente se hace una premezcla con monoglicéridos y diglicéridos antes de la incorporación en una proporción de 25%

de lecitina y un 75% de éstos emulsificantes con muy buenos resultados (Bulletin 1241, Food Technology, Inc., 1985).

b) ELABORACION DE PASTELES:

La lecitina en la elaboración de pasteles favorece las siguientes características:

- Aumento de volumen
- Mejoramiento de la textura
- Mayor vida de anaquel
- Mayor estabilidad del sabor

La incorporación de lecitina en formulaciones de pasteles además de mejorar la calidad, asegura una separación completa de los moldes, evita que el pastel se derrame de los moldes o se colapse durante el horneado.

La lecitina actúa protegiendo la estructura de la espuma - dando como resultado mayor volumen y un grano uniforme en la miga. Además imparte una carga predominantemente negativa a la superficie de la grasa que permite mantener los glóbulos de grasa dispersos, reduciendo su tendencia a la aglutinación por medio del efecto repulsivo (Wolf, W., 1971).

La lecitina entre otras ventajas, permite una rápida humectación de la mezcla con leche o con agua.

En el caso de la elaboración de pasteles blancos, la lecitina encuentra gran aplicación al compensar la ausencia de yema de huevo, que de adiccionarla impartiría coloración amarilla a la masa (Weiss T., 1980).

En pastelería suelen emplearse diferentes grados de harina con propiedades especiales para productos elaborados a base de levadura o polvos para hornear. La lecitina permite ajustar la h

na a las características requeridas, estabiliza las propiedades del gluten modificando su fuerza de acuerdo a las necesidades, - proporciona propiedades extensibles a la masa, permitiendo así que se utilice cualquier grado de calidad de harina (Lucas Meyer, Co., 1978).

Se utiliza una proporción de 0.25 - 0.30 % de lecitina en base al peso total de los ingredientes secos, incorporándola con la grasa o dispersa con la harina o demás ingredientes secos en el caso de mezclas para pastel preparadas. Se utiliza principalmente lecitina hidroxilada (Bulletin 1241, Food Technology, Inc. 1985).

c) ELABORACION DE DONAS:

La lecitina hidroxilada se utiliza en la elaboración de - donas y productos similares que normalmente se fríen en aceite - sin desarrollar sabores desagradables (Scoocca P., 1976).

Se utiliza 0.15 % de lecitina dispersa en la grasa o en - los ingredientes secos. Promueve el aumento de volumen y ayuda a la preservación del producto (Markley K., 1951).

d) ELABORACION DE GALLETAS Y BIZCOCHOS:

En productos de larga vida, la lecitina balancea las dife-
rencias en la calidad de la harina, asegura una dispersión unifor-
me de la grasa que le permite envolver las partículas de proteína
y almidón de tal forma que se adhieren unas con otras.

La lecitina es un potente emulsificante en la elaboración
de galletas y bizcochos, produce una masa más seca, más flexible,
más suave y fácil de manipular obteniéndose productos tiernos y
estables.

Al acelerar la dispersión de la grasa se reduce el tiempo
de amasado implicando un ahorro de energía (Lucas Meyer Co., 1978).

Al garantizar la dispersión de la grasa y las ventajas antes mencionadas, se obtiene un producto final con las características siguientes:

- Buena resistencia al horneado.
- Producto final menos frágil y más suave.
- Producto de coloración y dimensiones uniformes.

Por su efecto antioxidante los bizcochos se preservan por mayor tiempo frescos, además la lecitina ayuda a la preservación de los carotenos en la harina eliminando la necesidad del uso de colorantes (Szuhaj B., 1985).

Algunos experimentos realizados demostraron que la lecitina mejora la calidad de las galletas elaboradas a base de harina de sorgo y mijo (Badi S., 1976).

e) PASTAS PARA PIE:

La lecitina en la elaboración de pastas para pie y mezclada con la grasa promueve las siguientes propiedades:

- Mayor suavidad de la masa.
- Reduce la absorción de humedad del relleno en la costra.
- Permite una fácil separación del molde.

Se utiliza en una proporción de 0.5 - 1.0% de lecitina en base al contenido de grasa y se incorpora mezclada con ésta - (Wolf W., 1971 ; Bernotsvíc J., 1963).

F) HOT CAKES Y WAFFLES:

Aproximadamente un 0.15 - 0.25 % de lecitina dispersa en las mezclas para hot-cakes y waffles, permite una humectación rá-

vida proporcionando un mezclado casi instantáneo, funciona como lubricante facilitando la separación del producto durante el cocimiento y su manipulación. La superficie de los productos obtiene una coloración café-dorada muy agradable y uniforme. Los productos retienen por mayor tiempo la frescura (Bulletin 1241, Food Technology, Inc., 1985).

La lecitina sustituye a la yema de huevo en éstos productos representando un gran ahorro en los costos.

2. MACARRONES Y PASTAS

En macarrones y productos similares las propiedades emulsificantes, interfaciales y antioxidantes de la lecitina son efectivas en la masa y extensivas al producto cocinado.

La lecitina mejora la estructura hidrogel del gluten durante el cocimiento de la pasta, al ser absorbida selectivamente en la interfase, previene la sinéresis del producto cocinado.

Los macarrones y productos afines pueden llegar a perder hasta el 80% de la materia colorante natural presente por oxidación de los pigmentos de la harina (carotenos y xantofilas) durante el procesamiento, con la lecitina se contrarresta ésta oxidación.

El macarrón con lecitina al cocinarse sufre un incremento en peso y volumen, ya cocido presenta menor desintegración, es menos susceptible a la sinéresis por lo que lo hace un producto ideal para ser enlatado (Markley K., 1951).

Se ha comprobado que la adición de lecitina a éste tipo de productos proporciona una masa más suave, uniforme y fácil de manipular, se seca dando una coloración agradable y se empaca fácilmente.

En las pastas la lecitina ajusta la elasticidad de la masa (semolina-agua) al óptimo reológico antes del prensado, de tal manera facilita el proceso de extrusión con un ahorro de energía (Lucas Meyer Co., 1978).

3. MARGARINA

La margarina y productos similares son emulsiones de grasas semisólidas comestibles y agua o leche.

La lecitina en la margarina promueve las siguientes características:

- Evita que la grasa explote o brinque durante el freído.
- Estabiliza la emulsión al disminuir la tensión superficial entre el agua y el aceite.
- Facilita la untabilidad.
- Interacciona con las proteínas para formar un sedimento café con el calentamiento.
- Intensifica el sabor al favorecer la liberación de sal.
- Permite una dispersión fina del sedimento café formado.
- Actúa como antioxidante o sinergista.
- Asegura un mejor intermezclado de los glicéridos.

Cuando la margarina se calienta por arriba de los 100 °C, la emulsión debe ser estable para evitar la unión de moléculas de agua en grandes gotas, ya que la coalescencia produce una evaporación explosiva acompañada de gotas de grasa caliente.

La coalescencia se puede evitar con la adición de lecitina, la cual actúa envolviendo las partículas de agua con fosfolípidos de tal forma que durante el calentamiento, las gotas de agua estabilizadas migran hacia la superficie para sufrir una evaporación lenta (Szuhaí B., 1955).

Se puede utilizar lecitina sola o en combinación con otros

emulsificantes como el monoestearato de glicerilo, que además de prevenir la exudación de agua producen un sedimento café con las proteínas que no se pega a la superficie de los utensilios de cocina.

La lecitina actúa como antioxidante, ayuda a retardar el enranciamiento y retarda la destrucción de la vitamina A en margarinas fortificadas.

En la elaboración de margarinas se preparan por separado la fase oleosa y la fase acuosa, para después mezclarse y solidificarse. El aceite vegetal se funde y calienta por abajo de su punto de ebullición, a una décima parte de éste se le adiciona la lecitina, demás emulsificantes y colorantes liposolubles para reincorporarse al resto del aceite y continuar con el proceso de elaboración. La lecitina se adiciona en un 0.30% en base al peso total (Markley K., 1951).

En margarinas con alto contenido de sal, la lecitina natural resulta ser muy efectiva como agente "anti-spattering" (evita la explosión durante el freído), pero en el caso de las margarinas de bajo contenido o sin sal los iones de calcio magnesio del agua y de las proteínas de la leche inactivan algunos fosfolípidos por precipitación (fosfatidiletanolamina), por cual se requiere el uso de algún derivado de lecitina menos sensible a éstos iones, como puede ser la lecitina enriquecida con colina y/o lecitina parcialmente hidrolizada por medios enzimáticos (Van Nieuwenhuysen, - 1981).

4. PRODUCTOS LACTEOS

a) LECHE Y CREMA:

La leche entera, así como la crema en polvo contienen una proporción variable de grasa libre que va a depender del proceso

de fabricación. La grasa libre se disuelve fácilmente a diferencia de la fracción globular.

La leche entera contiene de 0.2 - 0.5% de grasa libre que se encuentra distribuida sobre la superficie de las partículas individuales formando una película muy fina. Las películas monomoleculares y oligomoleculares hacen que la superficie sea fuertemente repelente al agua por la gran tensión superficial existente entre la película de grasa y el agua, lo que dificulta la humectación.

La acción hidrofóbica de la superficie evita la disolución de la fracción proteínica hidrofílica de la leche.

La lecitina se dispersa sobre las partículas de leche en polvo o crema envolviéndolas con una película fina de fosfolípidos cuyos grupos hidrofílicos se extienden hacia la superficie - con lo cual aumenta la humectabilidad, dispersa la grasa libre y contribuye a la estabilización de los compuestos proteínicos (Lucas Meyer Co., 1978).

Igualmente, la lecitina estabiliza la espuma de la crema batida. Se utiliza en concentraciones de 0.5 - 0.3% de lecitina para la reconstitución de leche y crema en polvo.

b) HELADOS:

La lecitina en helados se utiliza para: estabilizar la grasa, reducir o eliminar el uso de otros emulsificantes, mejorar la textura del producto, favorecer la dispersión del saborizante, - prevenir la arenosidad del producto al controlar la cristalización de la lactosa y con todo esto garantiza un producto suave, uniforme y con cuerpo.

En general una adición de 0.001 - 0.1% de lecitina merclada con el azúcar es suficiente (Elder F., 1981 ; Páez B., 1978).

c) MANTEQUILLA:

La lecitina se utiliza universalmente en la fabricación de mantequilla como agente "anti-spattering" (evita el salpiqueo durante el freído), se utiliza como estabilizante y también como antioxidante, para mejorar la textura y aumentar su vida de anaquel. Se utiliza en una concentración máxima de 0.3% de lecitina en base al peso total (Flider F., 1981 ; Páez B., 1978).

d) QUESOS:

La lecitina se utiliza en concentraciones de 0.1 - 2.0% - como emulsificante y lubricante durante la fabricación de quesos naturales y en imitaciones de quesos (Corbin F., 1979).

5. PRODUCTOS CARNICOS

La lecitina se utiliza en productos cárnicos enlatados con salsa. Se adiciona a la salsa una proporción de 1.0 - 2.0% de lecitina en base a la grasa, para mejorar la dispersión de la misma y evitar su separación posterior, además de que mejora su consistencia (Cook R., 1970).

Se utiliza también en el curado y tratamiento del tocino que pretende venderse empacado en tiras. La lecitina permite una separación muy fácil de las tiras de tocino refrigeradas sin afectar su sabor o apariencia (Scoocca P., 1976). Además sirve como surfactante, ligante y para dispersar los fosfatos en la carne y como colorante impartiendo una coloración café al tocino. Su nivel de adición para éste caso es de 0.1 - 2.0% (Corbin F., 1979).

La lecitina en embutidos sirve para obtener una emulsión suave, estable y previene la formación de bolsas de grasa o agua. Se utiliza en una concentración de 0.10 - 0.25% de lecitina dispersa en los sólidos no grasos de la leche, en base al peso del lote (Bulletin 1241, Food Technology Inc., 1985).

6. CREMA DE CACAHUATE

En la crema de cacahuete y productos similares se adiciona de 1.0 - 2.0% de lecitina para obtener un producto suave, cremoso, uniforme y fácil de untar.

La lecitina actúa como dispersante, antioxidante y estabilizante evitando la separación de fases en el producto bajo amplias variaciones de temperatura (Iveson H., 1972 ; Páez B., 1978). Además provoca una disminución de la viscosidad, su adición debe ser después de la molienda del cacahuete (Cook R., 1970).

7. CONFITERIA

La lecitina se utiliza como fijadora de saborizantes volátiles en confitería, disolviendo ésteres sintéticos, aceites cítricos y otros compuestos en sí misma para después adicionarse al lote durante el cocimiento, reduciendo de ésta forma la pérdida de sabor por volatilización.

Se utiliza como dispersante de colorantes hidrosolubles en dulces de alto contenido de grasa (Markley K., 1951).

En los dulces, la lecitina actúa como: agente humectante, emulsificante, modificador de la viscosidad, antioxidante, previene la arenosidad, favorece la integración del agua, grasa y el azúcar en el proceso de elaboración de caramelos y chicolosos. Se utiliza en una proporción del 1% en base al contenido de grasa (Flider F., 1981).

Además se ha visto que el uso de la lecitina permite la formación de una película superficial delgada en equipo de producción con excelentes propiedades antiadherentes que dan como resultado un mayor rendimiento y menor tiempo para la limpieza del equipo (Sco-cca P., 1976).

8. ALIMENTOS INSTANTANEOS

La lecitina en concentraciones de 0.5 - 3.0% actúa como emulsificante, dispersante y humectante en productos instantáneos: leche en polvo, cocoa en polvo, aguas frescas, café instantáneo, betunes, bebidas con base de cocoa, te, mezclas para pastel, sustitutos de leche y sopas instantáneas.

La lecitina en todos éstos productos mejora las condiciones de humectabilidad y la dispersión de los sólidos y grasas - (Shzua) B., 1983).

9. CHOCOLATE

El chocolate es la dispersión de partículas sólidas muy finas en una fase de grasa. En el caso del chocolate oscuro, los sólidos constituyen el azúcar y la cocoa, mientras que el chocolate blanco, está constituido por partículas lácteas sólidas y grasa de leche incluidas en una fase de grasa.

La presencia de las partículas de azúcar, cacao y leche, - así como cierta proporción de cristales de grasa de la manteca de cacao, influyen en la fluidez del chocolate evitando que se comporte como un líquido verdadero (Minifie B., 1980).

La adición de lecitina al chocolate o a una mezcla cualquiera de azúcar/grasa provoca una marcada reducción de viscosidad, no se conoce claramente el modo de acción, pero Harris T.L. (1968) - tiene la siguiente teoría:

Explica que la humedad superficial de las partículas de - azúcar provoca un aumento de fricción entre ellas mismas presentándose mayor resistencia al movimiento y por lo tanto el aumento de viscosidad. Al adicionar la lecitina sus grupos hidrofílicos se unen firmemente a las moléculas de agua en la superficie del -

azúcar con lo que se reduce la fricción, aumenta la movilidad y en consecuencia la viscosidad disminuye.

Otras ventajas proporcionadas por la adición de lecitina son:

- Actúa como agente humectante.
- Actúa como agente dispersante.
- Reduce los requerimientos de manteca de cacao proporcionando un gran ahorro económico.
- Aumenta la tolerancia a la humedad (Flider F., 1981).

Además de la evidente reducción de viscosidad con la adición de lecitina se aprecian otros cambios físicos:

1) TEMPERATURA: al calentar el chocolate sin lecitina ocurre un aumento de viscosidad a ciertas temperaturas. Para el chocolate obscuro se tiene una temperatura crítica de 90 °C, la cual difícilmente se llega a alcanzar durante el procesamiento. La leche con chocolate sufre un gran aumento de viscosidad a una temperatura de 60 °C, aún cuando su producción se realiza a temperaturas de 52 °C, suele someterse a 60 °C para desarrollar el sabor.

Con la adición de lecitina se pueden utilizar temperaturas de procesamiento mucho mayores sin que los productos sufran cambios de viscosidad.

2) ACONDICIONAMIENTO: el acondicionamiento adecuado del chocolate garantiza el desarrollo de cristales de manteca de cacao estables en el chocolate líquido, evita su decoloración y la pérdida de frescura bajo condiciones normales de almacenamiento.

La adición de lecitina permite utilizar temperaturas menores de acondicionamiento, promueve cambios en el patrón de cristalización, mejorando la apariencia, frescura y manejo del producto (Minifie B., 1980).

La lecitina se adiciona en una proporción 0.3 - 0.5% previamente al acondicionamiento del chocolate (Páez B., 1978).

La cocoa en polvo contiene de 10 - 25% de manteca de cacao aproximadamente, lo que dificulta su dispersión en agua o leche a temperaturas por abajo del punto de fusión de la grasa.

Con la adición de lecitina, la parte lipofílica de la lecitina se disuelve en la manteca de cacao mientras que la cadena hidrofílica del fosfolípido se dirige hacia la superficie, la gran afinidad de éstos grupos por el agua permite una rápida dispersión y humectación de las partículas en el sustrato. Esta propiedad se mantiene durante el almacenamiento, los fosfolípidos previenen la exudación de la grasa a la superficie de los capilares en los aglomerados de cocoa.

La adición de lecitina debe ser lo más homogéneamente posible a las mezclas azúcar/cocoa para obtener una película delgada y uniforme para evitar la formación de agregados de lecitina (Van Nieuvenhuyzen, 1981).

10. SABORIZANTES EN EMULSION

Se adiciona lecitina en una proporción de 1.0 - 10% en base al contenido de aceite para mantener compuestos solubles - agua/aceite en suspensión (Bulletin 1241, Food Technology Inc., - 1985).

La lecitina permite obtener una rápida dispersión en los productos y evita pérdidas de sabor por volatilización, además - promueve un aumento de viscosidad y reduce la separación de las fases (Cook R., 1970).

11. MAYONESA

El uso de lecitina en la elaboración de mayonesa parecería

ser una aplicación natural, sin embargo, la yema de huevo contiene en sí misma alto porcentaje de lecitina, además el hecho de que la yema de huevo en éste producto forma gran parte del núcleo de emulsión impide una adición exitosa de lecitina.

Cuando se adiciona lecitina, tiende a extender el núcleo - al extremo de reducir la fuerza de la membrana provocando el rompimiento de la emulsión.

Únicamente cuando se reduce la cantidad de yema y se sustituye por una combinación de lecitina-proteína se recomienda la adición de lecitina, pero la calidad de la mayonesa definitivamente no es la misma (Cook R., 1970).

C A P I T U L O V I

**ASPECTOS
COMPLEMENTARIOS**

ASPECTOS COMPLEMENTARIOS

A lo largo de la tesis se ha hablado de las características más sobresalientes de la lecitina de soya y su aplicación - dentro de la industria alimentaria, sin embargo, éste trabajo que daría incompleto al omitir ciertos puntos que permitan proporcionar un marco de referencia acerca de la situación legal y los aspectos de salud prevaecientes alrededor de la lecitina, así como el panorama general de la lecitina en México.

6.1 ASPECTOS LEGALES

El factor más importante para la aceptación de un aditivo alimentario es el establecimiento de su inocuidad en el empleo, - para lo cual se requiere una evaluación toxicológica adecuada y permanente.

La evaluación toxicológica antes mencionada comprende la recopilación de información pertinente y actualizada, que generalmente procede de ensayos experimentales a corto, mediano y largo plazo con animales de laboratorio o de ser posible de observaciones en seres humanos.

Entre los organismos más importantes cuya misión es formular normas alimentarias para proteger la salud del consumidor y - facilitar el comercio internacional de alimentos encontramos: el Comité Mixto FAO/OMS (Organización para la Agricultura y la Alimentación/Organización Mundial de la Salud) y la FDA (Food and Drug Administration).

La FDA en su propuesta No. 184.400 del 6 de Agosto de 1982 reconoce a la lecitina como un aditivo alimentario GRAS (Generally Recognized as Safe) de uso general en alimentos y la define de la

siguiente manera:

"La lecitina comercial es una mezcla de fosfolípidos de colina, etanolamina, inositol, con pequeñas cantidades de otros lípidos, que se obtiene durante la extracción del aceite de soya, maíz o cártamo. Pudiendo someterse a procesos de blanqueo con peróxido de hidrógeno o peróxido de benzoilo o a procesos de secado por medio de calor".

Además la FDA establece que la lecitina comercial debe cumplir con las especificaciones del Food Chemical Codex:

Insolubles en Acetona	Min. 50 %
Valor de Acidez	Max. 36
Insolubles en Benceno	Max. 3 %
Humedad	Max. 1.5 %
Arsénico (As)	Max. 3 ppm
Metales Pesados (Pb)	Max. 40 ppm
Plomo	Max. 10 ppm

En vista de la experiencia bioquímica y nutricional obtenida con la lecitina el Comité Mixto FAO/OMS y FDA han establecido - que la Ingestión Diaria Admisible (I.D.A.) para el hombre en mg/kg es "sin limitar".

La I.D.A. sin indicación explícita del límite superior de ingestión ("sin limitar"), se asigna a sustancias de toxicidad muy - baja, especialmente aquellas que son constituyentes de los alimentos o que pueden considerarse metabolitos normales en el hombre.

Por lo que respecta a la lecitina hidroxilada, según la propuesta No. 172.814 de la FDA fué aprobada como emulsificante en alimentos. Su uso está permitido en productos a base de remolacha y levadura y la define de la siguiente forma:

"La lecitina hidroxilada se obtiene por el tratamiento de la lecitina natural bajo condiciones controladas de tal forma que la fracción de ácidos grasos del producto final presente un valor de acetilación de 30-38.

La lecitina hidroxilada puede obtenerse por cualquiera de los siguientes métodos:

- a) Tratamiento con peróxido de hidrógeno, peróxido de benzoino, ácido láctico o hidróxido de sodio.
- b) Tratamiento con peróxido de hidrógeno, ácido acético e hidróxido de sodio.

El producto debe llevar la leyenda: "Lecitina Hidroxilada" y direcciones adecuadas de uso".

En México, el Reglamento de Aditivos para Alimentos publicado el 15 de Febrero de 1958 y La Ley General de Salud publicada el 7 de Febrero de 1984 consideran a la lecitina como un aditivo permitido en la elaboración de alimentos y bebidas.

En la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial no existe actualmente una norma específica para la lecitina natural o sus derivados como aditivos alimentarios, no obstante, las normas de algunos productos alimenticios tienen indicación de su nivel de adición permitido, entre ellas se pueden citar las siguientes:

<u>PRODUCTO:</u>	<u>NORMA:</u>	<u>LIMITE DE ADICION:</u>
PAN BLANCO	NOM-F-159-S-1983	Max. 0.5 g/100 g de harina.
BOLLOS	NOM-F-442-1983	Max. 0.5 g/100 g de harina.
BOLILLO Y TELERA	NOM-F-406-1982	Max. 0.5 g/100 g de harina.

<u>PRODUCTO:</u>	<u>NORMA:</u>	<u>LIMITE DE ADICION:</u>
CHOCOLATE CON LECHE Y DERIVADOS	NOM-F-60-1982	Max. 1.0 %
HOJUELAS PRECOCIDAS AVENA PARA INFANTES	NOM-F-334-S-1979	1.0 %
HOJUELAS PRECOCIDAS CEBADA INFANTES	NOM-F-342-S-1979	1.0 %
HOJUELAS GRANULADAS HARINA ARROZ INFANTES	NOM-F-335-S-1979	0.5 %
HOJUELAS GRANULADAS HARTAN MAIZ INFANTES	NOM-F-350-S-1980	1.0 %

6.2 NUTRICION Y TERAPIA

En virtud de la gran importancia que ha adquirido la lecitina en nutrición y terapia se incluyen a continuación de manera muy general algunos puntos de interés, M. Cairella y D. Lekim (1981) así como Paul Simons (1977) presentan una recopilación amplia y actualizada de ambos aspectos.

Es necesario aclarar que dentro del ámbito farmacéutico el término "lecitina" se refiere exclusivamente a la fosfatidilcolina, ya que los efectos de los demás fosfolípidos (fosfatidiletanolamina y fosfatidilinositol) en realidad apenas se están empezando a estudiar.

Los fosfolípidos son de importancia primordial en la estructura molecular y función bioquímica de todas las membranas biológicas tanto en animales como en las plantas. Su importancia nutricional y terapéutica se deriva de su participación en un gran número de procesos metabólicos en todos los tejidos, en las células sanguíneas y fluidos del cuerpo, ejemplo:

- Absorción de grasas
- Metabolismo del colesterol

- Regulación del nivel de lípidos en el suero
- Transporte de lípidos
- Coagulación sanguínea
- Función nerviosa, etc...

De aquí que los fosfolípidos pueden funcionar dentro del campo farmacéutico de la siguiente forma:

- a) Como auxiliares en la elaboración de medicinas por sus propiedades fisicoquímicas.
- b) Como ingredientes activos en sí mismos por su efecto sobre las diversas funciones biológicas del cuerpo.

Al mencionar los fosfolípidos en la industria farmacéutica como ingredientes activos se está haciendo referencia exclusivamente a las investigaciones realizadas sobre los efectos de la fosfatidilcolina ("lecitina").

El hecho antes mencionado crea algo de confusión en el sentido de que suele utilizarse el término genérico LECITINA para referirse a productos con diferente contenido de fosfatidilcolina, obteniéndose las siguientes situaciones controversiales:

- Por un lado, la lecitina libre de aceite rica en fosfatidilcolina, se ha llegado a considerar propiamente como un producto alimenticio (Simons P., 1977), mientras que en otros casos se utiliza con fines farmacéuticos.

- Existen cápsulas disponibles al público como suplemento dietético, cuyo contenido en fosfatidilcolina es menor del 35 %, sin embargo, se comercializan como cápsulas de lecitina.

- Con fines terapéuticos se utilizan lecitinas altamente purificadas cuyo contenido en fosfatidilcolina es de 95%.

El uso de colina y fosfatidilcolina en el tratamiento de cier-

tas enfermedades neurológicas ha incrementado el interés público en el uso de "lecitina" como suplemento dietético, sin embargo, aún cuando está claro que la administración de "lecitina" puede ser benéfica en el tratamiento de ciertas enfermedades del sistema nervioso y aunque existen razones para creer que la capacidad de memoria puede verse influenciada por el contenido de colina en la dieta, las evidencias disponibles hasta la fecha no justifican el consumo desmedido de "lecitina" por personas sanas (Szuhaj B., 1985).

Entre otros beneficios atribuidos a la "lecitina" que han contribuido también a incrementar su demanda se encuentran los siguientes:

1. Experimentos realizados indican que la "lecitina" poliinsaturada de soya acelera la reabsorción de colesterol y otros lípidos.

La acumulación del colesterol y sus ésteres en las paredes de los vasos sanguíneos se intensifica cuando el colesterol presente se encuentra esterificado con el ácido oleico y palmítico. Al suministrar ácido linolénico mediante una administración de fosfolípidos altamente insaturados, el colesterol tiende a esterificarse con el ácido linolénico; éstos ésteres se utilizan más fácilmente en los procesos metabólicos, con lo cual se ha demostrado que el metabolismo, degradación y excreción de estas sustancias se realiza más rápida y eficazmente. Por lo tanto la acumulación del colesterol y sus ésteres en vasos sanguíneos se elimina o puede prevenirse (Simons P., 1977).

2. La "lecitina" facilita el transporte de los lípidos en la sangre (sistema acuoso), dispersándolos en pequeñas partículas, lo que les permite permanecer en suspensión y favorece de ésta forma su utilización como fuente energética.

3. Se ha demostrado que los fosfolípidos pueden penetrar al tejido nervioso y enriquecer membranas específicas influyendo en su funcionamiento. Presentan un papel muy importante en la regulación de los intermediarios químicos de las funciones nerviosas, como es el caso de la acetilcolina.

La administración de "lecitina" aumenta la concentración de colina con la cual el cerebro es capaz de sintetizar neurotransmisores, el efecto de esto resulta muy ventajoso en estados neurológicos conectados con deficiencias colinérgicas, como por ejemplo, el síndrome clínico de demencia de Alzheimer (Wurtman R.J., 1977).

4. La lecitina ayuda en el tratamiento de psoriasis (enfermedad de la piel o mucosas caracterizada por la formación de escamas blanquecinas), eczema (afección de la piel con formación de vejigas que al secarse producen costra o descamación) y en algunas formas de acné que se producen en la piel por una absorción deficiente de las grasas (Cairella M., 1981).

En general el uso de colina y "lecitina" en medicina es un hecho reciente y se ha prestado muy poca atención a los efectos farmacológicos secundarios de estos compuestos.

En el tratamiento de enfermedades neurológicas han sido utilizadas grandes dosis de colina y "Lecitina", las cuales han sido asociadas con los siguientes efectos secundarios: salivación, sudoración, vómito y dolor gastrointestinal, los cuales dependen de la dosis de administración (Wood J., 1981).

Los médicos han utilizado de 20-30 gramos de "lecitina" en el tratamiento de enfermedades neurológicas por períodos de tiempo hasta de dos años sin mayor problema, pero uno de los efectos ha sido el aumento de peso ya que la administración de dosis tan grandes como parte de la alimentación implica un gran aumento de calo-

rías, por ésta razón las lecitinas se someten a procesos de purificación hasta obtener una pureza de 95% en fosfatidilcolina.

Se ha visto que la mayoría de los seres humanos toleran 10 gramos de "lecitina", y que muchos presentan problemas con un consumo de 30 g/día, inclusive cuando se consume lecitina como componente de los diferentes alimentos, sin embargo, en otros casos se han llegado a ingerir hasta 35 g diarios sin consecuencias - (SzuhaJ B., 1985).

6.3 PANORAMA DE LA LECITINA EN MEXICO

El cultivo de la soya en México se inició comercialmente en 1960, su evolución tanto en superficie cosechada como volumen de producción ha sufrido un incremento acelerado, sin embargo, el extraordinario crecimiento de la industria de alimentos balanceados y aceites ha creado la necesidad de recurrir a la importación de soya.

Los estados de Sonora, Sinaloa y Tamaulipas producen un poco más del 80% de la soya del país, el 70% de la producción se obtiene en áreas de riego. Uno de los principales problemas con la producción de soya nacional es que su cultivo es estacional durante los meses de octubre, noviembre y diciembre, lo cual trae como consecuencia su baja disponibilidad el resto del año.

En lo que a la lecitina se refiere de acuerdo a datos proporcionados por la Cámara Nacional de Aceites y Grasas Comestibles (comunicación personal, 1987) se reporta que la capacidad de producción anual a 1986 fué de 6,960 toneladas, el aprovechamiento de ésta capacidad de producción queda determinado en función de las necesidades del mercado.

En México las principales plantas productoras de lecitina son las siguientes:

PLANTAS:

* DERIVADOS DE OLEAGINOSAS DEL VALLE	- Obregón
* LA POLAR FABRICA DE ACEITE HIDROGENADO Y MANTECA VEGETAL	- Obregón - Matamoros
* GAMESA	- Obregón
* PASTAS Y ACEITE COREEREPE	- Mochis, Sin.
* ACEITES Y PROTEINAS COMESTIBLES DEL PACIFICO	- Obregón
* ACEITES Y PROTEINAS	- Culiacán
* ANDERSON CLAYTON	- Enpalme, Son.
* HIDROGENADORA YUCATECA	- Mérida, Yuc.

En México, aunque se cuenta con la tecnología adecuada para la obtención de los diferentes grados y derivados de lecitina, el producto se encuentra disponible exclusivamente en forma fluida, razón por la cual los diversos sectores industriales se ven obligados a recurrir a la importación para adquirir productos de lecitina con propiedades específicas o alto grado de pureza, como sería el caso de la lecitina rica en colina, por ejemplo.

La lecitina de importación proviene principalmente de los siguientes países: Brasil, Estados Unidos de Norteamérica, Alemania, Suiza y Francia, el importe de las importaciones en los últimos años se presenta a continuación:

1983:	646.344 Toneladas
1984:	445.201 Toneladas
1985:	775.398 Toneladas
1986:	1,068.220 Toneladas

En los informes de la Cámara Nacional de Aceites y Grasas Comestibles se estima que el consumo mínimo nacional durante el año de 1985 fué de 3,000 toneladas.

El precio de la lecitina se rige a nivel internacional, durante el año de 1986 el precio promedio del producto fué de \$ 610.00 US Dols/Ton. puesto en frontera.

C A P I T U L O V I I

DISCUSION

DISCUSION

Esta tesis describe claramente la gran versatilidad de la lecitina de soya en la elaboración de diversos productos alimenticios ya sea en su estado natural o bien sometiénola a modificaciones químicas.

Entre sus múltiples aplicaciones se habló de su uso como emulsificante en la elaboración de margarina y helados, como antioxidante en la preparación de crema de cacahuete, de su habilidad humectante y dispersante en productos instantáneos, de su gran capacidad como lubricante y antiadherente en productos de panadería, así como su acción fijadora en productos elaborados a base de saborizantes volátiles entre otros.

La ventaja más importante que representa la lecitina de soya es que se trata de un aditivo natural. Además es compatible con la mayoría de otros ingredientes y aditivos, puede actuar en forma individual o combinada con otros surfactantes y antioxidantes sobre los que ejerce un efecto sinergista, lo cual le permite adaptarse a diversos sistemas para mejorar el proceso, calidad y aceptación de los productos.

El grado de aceptación de un determinado alimento por el consumidor depende de muchos factores, tanto mercadológicos como funcionales y sensoriales, como serían: sabor, color, textura, valor nutritivo, vida de anaquel, facilidad de preparación y costo del mismo. Es responsabilidad del tecnólogo de alimentos diseñar productos cuyas características funcionales cumplan con las exigencias del consumidor, en éste sentido, la lecitina de soya le permite tener un mayor control sobre las variables que intervienen en el proceso.

La industria de alimentos permite el uso de lecitina como

aditivo exclusivamente en su estado natural en sus diferentes grados comerciales o como derivado hidroxilado, la selección adecuada del producto de lecitina a utilizar garantiza los buenos resultados, se deben tener muy presentes las siguientes características para que su adición promueva los beneficios esperados:

- Estado físico de adición
- Color de la lecitina
- Proporción adecuada de las diferentes fracciones fosfolípídicas que estarán en función de las características del sistema al cual se va a adicionar.

En México, la producción de lecitina aún no se ha diversificado, se abastece el mercado con un sólo producto genérico el cual comercialmente se maneja, al igual que en la Comunidad Económica Europea, con un contenido de fosfolípidos del 62 % en contraposición con el nivel tan bajo del 50 % establecido por la FDA.

Aunque de momento en nuestro país no se ha contemplado la posibilidad de ampliar las líneas de productos comerciales de lecitina, éstas representan un mercado potencial cuya importancia - crecerá en la medida que el mercado demande productos con propiedades más específicas. Este tipo de productos se obtienen sometiendo a la lecitina natural a procesos de filtración especial y desodorización con la ventaja de que los efectos de los fosfolípidos quedan estandarizados particularmente en lo que se refiere a sus propiedades emulsificantes, dispersantes y humectantes, además de garantizar una mayor neutralidad en el sabor y olor del producto. Sin embargo, una de las limitantes actuales es el aspecto económico por el impacto que éstos procesos tienen sobre los costos de producción.

El empleo generalizado de la lecitina como aditivo en alimentos conduce necesariamente a una revisión de las normas ali-

mentarias por las siguientes razones:

- 1) Para definir los criterios que clasifiquen la lecitina en sus diferentes grados comerciales de acuerdo a su funcionalidad.
- 2) Para garantizar que el aditivo cumple con las especificaciones de calidad.
- 3) Para tener la certeza de que su uso en un producto determinado está permitido.
- 4) Para asegurarse que la dosis de adición se encuentra dentro de los límites permitidos.

Como se mencionó en el capítulo anterior, la lecitina en México forma parte de la lista de aditivos permitidos por la Secretaría de Salud en la elaboración de alimentos y bebidas, sin embargo, en la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial no existe una norma que defina a la lecitina como aditivo alimentario y establezca las especificaciones de calidad con las cuales debe cumplir el aditivo para someterse a una valoración adecuada. No obstante, se presenta la siguiente situación contradictoria: ¿Como es posible que no exista una norma que legisle y defina a la lecitina y a pesar de ello se encuentran legislados sus límites de adición en las normas de diversos productos alimenticios?

Este fenómeno encontraría explicación si se toma en cuenta que: 1) el número de empresas productoras de lecitina en México es muy reducido; que 2) la producción de soya es estacional (y consecuentemente su baja disponibilidad no permite lograr la autosuficiencia, de modo que la demanda es mayor que la oferta) y 3) que el sistema proteccionista que existe para el mercado nacional hace que el diferencial en precio entre el producto nacional y el importado sea muy elevado ocasionando que para fines prácticos se tenga un mercado cautivo con lo que la venta está asegurada.

Si el producto no reúne las especificaciones que demanda la industria alimentaria o farmacéutica, la lecitina es entonces desviada a otros sectores como el de pinturas.

Otra razón para la falta de normalización puede deberse - al hecho de que el avance tecnológico se ha desarrollado en forma más acelerada que el legal por un lado y por otro a que el uso de la lecitina en México no se ha difundido suficientemente.

Todo esto conduce a la necesidad imperante de someter a - revisión constante las normas ya existentes de acuerdo a los actuales conocimientos químicos, tecnológicos y toxicológicos, así como al establecimiento de nuevas normas de acuerdo a las necesidades del mercado en vista de que el uso de normas trae consigo las siguientes ventajas:

- Da valor agregado al producto.
- Facilita su manejo y transporte.
- Reduce las mermas.
- Establece un criterio común entre productor, comerciante y consumidor.

Después de haber realizado un análisis de las diferentes - legislaciones y especificaciones de tanto de algunos productores como consumidores, se proponen los siguientes parámetros de calidad para la lecitina natural, los cuales podrían ser el punto de partida para la creación de una norma:

COLOR:	Café ligeramente obscuro.
APARIENCIA:	Líquido viscoso.
OLOR:	Característico a soya.
SABOR:	Característico a soya.
INSOLUBLES EN ACETONA:	61.0 - 63.0 %
INSOLUBLES EN HEXANO:	0.1 - 0.3 %

HUMEDAD:	Max. 3.0 %
INDICE DE ACIDEZ:	15 - 35 %
METALES PESADOS:	Max. 30 ppm.
ARSENICO:	Max. 3 ppm.
PLOMO:	Max. 10 ppm.
CUENTA TOTAL EN PLACA/G :	Max. 5000
LEVADURAS Y HONGOS/G :	Ausentes
ENTEROBACTERIAS/G :	Ausentes
SALMONELLA/25 G :	Ausentes

Se habló en forma muy general de todos los beneficios atribuidos a la lecitina dentro del campo nutricional y terapéutico - y los posibles efectos secundarios que pueden surgir con su ingestión; en éste sentido, es importante aclarar que estos efectos dependen de las dosis de administración y si se toma en cuenta que la lecitina además de tener la ventaja de ser un producto natural se adiciona a los alimentos durante su proceso de elaboración en proporciones del 0.3% en la mayoría de los casos no representa peligro alguno en lo que a salud se refiere, de aquí que la Ingestión Diaria Admisible ha sido establecida como: "sin limitar".

La limitación que puede existir en un momento dado está determinada más bien en base a la funcionalidad de la lecitina, lo cual significa que una sobre adición llega a resultar contraproducente a los resultados esperados, como sucede en la elaboración de chocolate.

Finalmente otro punto a discusión incluye la necesidad de establecer una denominación adecuada para los diversos productos de lecitina con el objeto de poder diferenciar perfectamente entre el aditivo, el medicamento y el alimento, ya que suele utilizarse en todos los casos el término genérico "lecitina" prestando se a confusiones.

C A P I T U L O VIII

CONCLUSIONES

CONCLUSIONES

- 1.- La lecitina de soya encuentra gran aplicación en la industria alimentaria debido a sus propiedades funcionales como agente emulsificante, humectante, lubricante, antioxidante, entre otras. Además por formar parte de los aditivos naturales es un componente idóneo para utilizarse en la elaboración de chocolate, margarina, productos de panadería, etc...
- 2.- La lecitina es un subproducto del proceso de extracción del aceite de las semillas de algodón, maíz, soya, girasol y cacahuate. Siendo la soya su fuente principal.
- 3.- La funcionalidad de la lecitina está directamente determinada por el contenido y proporción de sus diferentes fracciones fosfolípídicas. En la lecitina de soya natural se presentan como principales constituyentes fosfolípídicos: la fosfatidilcolina (15%), fosfatidiletanolamina (14%) y los fosfátidos de inositol (12%).
- 4.- El proceso de obtención de la lecitina es muy sencillo, consiste en una simple hidratación del aceite, con la cual precipitan los fosfolípidos, pudiendo someterse éstos a procesos posteriores si se desea.
- 5.- La lecitina natural se clasifica con base en su color y viscosidad, en seis grados comerciales, puede someterse a procesos de refinación o modificaciones por medio de agentes físicos, químicos o enzimáticos para obtener productos derivados con propiedades más específicas.
- 6.- Las aplicaciones más importantes dentro de la industria de alimentos incluye: panadería, elaboración de chocolate, margarina y productos instantáneos, aunque también ha logrado alcanzar gran importancia en otros campos, entre los cuales se

pueden mencionar: el farmacéutico, nutricional, fabricación de pinturas, textiles, etc...

- 7.- La lecitina natural y su derivado hidroxilado son los únicos productos de lecitina permitidos dentro de la industria de alimentos.
- 8.- El calificativo de "sin limitar" para la Ingestión Diaria Admisibles, establecido por el Comité Mixto FAO/OMS y FDA, habla de la inocuidad de la lecitina como aditivo alimentario.
- 9.- La lecitina se adiciona en la mayoría de los casos en una proporción máxima del 0.3 % . Sus límites de adición están determinados en base a su funcionalidad, una sobreadición produce resultados adversos.
- 10.- La baja disponibilidad de la soya trae como consecuencia la necesidad de recurrir a la importación de lecitina, por lo cual debe motivarse la producción de soya en México.
- 11.- La diversificación de productos de lecitina en México debe promoverse, con el objeto de satisfacer al mercado que demanda productos con propiedades más específicas. Aquí se incluyen derivados utilizables en industrias distintas a la alimentaria.
- 12.- Es indispensable proporcionar un marco legal a la lecitina en México como aditivo en alimentos.
- 13.- Este trabajo de tesis aporta información útil para el tecnólogo de alimentos que desea incursionar en el campo de la lecitina como aditivo en alimentos.

BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

1. Adams C.W., Abdulla M., "Phospholipide", G. Thieme Verlag Stuttgart, p.p. 44-49, 1972.
2. Aneja R., Chadha J.S., Yoell R.W., "A Process For The Separation of Phosphatide Mixtures: The Preparation of Phosphatidylethanolamine - Free Phosphatides From Soya - Lecithin", Fette Seifen Anstrichm, 73: 643-651, 1971.
3. Anónimo, "Lecithin Release Agents", Brochure Central Soya Company, Inc., Fort Wayne, I.N., 1980.
4. Anónimo, "Lecithin In The Food Industry", Voedings Middelien Technologie, 17 (5): 30-32, 1984.
5. Anuario Estadístico de Comercio Exterior de los Estados Unidos Mexicanos, Secretaría de Programación y Presupuesto, - 1980-1984.
6. Asociación Americana de Soya, "Conferencia Mundial Sobre La Soya: Procesamiento y Utilización", Soya Noticias, Año XI, No. 121, 1980.
7. Asociación Americana de Soya, "Usos Industriales de la Lecitina de Soya", Soya Noticias, Año XII, No. 156, 1983.
8. Asociación Americana de Soya, "Lecitina: Mitos y Realidades", Soya Noticias, Año XI, No. 142, 1982.
9. Aylward F., "Lecithin In Food Processing", Food Manufacture, 27: 285-287, 311-314, 355-357, 395-397, 1952.
10. Badí S.M., Hogeney R.C., "Use Of Sorghum and Pearl Millet - Flours in Cookies", Cereal Chemistry, 53 (5): 733-738, 1976.
11. Bagley E.B., et al., "Antioxidant Activity of Soybean Flour and Derivatives a Review", Journal of Food Science, 42 (6): 1527-1531, 1977.
12. Bernardini E., "Tecnología de Aceites y Grasas", Editorial Alhambra, 2a. edición, España, 1973.
13. Bernotsvicz John A., "Fractionating Lecithin for Food Usage", The Baker and Confectioner, June 7, 1963.

14. Brian R., "Soybean Lecithin Processing Unit Operations", - J.A.O.C.S., 53: 27-29, 1976.
15. Bulletin 1241, "F.I.T. # 7 Hidroxilated Lecithin Emulsifier", Food Technology Inc. Bonding Science to the Food Industry, 1985.
16. Calrella M., Lekim D., "Soya Lecithin Nutritional and Clinical Aspects", Societa Editrice Universo, Roma, 1981.
17. Carr R.A., "Special Techniques to Optimize Vegetable Oil - Refining", J.A.O.C.S., 55 (11): 765-771, 1978.
18. Carter H.E., et al., "Biochemistry Of The Sphingolipids", J.A.O.C.S., 35: 335-343, 1958.
19. Chang S.S., Wilson J.R., "Soybean Oil In Our Foods", 111 Med. J., 126: 675-678, 1964.
20. Chapman G.W., Jr., "Changes In Fosfolipid Levels During High Moisture of Soybeans", J.A.O.C.S., 54: 195-198, 1977.
21. Code of Federal Regulations, Title 21: 172-814, Food and - Drugs, U.S. Government Printing Office, Washington, D.C., 1981.
22. Cook Russell L., "18 Mistakes In The Use Of Lecithin", Food Industries, 17: 740-901, 1970.
23. Corbin Frederick, World Soybean Research Conference 11, Fort Wayne Indiana, March 26-29, 1979.
24. Crawford C.G., et al., "Soybean Lecithin" Lipids, 15: 91, - 1980.
25. Doty O. Harry, "Mercado de Aceite de Soya en E.U.A. y en el Mundo", Informaceites, Marzo, 1984.
26. Douman C., (Blue Cross Laboratories), "Mineral Oil Modified Lecithin Cookware Spray", United States Patent 4,155,770, 1979.
27. Dubois K. Donald, "Noticias Sobre las Nuevas Tecnologías de la Soya", Soya Técnica, 1: 1981.
28. Erdahl W.L., Stolyhwo A., Privett O.S., "Análisis of Soybean Lecithin by Thin Layer and Analitical Liquid Cromatography", J.A.O.C.S., 50: 513-515, 1973.

29. Erickson D.R., et al., "Handbook of Soy Oil Processing and Utilization", A.S.A. and A.O.C.S., U.S.A., p.p. 69-73, 1980.
30. Evaluación Toxicológica de Ciertos Aditivos Alimentarios con un Exámen de los Principios Generales y de las Normas. Informe Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios ONU para la Agricultura y Alimentación, Roma, 1974.
31. Flider F., "Oil Free Lecithin Improves Flowability, Particle Size Control", Food Development, November, 1981.
32. Food Chemical Codex, National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, D.C., 1965.
33. Furia, "Handbook of Food Additives", C.R.C. Press, Vol. 11, 2nd. edition, U.S.A., 1980.
34. Glabe Elmer F., et al., "Carrageenan and Hidroxilated Lecithin Applied to Continuous Mix Bread", Cereal Science Today, 9 (7): 1964.
35. Growdon J.H., et al., "Lecithin Consumption Elevates Serum Free Choline Levels", Lancet 2: 68-69, 1977.
36. Gustafson E.H., "Raw Materials Handling and Controls", - J.A.O.C.S., 55 (11): 751-753, 1978.
37. Harris T.L., "Surface Active Lipids in Foods", Society of - Chemical Industry, Monograph No. 32: 108, 1968.
38. Hasegawa M., "Properties and Food Use of Egg Yolk Lecithin", New Food Industry, 23 (11): 28-31, 1981.
39. Heinemann B., "The Relation of Phospholipids to Fat in Dairy Products", J. Dairy Science, 22: 707-715, 1939.
40. Ingleton J.F., "Commercial Lecithin, Its Use and Composition", Confect. Prod., 37: 279-280, 1971.
41. Isaeva T.L., "Utilization of Phospholipids from Soya Oil - Residues", J.A.O.C.S., 1: 9-10, 1971.
42. Iveson H.T., "Soybean Lecithin", Soybean Digest, 21: 16, 1972.
43. Johnson D.W., "Functional Properties of Oilseed Protein", - J.A.O.C.S., 47: 420, 1970.

44. Kanamoto R., et al., "Phospholipid-Phospholipid Interaction in Soybean Oil", J.A.O.C.S., 58 (12): 1050-1053, 1981.
45. Lajara J., "Desgomado de Aceites Vegetales: Fabricación de Lecitina", Informa Grasas y Aceites, 8: 17-30, 36-48, 1970.
46. Lang M., "Lecithin a Product with Many Qualities", Confect. Manufacture and Marketing, 19 (9): 18-19, 1982.
47. Lee F.A., "Basic Food Chemistry", AVI Publishing Co., - Westport Connecticut, 1975.
48. Lepage M., "Phospholipids", Journal Lipid Res., 5: 587, 1964.
49. Link W.E., "Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists' Society", 3rd. edition, U.S.A., 1977.
50. Linow F., Mieth G., "On the Fat Stabilizing Properties of Phosphatides, Part II: The Antioxidant Properties of Selected Phosphatides.", Nahrung, 19: 577-582, 1975.
51. List G.R., et al., "Effects on Deguming Conditions on Removal and Quality of Soybean Lecithin", J.A.O.C.S., 58: 892-898, 1981.
52. Lorenz K., Kissell L.T., "Performance of Triticale Flours - in Tests for Soft Wheat Quality", Cereal Chemistry, 53 (2): 233-241, 1976.
53. Lundberg W.O., "Autoxidation and Antioxidants", Interscience Publishers, Vol. 1, New York, 1961.
54. Lynch M.J., Griffin W.C., "Emulsions and Emulsion Technology", Marcel Decker Inc., New York, 1974.
55. Markley Klare S., "Soybean and Soybean Products", Interscience Publishers, Inc., Vol. 11, New York, 1951.
56. Matz S.A., "Cookie and Craker Technology", AVI Publishing Co., Westport Connecticut, 1968.
57. Minifie Bernard W., "Chocolate, Cocoa and Confectionery", AVI Publishing Co. Inc., 1980.
58. Nakayama Y., Saio K., Kito M., "Decomposition of Phospholipids in Soybean During Storage", Cereal Chemistry, 58 (4): 260-263, 1981.

59. National Research Council, "Lecithin", Food Chemical Codex National Academy of Sciences Washington, D.C., 1972.
60. National Soybean Processors Association, Yearbook and - Trading Rules, 1981-1982.
61. Normas Oficiales Mexicanas de la Dirección General de Normas de la Secretaría de Comercio y Fomento Industrial.
62. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 13 edition, U.S.A., 1980.
63. Official and Tentative Methods of the American Oil Chemists' Society, A.O.C.S., Champaign, I.L., 1979.
64. Ogunmoyela O.A., Birch G., "Effect of Sweetener Type and Lecithin on Higrscopicity and Mold Growth in Dark Chocolate". Journal of Food Science, 49 (4): 1088-1089, 1142, 1984.
65. Olcott H.S., et al., "Antioxidants and the Autoxidation of Fats, Lecithin as an Antioxidant", Oil Soap, 13: 98, 1936.
66. Onayemi O., Lorenz K., "Soy Concentrate and Isolate in - Bread Baking", Bakers Digest, 52 (1): 18, 1978.
67. Páez Balserio Luis, "Actualidades Sobre Nutrición", Asociación Americana de Soya, 4: 1-10, 1978.
68. Pearson D., "The Chemical Analysis of Foods", 2a. Edición, Londres, 1976.
69. Pensabene J.W., et al., "Formation of Dimethylnitrosamine from Comercial Lecithin and its Components in a Model - System", Journal Agric. Food Chem., 23: 979-980, 1975.
70. Pomeranz Y., "Lipids in Wheat Chemistry and Technology", American Association of Cereal Chemistry, Sr. Paul M.N., 1971.
71. Pratt D.E., "Water Soluble Antioxidant Activity of Soybeans", J. Food Science, 37: 322, 1972.
72. Riedl O., "Lecitine", Ernährung, 5 (7): 340-341, 1981.
73. Rydhag L., Wilton I., "The Function of Fosfolipids of Soybean Lecithin in Emulsions", J.A.O.C.S., 58 (8): 830-837, 1981.
74. Scholfield C.R., "Composition of Soybean Lecithin", J.A.O.C.S. 58 (16): 889-891, 1981.
75. Scocca P.M. "Utilization of Lecithin", J.A.O.C.S., 53: 428-429, 1976.

76. Seibel W., "Development in Baking Technology, Processing Technology, New Nutrients, Additives in Cereals" American Association of Cereal Chemists, St. Paul, M.N., 1978.
77. Simons Paul, "Lecithin the Fat Fighter", Thorson Publishers LTD, Great Britain, 1977.
78. Singh H., Privett O.S., "Glycolipids and Phospholipids of Immature Soybeans", Lipids, 5: 692, 1970.
79. Smith Allan K., "Soybean Chemistry and Technology", AVI Publishing Co., Inc., 2nd. edition, Vol. 1 Westport - Connecticut, 1980.
80. Soy Protein Improving our Food System, Food Protein Council Washington, D.C., 1978.
81. Stoifel W., "Phospholipids", E. Thieme Verlag Stuttgart, - 1972.
82. Sullivan D.R., Szuhaj B., "Comercial Lecithin Types, - Properties and Uses", American Oil Chemist's Society, U.S.A. 1985.
83. Szuhaj B., Iist Gary R., "Lecithins", American Oil Chemist's Society, U.S.A., 1985.
84. Szuhaj B., "Lecithin Production and Utilization", J.A.O.C.S. 60: 2, 1983.
85. Technical Pamphlet: "Lecithin Emulsion", Ajinomoto Co., Inc., Tokio, Japan, 1975.
86. Technical Information, Lucas Meyer Co., Hamburg Germany, 1978.
87. Tracor Jitco, Inc., "Monograph on Lecithin", Contract FDA No. 72-100, Rockville, Md., 1974.
88. Van den Bosch H., "Phosphoglyceride Metabolism", Annu Rev. Biochem., 43: 243-277, 1974.
89. Van Nieuwenhuyzen W., "Lecithin Production and Properties", J.A.O.C.S., 53: 425-427, 1976.
90. Van Nieuwenhuyzan W., "The Industrial Uses of Special Lecithins" J.A.O.C.S., 58 (10): 886-888, 1981.
91. Weiss Theodore J., "Food Oils and Their Uses", AVI Publishing Co., 2nd. edition, U.S.A., 1980.
92. Wolf W.S., Cowan J.C., "CRC Critical Review", Food Technology, 2: 81, 1971.

93. Wood J.L., Allison R.G., "Effects of Consumption of Choline and Lecithin on Neurologic and Cardiovascular Systems", Life Science Research Office of the Federation of American Soc. for Experimental Biology Technical Report to the Bureau of Foods, FDA, Washington, D.C., 1-105, 1981.
94. Wurtman R.J., et al., "Effects of Oral Choline Administration on Serum and CSF Choline Levels in Patients with Huntington disease", J. Neurochem., 28: 229-231, 1977.
95. Ziegelitz R., "Lecithin and It's Uses as Emulsifier", Susswaren 10: 490, 1970.
96. Ziemba J.V., "Today's Monoglycerides do More for You", Food - Engr., 38 (1): 76, 1976.