

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA

OBTENCION DE HARINA Y CONCENTRADO PROTEINICO
A PARTIR DE SEMILLAS DE GIRASOL
(HELIANTHUS ANNUS L.)

T E S I S
QUE PARA OBTENER
EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO
PRESENTA
ROCIO IMELDA HERNANDEZ CORIA



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

JURADO ASIGNADO ORIGINALMENTE SEGUN EL TEMA:

PRESIDENTE: NINFA GUERRERO DE CALLEJAS
VOCAL: ENRIQUE GARCIA GALIANO
SECRETARIO: ANGELA SOTELO LOPEZ
1'SUPLENTE: EMILIO BARRAGAN HERNANDEZ
2'SUPLENTE: MIGUEL HERNANDEZ INFANTE

SITIO EN DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:

**DEPARTAMENTO DE FISIOLOGIA DE LA NUTRICION
Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. DIVISION DE NUTRI
CION. I.N.N.**

SUSTENTANTE:

ROCIO IMELDA HERNANDEZ CORIA

ASESOR DEL TEMA:

Q.F.B. NINFA GUERRERO DE CALLEJAS

ASESORES TECNICOS:

M.C. JOSEFINA MORALES DE LEON
DR. HECTOR BOURGES R.

A mis padres Alfredo e Imelda con gran
carifio, admiración y gratitud, por todo
el amor y apoyo que supieron darme

A mis hermanos Deyanira, Alfredo y
Melania con todo mi carifio

A mi abuelita Rita

A toda mi familia en quien
siempre he encontrado
apoyo y carifio

Este trabajo fué parcialmente patrocinado por el Instituto Nacional de la Nutrición y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, a través del Programa Nacional de Alimentación.

Con agradecimiento al Dr. Adolfo Chávez V.
por las facilidades brindadas para
hacer posible el desarrollo de éste
trabajo.

Con especial agradecimiento al Dr. Hector
Bourges R., jefe del Depto. de Fisiología
de la Nutrición y Tecnología de Alimentos,
por su valiosa dirección.

Mi mas profundo agradecimiento a la M. en C.
Josefina Morales de León por su valiosa ayuda
durante la realización de ésta tesis, así mismo
tambien agradezco la ayuda brindada por la Q. F. B.,
Ninfa Guerrero de Callejas, a la M. en C. Angela
Sotelo por sus observaciones y al I. Q. Enrique
García-Galiano por su cooperación y apoyo.

A mis compañeros y amigos en quienes
encontré siempre cooperación y
amistad

A mis maestros con agradecimiento
por su orientación

Al Dr. Renán Villanueva y su
esposa, excelentes personas
que he tenido la oportunidad
de conocer.

CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS	i
LISTA DE FIGURAS	ii
INTRODUCCION	1
PARTE EXPERIMENTAL	10
RESULTADOS Y DISCUSION	18
CONCLUSIONES	47
BIBLIOGRAFIA	50
ANEXO I	55

LISTA DE CUADROS

- CUADRO I PRINCIPALES REGIONES EN MEXICO, CLASIFICADAS DE ACUERDO AL GRADO DE NUTRICION.
- CUADRO II SUPERFICIE COSECHADA, PRODUCCION Y PRECIO DE LAS PRINCIPALES SEMILLAS OLEAGINOSAS EN MEXICO.
- CUADRO III ANALISIS BROMATOLOGICO Y MICROBIOLOGICO DE TRES VARIETADES DE GIRASOL.
- CUADRO IV RESULTADOS DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS APLICADOS PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DEL DESCASCARILLADO DE LA SEMILLA DE GIRASOL.
- CUADRO V PORCENTAJES DE ACEITE RESIDUAL EN LA TORTA DE GIRASOL SOMETIDA A DIFERENTES CONDICIONES DE Prensado.
- CUADRO VI ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA HARINA Y DE CONCENTRADO PROTEINICO DE GIRASOL.
- CUADRO VII PORCIENTO DE ACIDO CLOROGENICO EXTRAIDO DE LA HARINA DE GIRASOL CON DIFERENTES DISOLVENTES Y A DIFERENTES TIEMPOS.
- CUADRO VIII CONTENIDO DE LISINA, METIONINA Y TRIPTOFANO DE DIFERENTES MEZCLAS DE HARINA DE GIRASOL-HARINA DE MAIZ EXPRESADO COMO % DEL VALOR CORRESPONDIENTE EN LA PROTEINA PATRON FAO 1957.

- CUADRO IX CONTENIDO DE LISINA Y METIONINA DE DIFERENTES MEZCLAS DE HARINA DE GIRASOL-HARINA DE ARROZ EXPRESADA COMO % DEL VALOR CORRESPONDIENTE EN LA PROTEINA PATRON F A O 1957.
- CUADRO X CONTENIDO DE LISINA, METIONINA Y TRIPTOFANO DE HARINA DE GIRASOL-HARINA DE TRIGO EXPRESADA COMO % DEL VALOR CORRESPONDIENTE EN LA PROTEINA PATRON F A O 1957.
- CUADRO XI CONTENIDO DE LISINA, METIONINA Y TRIPTOFANO DE DIFERENTES MEZCLAS DE HARINA DE GIRASOL-HARINA DE FRIJOL EXPRESADO COMO % DEL VALOR CORRESPONDIENTE EN LA PROTEINA PATRON F A O 1957.
- CUADRO XII ANALISIS BROMATOLOGICO DE LAS MEZCLAS GIRASOL-TRIGO Y GIRASOL-FRIJOL SELECCIONADAS DE ACUERDO A SU VALOR NUTRITIVO Y COSTO.
- CUADRO XIII CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES EN HARINA, CONCENTRADO PROTEINICO DE GIRASOL Y LAS MEZCLAS GIRASOL-TRIGO Y GIRASOL-FRIJOL.
- CUADRO XIV RESULTADO DE LA EFICIENCIA PROTEICA (EP) Y LA UTILIZACION NETA DE PROTEINA (UNP) DE HARINA DE GIRASOL, CONCENTRADO PROTEINICO, LAS MEZCLAS GIRASOL-TRIGO Y GIRASOL-FRIJOL Y SU RELACION PORCENTUAL CON RESPECTO A CASEINA.
- CUADRO XV TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA PARA LA EFICIENCIA PROTEICA (EP) Y PRUEBA DE TUKEY.
- CUADRO XVI TABLA DE ANALISIS DE VARIANZA PARA LA UTILIZACION NETA DE PROTEINAS (UNP) Y PRUEBA DE TUKEY.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1. - DIAGRAMA DE BLOQUES PRELIMINAR PARA LA OBTENCION DE HARINA DE GIRASOL.
- FIGURA 2. - DIAGRAMA DE BLOQUES MODIFICADO PARA LA OBTENCION DE HARINA DE GIRASOL.
- FIGURA 3. - DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA OBTENCION DE UN CONCENTRADO PROTEINICO A PARTIR DE HARINA DE GIRASOL.
- FIGURA 4. - DIAGRAMA FINAL PARA LA OBTENCION DE HARINA DE GIRASOL.
- FIGURA 5. - CONTENIDO DE LISINA, METIONINA Y TRIPTOFANO EN MEZCLAS DE HARINA DE GIRASOL CON RESPECTO A LA PROTEINA PATRON F A O 1957.
- FIGURA 6. - CONTENIDO DE LISINA, METIONINA Y TRIPTOFANO EN HARINA DE : GIRASOL, TRIGO, FRIJOL Y LAS DOS MEZCLAS SELECCIONADAS.
- FIGURA 7. - CAMBIOS EN LA CONCENTRACION DE PEROXIDOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO. DE HARINA DE GIRASOL, CONCENTRADO PROTEINICO Y LAS MEZCLAS GIRASOL-TRIGO Y GIRASOL-FRIJOL.

INTRODUCCION

La desnutrición humana es uno de los mas importantes problemas que se le presentan a los gobiernos de todo el mundo, así como a las organizaciones médicas y de salud pública, en virtud de las graves implicaciones biológicas y sociales que la desnutrición implica. Datos recientes estiman que más de la mitad de la población mundial sufre de desnutrición crónica a consecuencia de una alimentación que no satisface las necesidades del organismo (1).

Las estadísticas mundiales muestran datos que son realmente alarmantes tales como: a) que una tercera parte de la población mundial sufrió hambre y desnutrición en 1975; b) que 10 millones de niños de todo el mundo están seriamente desnutridos y viven precariamente; c) que 400 millones de gentes viven marginadas y con hambre; y d) que 12 000 gentes mueren de hambre cada día. (2)

La desnutrición no solo afecta al individuo, sino tambien a la sociedad, ya que es una barrera para el progreso y el desarrollo del país. En forma semejante a la adaptación biológica se establece una adaptación social que, en ahorro de energía, impide la aplicación total de la capacidad humana. (3)

El grupo mas vulnerable a la desnutrición es el de los niños y desde hace algunos años en el campo de la nutrición se ha considerado que la mortalidad de los niños es el mejor indicador de los problemas nutricios de un grupo humano. En una población subdesarrollada los niños mueren principalmente por enfermedades diarréicas, bronconeumo-

nía, sarampión y tosferina que son padecimientos que se agravan y causan la muerte sobre todo cuando previamente existe la mala nutrición - además que la desnutrición misma causa muchas muertes. (4)

Debido al aumento constante de la población mundial la tarea de proporcionar alimentos suficientes y de buena calidad a las regiones - más afectadas y combatir así la desnutrición, se hace cada día más difícil.

El problema de la desnutrición es mundial, afectando en diferentes grados a unos y otros países, pero atañe de un modo más evidente a países que, como el nuestro, tienden a ser de los más poblados y de escasos ingresos económicos.

En México existen 3 dietas típicas (5): a) La dieta tipo "indígena" - basada en alimentos como: maíz, frijoly pequeñas cantidades de azúcar, chile y alguna verdura ó fruta; b) La dieta tipo "mestiza" propia de las comunidades semirurales, en la que además de las tortillas y los frijoles se introduce café con leche y pan en las mañanas; sopa de pasta ó arroz y carne cocida ó gisada a medio día y c) La dieta tipo "occidental" que incluye con frecuencia en el desayuno jugo de frutas, huevos, café con leche, pan, tortillas y algun cereal; a medio día sopas de arroz pastas de muy diversos tipos, carne, ensalada, frijoles, postre y en la noche una ración semejante a la del medio día pero en menor proporción. Se distinguen 4 zonas principalmente en el país clasificadas según el tipo de nutrición que presentan, que son: Zona Norte, las Costas, Centro y Sur este (cuadro I) (5). En estas zonas las dietas más generalizadas son

CUADRO I

PRINCIPALES REGIONES EN MEXICO CLASIFICADAS

DE ACUERDO AL GRADO DE NUTRICION

TIPO DE NUTRICION	ZONA GEOGRAFICA	CONSUMO DE CALORIAS	% DE ADECUACION	CONSUMO DE PROTEINAS (g)	% DE ADECUACION
Buena	Frontera Norte del país	2330	97.1	69	53.13
Regular	Costas del Pacífico y del Golfo	2124	88.50	60	46.20
Mala	Centro del País	2064	86.0	56	43.12
Muy mala	Sureste del país	1893	78.8	50	38.5

Ingestión de calorías diarias (recomendadas) 2400 cal

Ingestión de proteínas (promedio) 77 g.

FUENTE: Perez, H.C.

Encuestas Nutricionales en México

Vol. III, División de Nutrición I.N.N.

(1977)

la "indígena" y la "mestiza" consumida por un alto porcentaje de la población y en las cuales se observa que el maíz sigue siendo la base de la alimentación, que existe una deficiencia en calorías, pero más deficiente aún en proteínas, ya que su consumo es más bajo y bastante irregular. Como es sabido ni el maíz ni el frijol, contienen la calidad y cantidad suficiente de proteínas, por lo que es preciso complementar estas dietas con alimentos de mejor calidad proteínica. Sin embargo éstos alimentos, en muchas ocasiones no están al alcance del sector de bajos recursos y su disponibilidad no es uniforme en el país, por lo que es necesario llevar a cabo un sin número de estudios enfocados a desarrollar nuevos y mejores alimentos de alto contenido proteínico a base de materias primas de origen vegetal.

Lo anterior implica una búsqueda de nuevas fuentes proteínicas - que sean al mismo tiempo de bajo costo y alto valor nutritivo, para lo cual es necesario utilizar al máximo todos los recursos disponibles, los cuales en múltiples ocasiones se desperdician, debido a la falta de técnicas para su aprovechamiento, por ejemplo, las semillas oleaginosas se cultivan principalmente por su alto contenido de aceite, sin embargo, la pasta residual se destina casi en su totalidad, como alimento para ganado ó para aves, siendo una pasta rica en proteínas de buena calidad - que podría utilizarse para consumo humano.

Los alimentos de origen vegetal se consideran de calidad inferior a los que provienen de fuentes animales, porque presentan un desequili-

brio de aminoácidos que hace menos aprovechable a la proteína, ya que la absorción intestinal de los aminoácidos es óptima solo cuando éstos se encuentran en proporciones adecuadas, sin embargo es posible lograr una buena combinación de diversas materias primas vegetales con lo cual se incrementa la calidad biológica de éstas (6). En base a lo anterior, el presente trabajo se enfocó a la obtención de proteínas a partir de semillas de girasol (*Helianthus annus L.*)

De acuerdo al volumen de la producción mundial de semillas oleaginosas se tiene en primer término a: frijol soya, semillas de algodón, cacahuate, girasol, copra y ajonjolí. Observándose que el girasol ocupa un lugar importante dentro de los cultivos agrícolas de mayor producción en el mundo.

El cultivo del girasol (*H. annus L.*) se le ha dado gran impulso en Estados Unidos, en casi toda América y en muchos países de Europa, Asia y Africa. El país que más se ha ocupado de éste cultivo y su industrialización es Rusia, que ha logrado mejorar ésta especie hasta obtener variedades de alto rendimiento y calidad en la semilla. (8)

Las aplicaciones que se le pueden dar al girasol son numerosas: utilizándose desde las raíces hasta la semilla. En Estados Unidos, de los tubérculos se obtiene alcohol por fermentación, el exuberante desarrollo de sus tallos permite que se empleen como forraje para ganado; los tallos leñosos se emplean como combustibles ó se les prepara para que sirvan como abono para el siguiente cultivo. En relación con la semilla, el principal aprovechamiento se refiere al aceite, aunque también la cáscara ha sido usada como materia prima para la obtención de fur-

fural en Rusia. (9)

En los últimos años el aceite de girasol ha logrado un incremento en su producción mucho mayor, en comparación con otros aceites. Desde 1962 el girasol de ocupar el quinto lugar como materia prima para la producción de aceite pasó a ser la segunda materia prima en la producción internacional de aceites (8). La popularidad de éste aceite se debe a su atractivo color, agradable sabor, buena estabilidad, poca pérdida en el refinamiento y alto contenido de tocoferol (55-77 mg/100 g de aceite). Contiene además muchos ácidos grasos insaturados (oleico y linoleico) y éste va ligado a un decremento en el contenido de colesterol en sangre (8).

En México (cuadro II) la producción de semillas oleaginosas -- constituye una parte importante en la producción agrícola del país, y si se considera que México necesita producir 20 000 toneladas mas de aceite cada año para satisfacer la demanda originada principalmente por el incremento de población. El aumento estimado en la producción anual, marca perspectivas interesantes para que diversos cultivos como el del girasol que presenta muchas ventajas, entre otras: a) amplia área de adaptación, b) no requiere la inversión de grandes capitales, ni maquinaria costosa para su explotación, c) fácil de cultivar y d) es apropiado para siembras de temporal; se considera como cultivo remunerativo para el agricultor de las zonas temporales, garantizándole un mercado para la semilla tanto en la industria de aceites, grasas y jabones así como en la industria alimentaria en general (10, 11).

CUADRO II
SUPERFICIE COSECHADA, PRODUCCION Y PRECIO DE LAS PRINCIPALES
SEMILLAS OLEAGINOSAS EN MEXICO

OLEAGINOSA	AÑO AGRI COLA	SUP. COSECHADA (HECTAREAS)	PRODUCCION (TON.)	PRECIO (\$/TON)
AJONJOLI	1972	276,495	160,573.32	2810.00
	1973	255,166	178,168.52	3570.00
	1974	240,257	159,865.00	5486.00
	1975	218,660	110,725.00	5715.00
	1976	197,959	84,777.00	6421.00
ALGODON	1972	523,426	669,783.7	1114.38
	1973	425,134	595,477.4	1877.41
	1974	578,322	826,373.0	2165.56
	1975	226,783	320,335.0	2364.47
	1976	234,981	348,894.35	2984.74
CACAHUATE	1972	48,382	69,620.53	1946.46
	1973	42,456	59,448.65	2590.00
	1974	48,268	62,871.00	3508.00
	1975	61,640	68,935.00	3623.00
	1976	42,930	55,657.00	5518.50
CARTAMO	1972	198,837	271,285.56	1580.00
	1973	197,992	298,171.78	1900.00
	1974	191,654	272,429.00	3750.00
	1975	363,051	352,279.00	3370.00
	1976	184,937	240,318.00	2650.00
GIRASOL	1972	16,300	1,733.02	1457.50
	1973	6,231	4,082.63	2287.75
	1974	2,870	3,737.00	3813.80
	1975	1,745	2,296.00	3668.00
	1976	2,533	1,897.00	4330.40
SOYA	1972	221,639	376,809.70	1790.00
	1973	311,895	585,474.19	3030.00
	1974	300,118	491,084.00	3293.70
	1975	344,450	698,987.00	3350.25
	1976	172,379	302,492.00	4150.00

FUENTE:

DIRECCION GENERAL DE ECONOMIA AGRICOLA
DEPARTAMENTO DE ESTADISTICA
S. A. R. H.

El girasol es una planta que tiene una amplia área de cultivo en México los climas de la mesa central y norte del país parecen ser ideales; pero la planta también se desarrolla satisfactoriamente en Yucatán y en varias regiones costeras del Pacífico y el Golfo de México.

El girasol crece bien en la mayoría de los tipos de suelo, desde el arenoso de fertilidad media hasta los suelos pesados; pero son mas recomendables para la siembra los suelos profundos de color café ó negro, con buen drenaje y pH neutro ó alcalino. El girasol es un cultivo rústico que se desarrolla bien durante períodos prolongados de sequía en regiones de lluvia escasa ó mal distribuída, ademas puede servir como cultivo complementario para alternar con otros en las rotaciones y para diversificar las explotaciones rurales (10, 11, 12.)

A pesar de todas las ventajas que ofrecé éste cultivo, la producción de semilla de girasol en México ha disminuído, cuadro II, debido a que no ha tenido mucha difusión entre los agricultores, ya que la cosecha se hace a mano y ésto implica que tienen que trabajar más, sin embargo la cosecha podría hacerse con la misma maquinaria con la que se cosecha el maíz, con algunos aditamentos especiales, pero una gran mayoría de los agricultores no cuentan con éste tipo de maquinaria.

No obstante que el beneficio del girasol se ha desarrollado en forma importante en países extranjeros, en México los esfuerzos para su cosecha e industrialización son muy escasos.

El valor de la semilla de girasol como alimento para consumo

humano fué reconocido desde 1947 por la Universidad de Illinois (Home - Economics Dept. , 1947). Quienes concluyeron que la pasta de girasol, - una vez extraído el aceite, es rica en: proteínas, fierro, calcio, fósforo y las vitaminas del complejo "B" y que además de ser nutritiva es fácilmente digerible, por lo que la pasta de girasol puede satisfacer una gran parte del mercado de productos de alto contenido proteínico. (13) El principal problema que presenta el utilizar a las semillas de girasol ó a la - pasta residual de la extracción de aceite en la elaboración de diversos - productos se refiere a la rancidez ocasionada por el alto contenido de a- ceite. La presencia de factores antinutritivos ó sustancias tóxicas obsta- culizarían su consumo, pero afortunadamente hasta la fecha no se han re- portado éste tipo de sustancias en el girasol (6, 14, 15).

Por lo tanto y considerando la necesidad de contar con proteínas de buena calidad y de bajo costo, se llevó a cabo el presente trabajo, cu- yo objetivo principal fué: a) proporcionar a la industria alimentaria, in- formación técnica sobre la obtención de harina de girasol y un concentra- do proteínico a partir del residuo de extracción de aceite de la semilla de girasol y b) elaborar un producto de alto valor nutritivo y bajo costo a ba- se de la harina de girasol. La harina obtenida podría utilizarse como fuen te de proteínas y adicionarse a productos alimenticios como cereales, o leguminosos productos cárnicos, jugos de frutas, mantequilla de cacahua te, productos lácteos, mezclas con otras harinas como trigo y utilizarse en panadería, (16) ó bien podría incorporarse en formulaciones de baja ca- lidad proteínica, a fin de obtener un producto de mejor calidad.

P A R T E E X P E R I M E N T A L

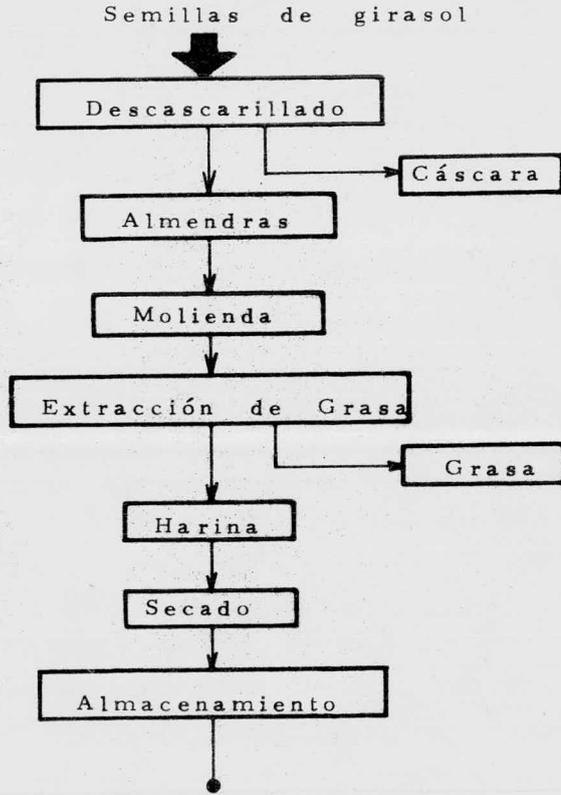
Este capítulo comprende el diseño de la investigación y los métodos de análisis llevados a cabo durante la realización del presente trabajo, así como también el material y los equipos utilizados.

A.- DISEÑO DE LA INVESTIGACION

- 1.- Se seleccionaron las materias primas considerando los datos de costo y disponibilidad en México, así como también su valor nutritivo.
- 2.- En base a la información técnica consultada se propuso un primer procedimiento tentativo para la elaboración de harina de girasol, mismo que se esquematiza en la figura 1.
- 3.- Siguiendo éste procedimiento y a fin de establecer el más adecuado para obtener la harina de girasol apta para consumo humano, se llevaron a cabo algunas modificaciones principalmente en las etapas de descascarillado y extracción de grasa. También se incluyeron otras operaciones como: La limpieza de la semilla, un tratamiento térmico de la almendra y el prensado (figura 2).
- 4.- Siguiendo la figura 2, se estableció el diagrama final para la obtención de harina de girasol, el cual se muestra en el capítulo de resultados (figura 4).
- 5.- Se llevó a cabo la determinación de ácido clorogénico en harina de girasol, obtenida de acuerdo al diagrama de la figura 4.

FIGURA 1

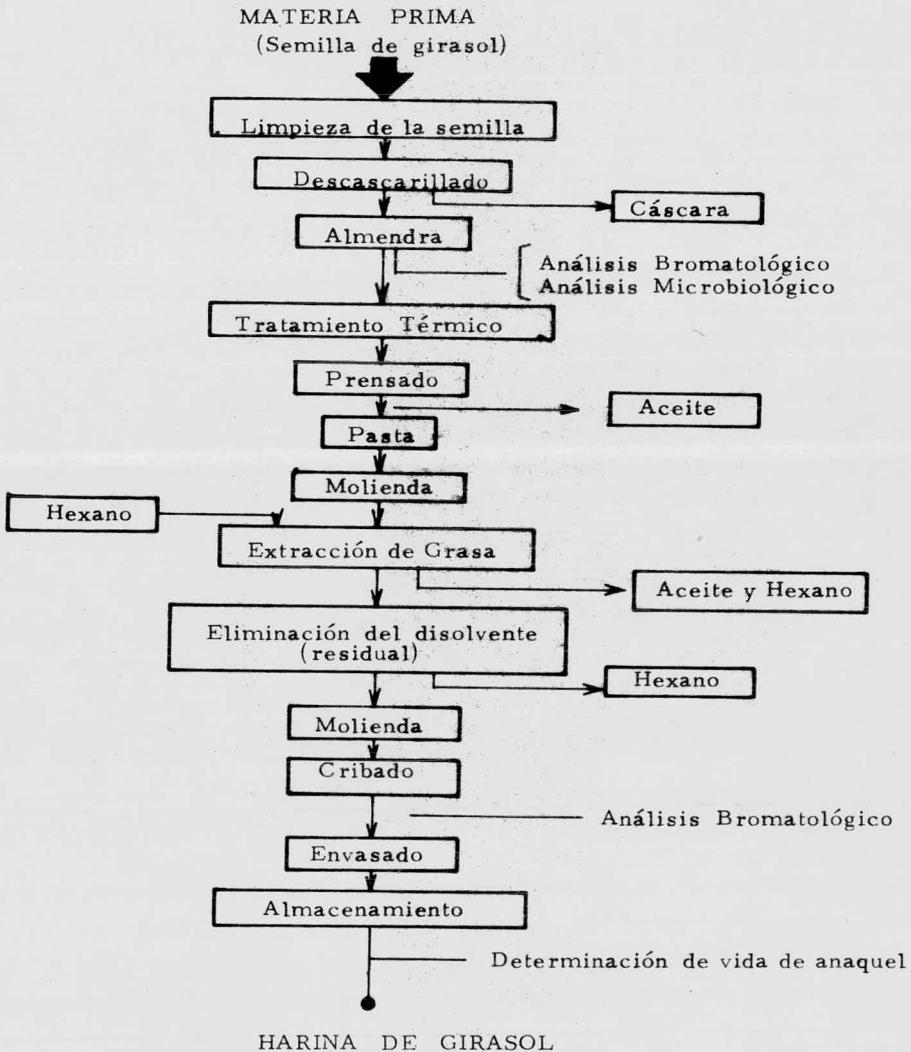
DIAGRAMA DE BLOQUES PRELIMINAR PARA LA
OBTENCION DE HARINA DE GIRASOL



HARINA DE GIRASOL

FIGURA 2

DIAGRAMA DE BLOQUES MODIFICADO PARA LA OBTENCION DE HARINA DE GIRASOL



6.- Se obtuvo un concentrado proteínico de girasol siguiendo el diagrama que se presenta en la figura 3.

7.- Se formularon mezclas de harina de girasol con cereales (arroz, trigo y maíz) y leguminosas (frijol) siguiendo el método de calificación química, utilizando los valores reportados en la literatura para las materias primas. De las mezclas estudiadas se seleccionaron 2:

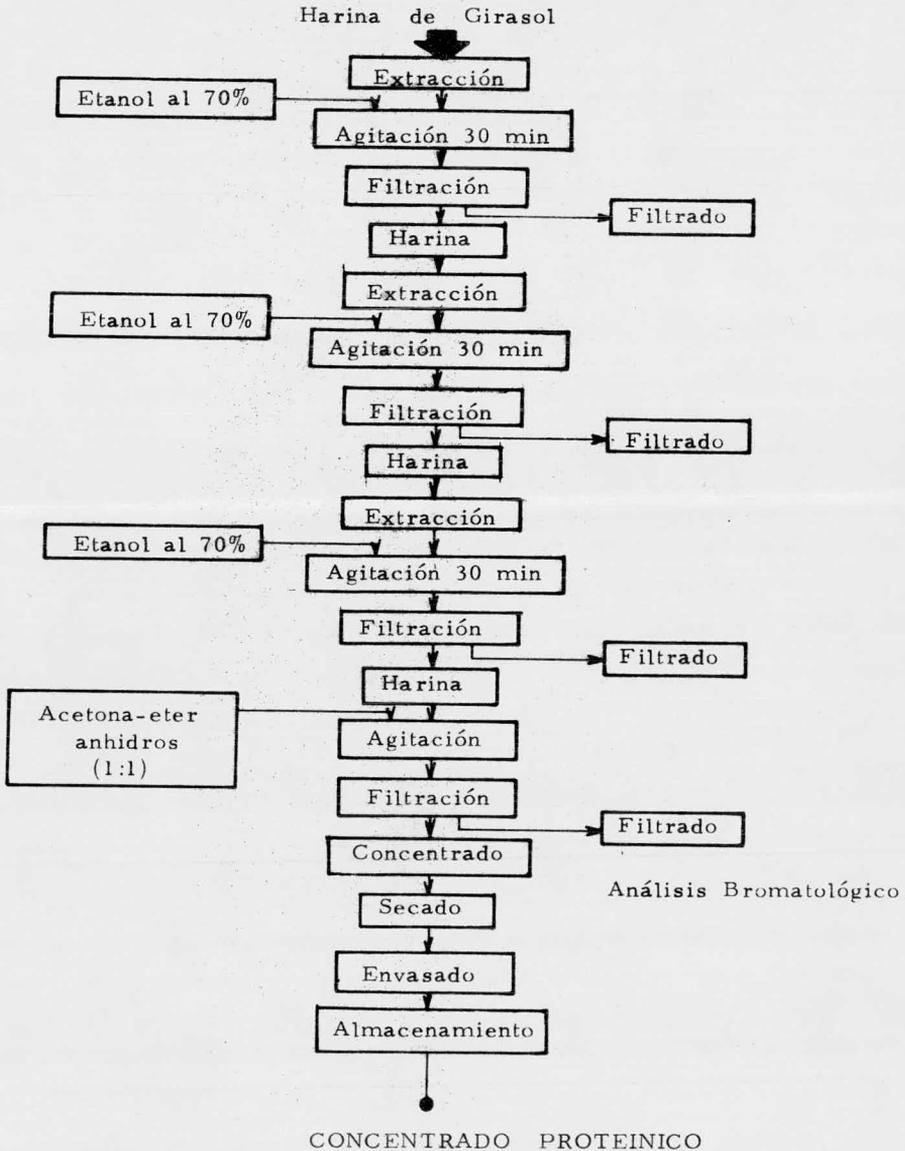
- a) Harina de girasol - harina de trigo
- b) Harina de girasol - harina de frijol

En ambas mezclas el girasol complementa los aminoácidos deficientes del trigo y del frijol. Paralelamente se llevaron a cabo cálculos matemáticos utilizando un programa de computadora, a fin de seleccionar la combinación óptima, que reuniera los siguientes requisitos: a) un costo no mayor de cinco centavos el gramo de proteína; b) una concentración de proteína superior al 30% y c) que la concentración de los aminoácidos limitantes no fuera menor al 70% del valor recomendado para la proteína patrón FAO 1957.

8.- Se evaluaron la harina de girasol, el concentrado proteínico y las mezclas girasol - trigo y girasol - frijol, mediante análisis bromatológicos, microbiológicos, evaluación de la calidad proteíca y determinación del índice de rancidez durante el almacenamiento. En el caso de la mezcla de girasol - trigo, se elaboraron galletas, las cuales se evaluaron mediante pruebas sensoriales.

FIGURA 3

DIAGRAMA DE BLOQUES PARA LA OBTENCION DE UN CONCENTRADO PROTEINICO A PARTIR DE HARINA DE GIRASOL



B.- METODOS DE ANALISIS

Para llevar a cabo la caracterización de la materia prima, - el control del producto terminado, así como para determinar - las condiciones más adecuadas para la extracción de ácido clorogénico se efectuaron los análisis que se listan a continuación:

- 1.- Bromatológico
 - 1.a.- Humedad por el método de la termobalanza Ultra "X" (17)
 - 1.b.- Cenizas por incineración (17)
 - 1.c.- Extracto etéreo por el método de Soxhlet (17)
 - 1.d.- Fibra cruda por el método de hidrólisis ácida y alcalina (17).
 - 1.e.- Proteína por el método de Kjeldahl (17)
 - 1.f.- Carbohidratos por diferencia.
- 2.- Extracción y cuantificación del ácido clorogénico siguiendo los métodos de Moores, Sosulski, Millic y Fan (18, 19, 20, 21).
- 3.- Microbiológicos
 - 3.a.-Cuenta total de microorganismos viables por el método de cuenta standar en placa (PCA) (22).
 - 3.b.- Prueba presuntiva de coliformes en tubo con campana -- Durham en caldo lactosado bilis verde brillante (22)
 - 3.c.- Identificación de hongos y levaduras, utilizando para los hongos el medio de cultivo Sabouraud-maltosa-agar adicionado con estreptomycinina y para levaduras el medio papa-dextrosa-agar acidificado a un pH de 3.5 con ácido tartárico (22)

4. - Evaluación de la calidad de la proteína

4.a. - Métodos Biológicos

4.a.1. - Eficiencia Proteica (EP) por el método de Campbell (23)

4.a.2. - Utilización Neta de Proteínas (UNP) por el método de Miller (24)

4.b. - Método de calificación química

4.b.1. - Se determinó el aminograma mediante cromatografía en columna, utilizando el analizador automático de aminoácidos - Beckman modelo 116 (25, 26). El triptofano se determinó de acuerdo a la técnica de Spies y Chambers (27)

5. - Determinación del índice de peróxidos

Como índice de descomposición, se llevó a cabo la determinación yodométrica de los peróxidos formados durante el almacenamiento del producto, (28) bajo condiciones drásticas de temperatura, las que oscilaban entre 40 - 45° C, utilizando los productos sin envase.

6. - Evaluación Sensorial

Con la mezcla girasol - trigo, se elaboraron galletas (29, 30) y se evaluaron mediante una prueba sensorial, en la que se utilizó un panel no entrenado integrado por los miembros del laboratorio, a fin de conocer la aceptación o rechazo del producto. En ésta prueba se utilizaron como testigo galletas elaboradas con harina de trigo. En la escala de calificación se consideró un valor de 100 cuando las galletas se aceptaron sin ninguna observación y un valor de 0 cuando se rechazaron totalmente.

7.- Análisis Estadístico

El diseño experimental utilizado fué el denominado completamente al azar; el cual sirvió para determinar si existían diferencias - significativas debidas al efecto de las diferentes dietas administradas a las ratas para la determinacion de la calidad protéica. Posteriormente cuando existían diferencias significativas, éstas se analizaron mediante comparaciones múltiples, por el método de Tukey (40)

C.- MATERIAL Y EQUIPO

Se utilizó el material y equipo a nivel laboratorio y planta - piloto, disponible en los laboratorios del Departamento de Fisiología de la Nutrición y Tecnología de Alimentos de la División de Nutrición del Instituto Nacional de la Nutrición; además del equipo para efectuar la limpieza y el descascarillado de semillas oleaginosas, que amablemente fué facilitado por Aceites - CASA, S.A.

RESULTADOS Y DISCUSION

A.- SELECCION DE LA MATERIA PRIMA

Para el desarrollo de este trabajo, se consideraron inicialmente las tres variedades de semilla de girasol de mayor disponibilidad en el mercado, de acuerdo a los datos proporcionados por el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas de Chapingo (31) Estas variedades son: Record, Borowski y Peredovik.

Los resultados del análisis Bromatológico y Microbiológico de las almendras de éstas semillas se presentan en el cuadro III. En base a estos resultados, la variedad finalmente seleccionada fué la variedad Peredovik, en virtud de que, además de su alto contenido de protefna (23.52 g/100 g de almendra), esta variedad es la de mayor disponibilidad en México. Si se compara la producción de Peredovik, en 1974, con la producción total de girasol, para el mismo año, la variedad Peredovik representó el 78% (32). Esta variedad presenta además otras ventajas como: a) un alto contenido de aceite (48 g/100g de almendra) que la hace sumamente apreciada en la industria aceitera; b) un período vegetativo de 110 a 120 días. No obstante que el período vegetativo depende de las condiciones de temperatura y humedad, en el caso de la variedad Peredovik, éste período resulta menor al reportado para otras variedades de girasol como la Smena, para la cual se indican períodos vegetativos de 130 días (33) y c) un rendimiento por hectárea su-

CUADRO III
ANÁLISIS BROMATOLÓGICO Y MICROBIOLÓGICO
DE TRES VARIEDADES DE GIRASOL.
(g/100 g de almendra)

Determinación / Variedad	Record	Borowski	Peredovik
Humedad	4.9	4.8	4.9
Cenizas	3.765	3.685	5.304
Fibra cruda	5.32	6.43	4.98
Extracto etereo	52.53	50.37	48.37
Proteínas (% N X 5.3) *	20.01	20.00	23.52
Carbohidratos	13.475	14.715	12.926
Cuenta en placa (col/g)	260,000	Incontable	610,000
Hongos y levaduras (col/g)	5 y 4	2 y 52	4 y 56
Prueba presuntiva de coliformes	Negativa	Positiva	Negativa

* Estudios sobre Nutrición: Boletín No. 24
Contenido de Aminoácidos de los Alimentos y Datos Biológicos sobre las Proteínas
Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma (1970)

perior a los 1500 Kg. En nuestro país su cultivo ha dado magníficos resultados en diversos estados de la República, principalmente en la zona del Bajío. Además del girasol también se analizaron bromatológicamente otras materias primas como la harina de trigo y la de frijol obteniéndose los resultados que a continuación se presentan:

DETERMINACION/MATERIA PRIMA	TRIGO	%	FRIJOL
Humedad	7.2		10.9
Cenizas	1.92		3.97
Fibra cruda	2.35		4.71
Extracto etereo	2.48		1.48
Proteínas	12.55		19.82
Carbohidratos	73.50		59.12

B.- OBTENCION DE HARINA DE GIRASOL.

En base a la información técnica consultada en la literatura, se diseñó un diagrama de bloques preliminar para la elaboración de harina de girasol (figura 1) . Este diagrama sufrió algunas modificaciones, en virtud de que se presentaron diversos problemas durante su desarrollo, tales como: una alta cuenta microbiana en la almendra debido, probablemente, a que la semilla no se sometió a un tratamiento de limpieza, previo al descascarillado y una baja eficiencia en la etapa de molienda, ya que el alto contenido de aceite en la almendra (48%), oca-

sionó pérdidas en el proceso por la adherencia de la harina en el molino, formándose una pasta difícil de manejar. A fin de eliminar los problemas mencionados, se llevaron a cabo algunas modificaciones principalmente en las etapas de descascarillado y extracción de grasa; también se integraron nuevas operaciones al procedimiento original tales como: la limpieza de la semilla, un tratamiento térmico a la almendra y el prensado de la misma, antes de la etapa de extracción de grasa con disolventes.

En la etapa de limpieza, la semilla se pasó por cribas vibratorias y una corriente de aire para eliminar todas las partículas extrañas y el polvo que pudiera traer del campo.

Inmediatamente después se procedió a la operación de descascarillado de la semilla, para lo cual se aplicaron métodos mecánicos y tratamientos de remojo en agua, en soluciones ácidas y alcalinas. En el primer caso, se utilizó a nivel laboratorio una licuadora Ozterizer, a la cual se le protegieron las aspas con una película plástica ó bien tela adhesiva, a fin de evitar la ruptura de la almendra.

Las semillas sometidas a los tratamientos de remojo en agua, en soluciones ácidas y alcalinas, posteriormente se secaron en una estufa de recirculación de aire caliente, se sometieron al tratamiento mecánico, antes mencionado, y por último se eliminó la cascarilla con corrientes de aire. Los resultados de

cada uno de éstos tratamientos se presentan en el cuadro IV.

En base a los resultados obtenidos, se concluyó que los tratamientos de remojo empleados no incrementaron sensiblemente la eficiencia del descascarillado, en comparación con el tratamiento mecánico, sin embargo, si se aplicara alguno de éstos tratamientos se incrementarían los costos del proceso en virtud de que, además del tratamiento empleado, es necesario considerar el tiempo y el costo de secado de la almendra, por lo tanto para este trabajo, el tratamiento que resultó más recomendable es el tratamiento mecánico para el descascarillado de la semilla.

En relación con el problema de la baja eficiencia observada en la etapa de la molienda al desarrollar el diagrama de la figura 2, se consideró conveniente introducir una operación de prensado a fin de reducir el contenido de aceite de la almendra. Esta operación se efectuó en una prensa hidráulica manual de capacidad de 40 toneladas, modelo Christensen tipo P 40. Los resultados obtenidos para la molienda fueron mejores que cuando no se utilizó el prensado, sin embargo se observó cierta dificultad técnica en el prensado de la almendra, pues fué necesario aplicar una presión de 15000 kg/cm^2 y un tiempo de 5 minutos para eliminar apenas el 45% del aceite total, es decir, la concentración de aceite residual fué del 55%, la cual todavía resultó alta y consecuentemente no se eliminaron los problemas en la molienda.

CUADRO IV

RESULTADOS DE LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS APLICADOS PARA INCREMENTAR LA EFICIENCIA DEL DESCASCARILLADO DE LA SEMILLA DE GIRASOL.

Temperatura de la solución de remojo °C	Tratamiento Remojo en:	Observaciones	Rendimiento		
			% Cáscara	% Almendra	% Semilla
86	NaOH al 1.25%	Almendra negra	-	-	-
86	H ₂ SO ₄ al 1.25%	Almendra clara	34	56	10
86	NaOH al 0.6%	Almendra oscura	28	50	22
20	Agua	Almendra clara	42	47	11
-	Sin remojo*	Almendra clara	40	51	9

* Una parte de la almendra se molió y se consideró como cáscara.

En base a estos resultados la almendra se sometió a un tratamiento térmico, previo al prensado, que consistió en colocar la almendra en láminas metálicas, posteriormente calentarlas con vapor de agua durante 10 minutos; después de este tiempo, las almendras se reunieron en un recipiente cerrado, se registró la temperatura; observándose en todos los casos, que la máxima temperatura alcanzada fué de 55°C, temperatura a la cual es posible conservar todas las características sensoriales del aceite; además a ésta temperatura la viscosidad disminuyó notablemente, lo que facilitó la extracción del aceite y consecuentemente el prensado de la semilla.

La eficiencia en la etapa de prensado está determinada por: el tiempo de prensado y la presión ejercida, por lo cual, para seleccionar las condiciones más adecuadas en esta etapa se llevaron a cabo pruebas a diferentes presiones y a diferentes tiempos. Los resultados obtenidos se resumen en el cuadro V. De éstos resultados se observa que la concentración de aceite residual fué del orden de 20%, lo cual hizo más manejable la pasta en la etapa de molienda, por lo que las condiciones más adecuadas para la operación de prensado fueron:

- a).- Una presión de 15000 Kg/cm² durante 15 minutos o bien -
- b).- una presión de 18000 Kg/cm² durante 10 minutos. Lo anterior dependerá del tipo de equipo disponible. Posteriormente la torta de girasol se sometió a un procedimiento para la

C U A D R O V

PORCENTAJE DE ACEITE RESIDUAL EN LA TORTA DE GIRASOL SOMETIDA A
DIFERENTES CONDICIONES DE PENSADO

A C E I T E R E S I D U A L			
PRESION / TIEMPO (kg/cm ²)	5	10	15
	(m i n u t o s)		
12,000	31.18	24.78	22.02
15,000	24.58	24.47	20.89
18,000	24.08	20.35	20.17

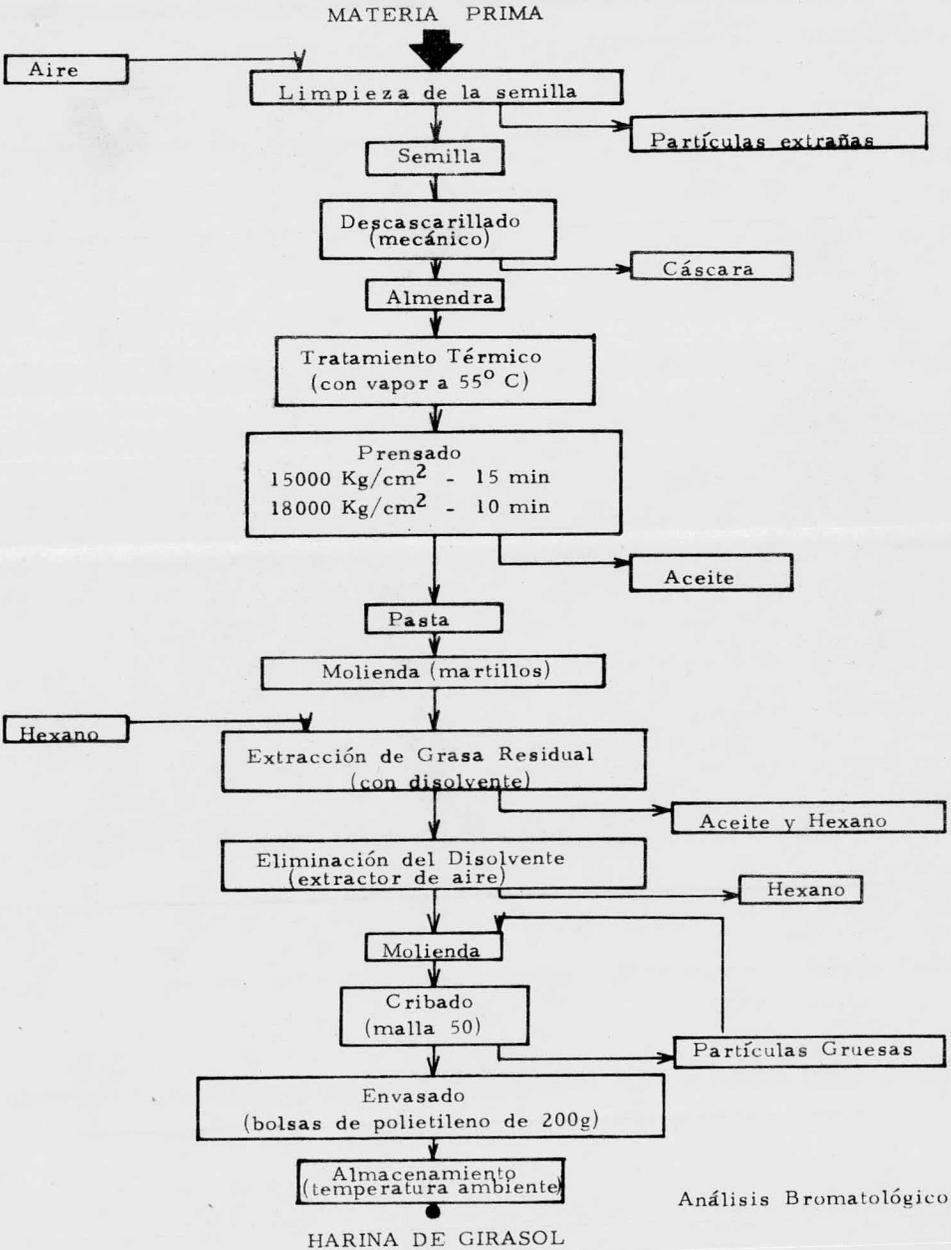
extracción del aceite residual en el que se utilizó hexano, como disolvente (34) y se experimentaron dos métodos de extracción: en el primero se añadió el hexano a la harina y se agitó la mezcla en frío durante 5 horas, enseguida se filtró y se determinó el aceite residual en la harina. Con éste procedimiento, la extracción fué deficiente ya que solo se logró extraer el 25% del aceite residual total. El segundo procedimiento se realizó en un aparato de extracción - tipo Soxhlet modificado, en el cual el disolvente se destiló sobre la harina y una vez alcanzado cierto volúmen se recirculó automáticamente, éste procedimiento se llevó a cabo durante 4 horas. En este caso se obtuvo una mayor eficiencia en comparación con respecto al primero, ya que se logró extraer el 90% del aceite residual total.

Para la eliminación del disolvente después de la extracción de grasa, la harina desengrasada se mantuvo durante 6 horas bajo una campana con extractor de aire.

En base a los resultados obtenidos en las diferentes etapas discutidas anteriormente, se estableció el diagrama - final para la obtención de harina de girasol, mismo que se presenta en la figura 4. Siguiendo éste diagrama se obtuvo un lote de 2 Kg de harina de girasol, que se evaluó mediante análisis bromatológicos. Los resultados se muestran en el cuadro VI.

FIGURA 4

DIAGRAMA FINAL PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE GIRASOL



C U A D R O V I

ANALISIS BROMATOLOGICO DE LA HARINA Y DEL CONCENTRADO PROTEINICO DE GIRASOL

(g / 100 g)

Determinación	HARINA DE GIRASOL	CONCENTRADO PROTEINICO DE GIRASOL
Humedad	7.2	9.1
Cenizas	8.36	11.39
Fibra cruda	5.43	5.67
Extracto etéreo	1.55	0.707
Proteínas (% N x 5.3)	43.67	56.01
Carbohidratos	33.79	17.122

C.- EXTRACCION Y CUANTIFICACION DEL ACIDO CLOROGENICO EN LA HARINA DE GIRASOL.

Aunque hasta la fecha no se conocen factores tóxicos o antinutritivos en la harina de girasol (7, 35, 36), su uso en la industria alimentaria es limitada por la presencia de compuestos fenólicos, como el ácido clorogénico que proporciona a la harina un desagradable color verde (35). Por ésta razón, una vez obtenida la harina de girasol, se probaron diferentes técnicas (18, 19, 20) para la extracción y cuantificación de ácido clorogénico. En virtud de que los valores obtenidos en éstas determinaciones fueron muy variables y sensiblemente diferentes a los datos reportados en la literatura, se llevaron a cabo modificaciones a las técnicas seguidas, principalmente en lo que se refiere a tiempo de extracción y a la concentración de los disolventes utilizados, a fin de obtener resultados reproducibles y confiables. Los resultados obtenidos en las diferentes pruebas se muestran en el cuadro VII.

La concentración de ácido clorogénico reportado en la literatura para la semilla de girasol (20) es del orden de 3.9%, aunque no se especifica la variedad de la semilla. El dato experimental obtenido en éste trabajo fué de 3.6% de ácido clorogénico y éste se consideró como la concentración total de ácido clorogénico contenido en la harina.

Como se puede observar en el cuadro VII, la mayor extracción de ácido clorogénico se logró con etanol al 70%; el producto obtenido presentó un color mas claro, en comparación con los productos obtenidos en las pruebas, en las que la extracción se efectuó con agua o con isopropanol, en éstos casos los productos obtenidos presentaron un color desagradablemente oscuro y además una textura chiclosa o pegajosa.

D. - OBTENCION DEL CONCENTRADO PROTEINICO DE GIRASOL

Para la obtención del concentrado proteínico es necesario eliminar tanto el ácido clorogénico, como disminuir el contenido de grasas y de carbohidratos en la harina de girasol (37).

De acuerdo a los resultados obtenidos en la extracción y cuantificación de ácido clorogénico, se consideró conveniente, que durante el desarrollo del procedimiento para la obtención del concentrado proteínico, eran suficientes tres extracciones con etanol al 70%, para eliminar el 93% del total de ácido clorogénico contenido en la harina. El principal problema que se presentó fué la eliminación del color gris con el que se obtuvo el concentrado. Este color se debió probablemente al agua retenida por el producto, ésta posibilidad surgió en virtud de que, en pruebas anteriores, en las que se utilizó etanol al 95%, como disolvente para la extracción del ácido clorogénico, el concentrado proteínico ob-

CUADRO VII

PORCIENTO DE ACIDO CLOROGENICO EXTRAIDO DE LA HARINA DE GIRASOL
CON DIFERENTES DISOLVENTES Y A DIFERENTES TIEMPOS

Disolvente	Etanol al 95%						Isopropanol al 70%						Etanol al 70%						Agua
	20 min.			3 hrs.			20 min.			3 hrs.			30 min.						
Número de extracciones	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	5	6	1
Acido Clorogénico (%)	0.025	0.022	0.027	0.12	0.09	0.08	1.515	0.69	0.373	1.54	0.88	0.252	1.922	1.0408	0.399	0.147	0.068	0.036	2.9448
Total de ácido Clorogénico extraído (%)	0.074			0.29			2.58			2.67			3.61						2.9448

tenido fué de un color mas claro. En base a esto y con el fin de mejorar la presentación del producto el concentrado proteínico se lavó con diferentes disolventes anhidros, a fin de eliminar el agua residual una vez extraído el ácido clorogénico. Para éste lavado se utilizaron acetona y éter anhidros, obteniéndose los mejores resultados con una mezcla de acetona - eter, en proporción 1:1. Una vez extraída el agua, la mezcla se filtró y posteriormente se secó en una estufa con vacio (15 lb/pulg²) a una temperatura de 50°C.

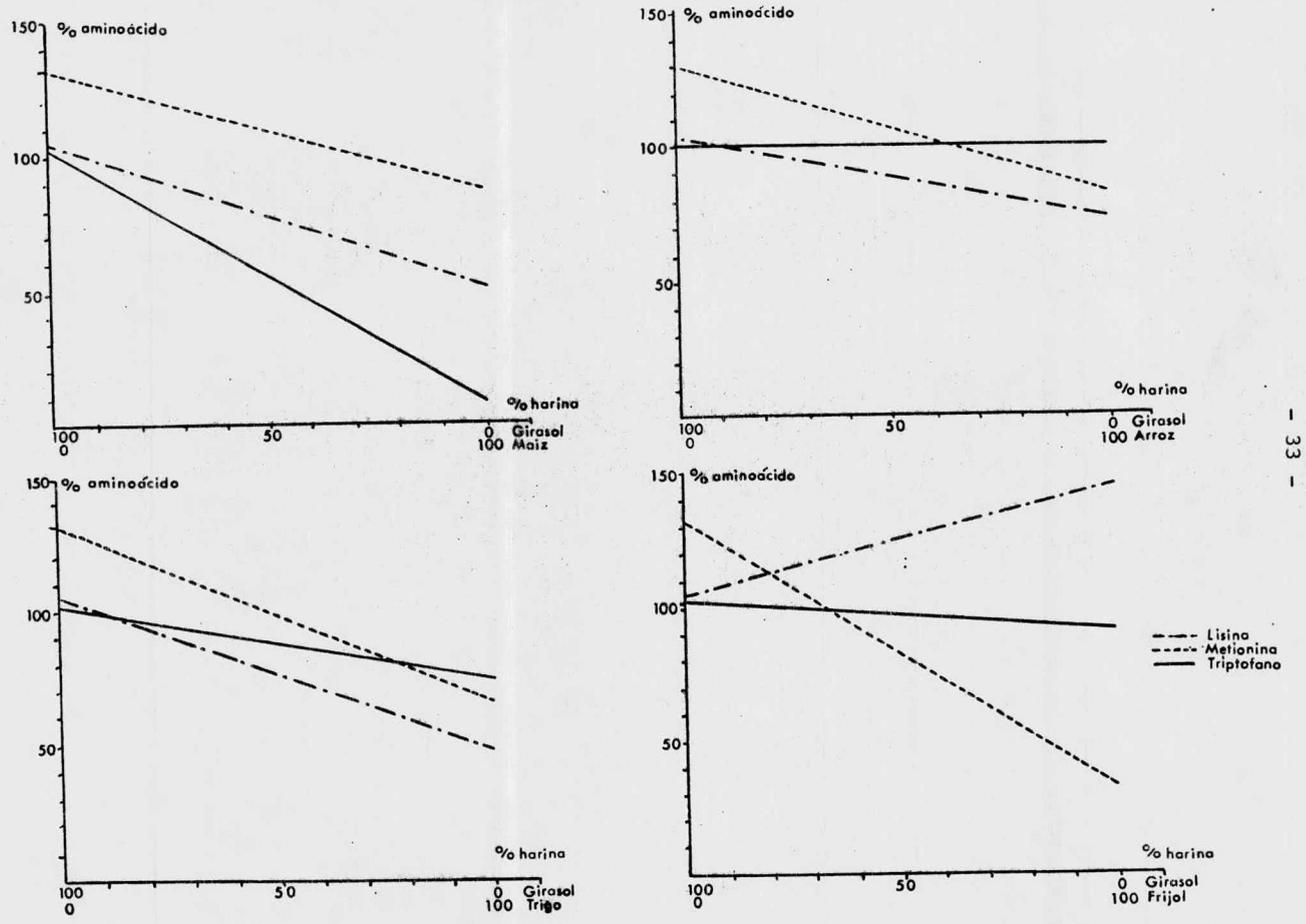
El concentrado proteínico obtenido se analizó bromatológicamente, los resultados se presentan en el cuadro VI, en el cual destaca el alto contenido proteínico (56%), las grasas y los carbohidratos disminuyeron considerablemente debido a que se solubilizaron en los disolventes utilizados, asimismo, en comparación con la harina de girasol se observa un incremento en el contenido de cenizas.

E.- FORMULACION DE MEZCLAS A BASE DE HARINA DE GIRASOL Y CERALES O LEGUMINOSAS.

Inicialmente se seleccionaron como materias primas para la elaboración de las diversas mezclas con la harina de girasol, el maíz, el arroz, el trigo y el frijol.

El método seguido en la formulación de mezclas fué el de calificación química. El contenido de los aminoácidos deficientes, expresado como % del valor correspondiente en la proteína patron FAO 1957, se presentan en la figura 5 (38, 39)

Fig. 5 - CONTENIDO DE LISINA, METIONINA Y TRIPTOFANO EN MEZCLAS DE HARINA DE GIRASOL CON RESPECTO A LA PROTEINA PATRON FAO (1957)



y en los cuadros del VIII al XI que se incluyen en el anexo I.

Del análisis de estos cuadros y figuras se observa que las mezclas que presentan una adecuada complementación fueron: - a) harina de girasol - harina de trigo y b) harina de girasol - harina de frijol.

A fin de encontrar la proporción mas adecuada de la mezcla y además que cumpliera con los objetivos planteados en este estudio (alto valor nutritivo y bajo costo), se utilizó un programa diseñado * especialmente para el cálculo de mezclas proteínicas, el cual se desarrolló mediante una computadora Digital Computer Controls, Inc. modelo D-116E, obteniéndose los siguientes resultados: a) la mezcla óptima de harina de girasol - harina de trigo corresponde a una relación en proteínas de 95:5 ó sea una proporción de 80:20 en peso y b) la mezcla de harina de girasol - harina de frijol a una relación de proteínas de 80:20 y una proporción en peso de 64.5:35.5.

En relación con el costo de las mezclas resultó del orden de 2 centavos el gramo de proteína, costo que está dentro de los límites propuestos en los objetivos de éste estudio.

Los resultados del análisis bromatológico de estas mezclas se muestran en el cuadro XII, como se puede observar, en relación con el contenido de proteínas, éste varió de 37 a 38.4%, que es mayor al propuesto de 30%, en cuanto al conte-

* El programa fué diseñado por la M en C Josefina Morales de León.

nido de aminoácidos se encontró arriba del 80% del patrón FAO 1957, como se había establecido en los objetivos.

F.- EVALUACION DE LA CALIDAD DE LA PROTEINA.

Método químico

Se determinaron ** los aminogramas tanto de la harina de girasol y el concentrado proteínico, así como el de las mezclas girasol - trigo y girasol - frijol. Los resultados de éste análisis se muestran en el cuadro XIII.

Se observa, en términos generales, un buen balance de los aminoácidos esenciales, encontrándose en todos los casos valores superiores al 80% de los valores de la proteína de referencia de la FAO (1957).

En la figura 6 se presentan los valores experimentales - obtenidos de lisina, metionina y triptofano de las mezclas - seleccionadas, en comparación con las materias primas, observándose que existe una buena complementación de aminoácidos en las mezclas.

Método Biológico

En el cuadro XIV se presentan los resultados obtenidos de la determinación de Eficiencia Protéica (EP) y Utilización - Neta de Proteínas (UNP), así como su relación porcentual con

** Agradeciendo la colaboración de la Técnica Martha Castañeda y de la Química Yolanda López.

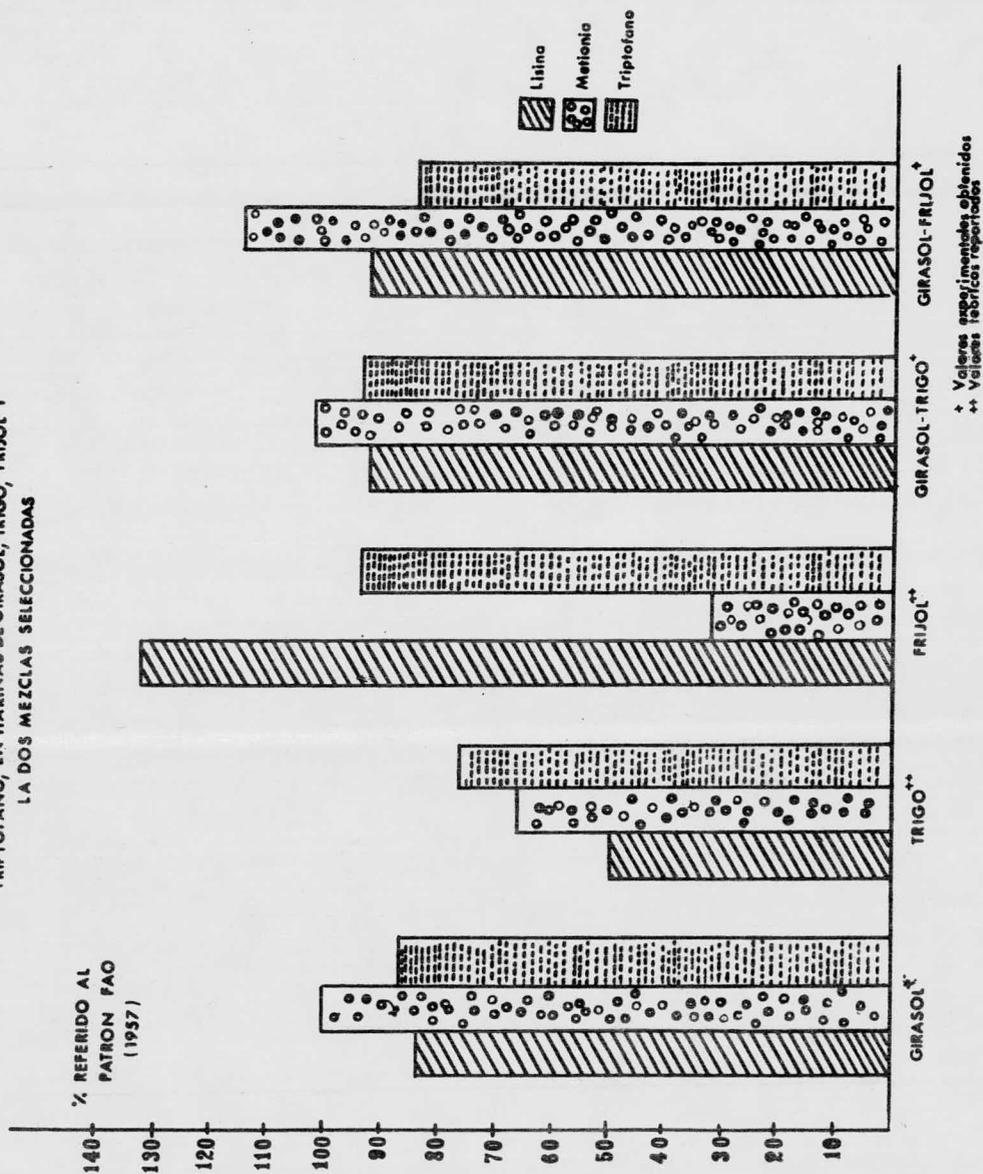
C U A D R O X I I I

CONTENIDO DE AMINOACIDOS ESENCIALES EN HARINA Y CONCENTRADO
 PROTEINICO DE GIRASOL Y LAS MEZCLAS GIRASOL - TRIGO Y GIRASOL - FRIJOL

(g / 100 g de proteína)

Aminoácidos esenciales	Harina de Girasol	Concentrado proteínico	M e z c l a s		Patrón F A O (1957)
			Girasol-Trigo	Girasol-Frijol	
Lisina	3.47	3.04	3.84	3.88	4.2
Metionina	2.20	2.44	2.23	2.51	2.2
Triptofano	1.22	1.40	1.29	1.17	1.4
Isoleucina	4.42	4.45	4.24	4.46	4.2
Valina	5.28	6.35	5.90	6.22	4.2
Treonina	3.93	3.11	3.34	3.60	2.8
Leucina	6.24	6.60	6.38	5.58	4.8

Fig. 6 -- CONTENIDO DE LISINA, METIONINA Y
TRIPTOFANO, EN HARINAS DE GIRASOL, TRIGO, FRIJOL Y
LA DOS MEZCLAS SELECCIONADAS



C U A D R O X I V

RESULTADO DE LA EFICIENCIA PROTEICA (EP) Y LA UTILIZACION NETA DE
 PROTEINAS (UNP) DE HARINA DE GIRASOL, CONCENTRADO PROTEINICO Y
 LAS MEZCLAS GIRASOL - TRIGO Y GIRASOL - FRIJOL Y SU
 RELACION PORCENTUAL CON CASEINA.

Fuente de protefina en la dieta	E P ($\bar{X} \pm$ D.E.)	% de EP con respecto a casefina	U N P ($\bar{X} \pm$ D.E.)	% de UNP con respecto a casefina
Casefina	3.16 \pm 0.24	100	41.028 \pm 4.5	100
Harina de girasol	2.85 \pm 0.11	90.19	33.369 \pm 6.3	79.14
Concentrado Protefnico	2.90 \pm 0.13	91.77	33.567 \pm 3.3	81.81
Mezcla girasol-trigo	2.73 \pm 0.13	86.39	35.352 \pm 2.5	86.16
Mezcla girasol-frijol	2.16 \pm 0.28	68.35	24.609 \pm 4.5	59.98

respecto a caseína. Los resultados obtenidos se sometieron a un estudio estadístico de análisis de varianza, utilizando el diseño Completamente al Azar (40) para detectar si existían o no diferencias significativas entre las dietas. De éste análisis, cuadro XV y XVI, tanto la Eficiencia Proteica así como la Utilización Neta de Proteínas denotan que el efecto de las dietas es "altamente significativo" a un nivel de confianza de 99%. El siguiente paso fue evaluar que dietas fueron estadísticamente significativas en cuanto a la calidad de la proteína, para lo cual se empleó la prueba de Tukey para comparaciones múltiples. (40)

La mezcla harina de girasol - harina de frijol es la que tiene la menor Eficiencia Proteica y es diferente con respecto a las otras dietas, que son estadísticamente iguales, a un nivel de confianza del 99%. Como se observó anteriormente, la mezcla girasol - frijol presentó un cómputo químico bueno, sin embargo la baja Eficiencia Proteica se debió a que se utilizó el frijol crudo y no necesariamente a la composición de aminoácidos en la mezcla.

En cuanto a la Utilización Neta de Proteínas (cuadro XVI) tanto la caseína así como la mezcla girasol - trigo son equivalentes estadísticamente; la mezcla girasol - trigo, el concentrado proteínico y la harina de girasol no presentan diferencias significativas; la caseína es diferente al concentrado proteínico, a la harina de girasol, así como a la mezcla girasol - frijol, siendo de mejor calidad la dieta de caseína en to

CUADRO XV
T A B L A D E A N A L I S I S D E V A R I A N Z A P A R A " E P "

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Nivel de Confianza
Media	1	289.713	289.713	6826.576	1.0
Dieta	4	2.556	0.639	15.057	1.0
Error	35	1.485	0.042		
Total	40	293.754			

- 41 -

P R U E B A D E T U K E Y

Dieta	CASEINA	CONCENTRADO PROTEINICO	HARINA DE GIRASOL	M E Z C L A S	
				GIRASOL - TRIGO	GIRASOL - FRIJOL
Media	3.160	2.904	2.854	2.767	2.161



* Las dietas contenidas bajo la línea son equivalentes estadísticamente.

T A B L A D E A N A L I S I S D E V A R I A N Z A P A R A " U N P "

Fuente de Variación	Grados de Libertad	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	F	Nivel de Confianza
Media	1	88002.547	88002.54	2821.13	1.0
Dieta	4	2065.351	516.34	16.55	1.0
Error	69	2152.386	31.19		
Total	74	92220.285			

P R U E B A D E T U K E Y

Dieta	CASEINA	GIRASOL-TRIGO	CONCENTRADO PROTEINICO	HARINA DE GIRASOL	GIRASOL-FRIJOL
Media	41.028	35.352	33.567	33.369	24.609



* Las dietas contenidas bajo la línea son equivalentes estadísticamente

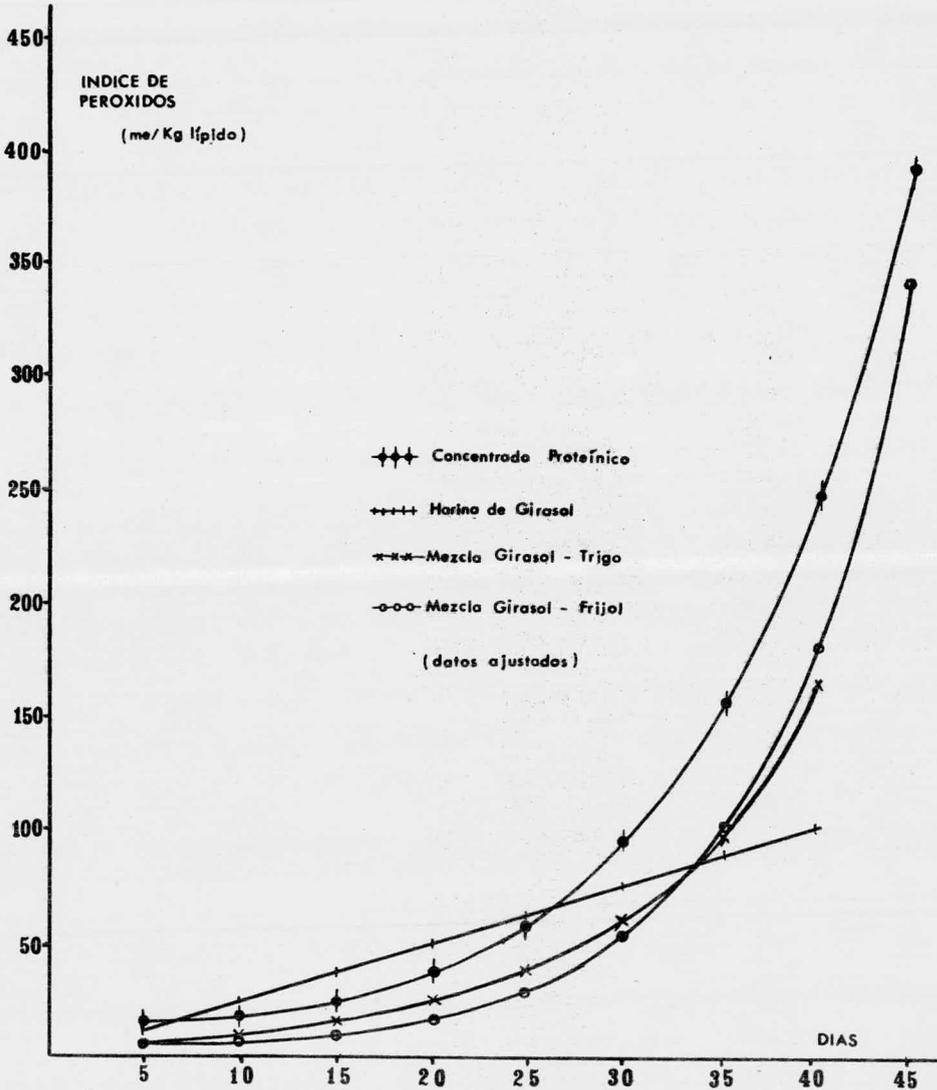
dos los casos. La dieta elaborada con la mezcla girasol - frijol es significativa a las otras dietas, siendo la mas - baja.

De éstos resultados es posible concluir que la mejor calidad proteínica la presenta la mezcla girasol - trigo siguiendo en calidad el concentrado proteínico y la harina de girasol. En cuanto a la mezcla de harina de girasol con frijol los resultados fueron bajos, en virtud de que la harina de - frijol utilizada no se sometió a ningun tratamiento térmico antes de mezclarla y por lo tanto los tóxicos termolábiles que contiene ésta leguminosa afectaron el experimento, no determinando la calidad de la proteína unicamente.

G.- DETERMINACION DEL INDICE DE PEROXIDOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO

En la figura 7 se presenta el cambio en la concentración de peróxidos, durante el almacenamiento de la harina de girasol, el concentrado proteínico, las mezclas girasol - trigo y girasol - frijol, bajo condiciones extremas de temperatura; como era de esperarse el índice de peróxidos aumenta con el tiempo de almacenamiento, llegando a un punto en el cual el enranciamiento se hace obvio por un incremento rápido de los peróxidos que se manifiesta por el trigésimo quinto día. Paralelamente a la determinación de rancidez, se verificó - mediante observación física, el color y el olor de los pro-

Fig.7- CAMBIOS EN LA CONCENTRACION DE PEROXIDOS DURANTE EL ALMACENAMIENTO DE HARINA DE GIRASOL, CONCENTRADO PROTEINICO Y LAS MEZCLAS GIRASOL-TRIGO Y GIRASOL - FRIJOL



ductos durante todo el período de almacenamiento. En cuanto al color, no se observaron modificaciones perceptibles con respecto a la harina original, sin embargo, se percibieron cambios desagradables en el aroma de los productos, los cuales podrían compararse con el olor a "rancio" característico de las grasas.

De éstos resultados se concluyó, que bajo estas condiciones extremas de almacenamiento la harina de girasol, el concentrado proteínico y las mezclas girasol - trigo y girasol - frijol pueden conservarse sin cambios notables en sus características químicas y sensoriales durante 35 días.

Es importante señalar que también se almacenaron muestras de harina de girasol y concentrado proteínico a una temperatura entre 15 - 20°C, envasadas en bolsas de polietileno y protegidas de la luz durante 7 meses. Al finalizar éste tiempo se llevaron a cabo las determinaciones correspondientes a índice de peróxidos y evaluación sensorial de color y aroma, no encontrándose diferencia con respecto a la harina de girasol y el concentrado proteínico recién preparados. Lo anterior - podría considerarse para suponer que si éste tipo de productos se almacenan en condiciones adecuadas, la vida de anaquel se prolongaría 7 u 8 veces más, en comparación con el tiempo que se determinó en condiciones extremas, es decir que en condiciones adecuadas se estima en una vida de anaquel de 7 a 8 meses.

H.- ELABORACION DE GALLETAS CON LA MEZCLA

GIRASOL - TRIGO.

En virtud de que las galletas gozan de una amplia aceptación popular y además presentan una vida de anaquel prolongada, que facilita su distribución, se preparó un lote de galletas en el que se utilizó la mezcla girasol - trigo, debido a que fué la mezcla que presentó el más alto valor nutritivo con respecto a caseína.

Se llevó a cabo el análisis de proteínas de las galletas elaboradas con la mezcla girasol - trigo y también de las galletas testigo elaboradas con harina de trigo únicamente. Los resultados de éste análisis mostraron que las galletas elaboradas con la mezcla girasol - trigo la proteína asciende a 16%, mientras que las galletas testigo fué de solo 6%. Esto es que en las galletas elaboradas con la mezcla girasol - trigo, el contenido proteínico aumentó 2.6 veces con respecto a las galletas testigo.

Los resultados del análisis sensorial indicaron que un 53% de los panelistas aceptaron la galleta sin ninguna objeción y el 47% restante la aceptaron, aunque les gustó más la galleta testigo. En general la galleta girasol - trigo no desagradó por completo. De las observaciones señaladas por los panelistas se tiene que la textura de la galleta elaborada con la mezcla girasol - trigo fué más dura en comparación con la galleta testigo, y también se observó un ligero sabor a nuez ó cacahuete.

Estos resultados y la buena aceptabilidad obtenida en las galletas elaboradas con la mezcla girasol - trigo, destacan la posibilidad de incrementar el valor nutritivo de la harina de trigo, con harina de girasol y utilizar ésta mezcla en panadería, lo cual contribuiría significativamente a mejorar los requerimientos proteínicos de la dieta, principalmente en zonas donde las proteínas de buena calidad son difíciles de obtener.

CONCLUSIONES

1.- La variedad de semilla de girasol seleccionada para el desarrollo de éste trabajo, fué la Peredovik, en virtud de su alto contenido proteínico y una mayor disponibilidad en México.

2.- Para mejorar la eficiencia del proceso para la elaboración de harina de girasol se establecieron las siguientes condiciones: dos operaciones sucesivas de extracción de grasa, - una mecánica (prensado) y otra utilizando disolventes; para - facilitar la etapa de prensado se sometió la almendra a un - previo tratamiento térmico. Siguiendo el procedimiento establecido en éste trabajo (figura 4), se preparó harina de - girasol con un contenido proteínico del orden del 48%.

3.- Para la extracción y cuantificación de ácido clorogénico se utilizó etanol al 70% extráyendose un total de 3.6% de ácido clorogénico.

4.- Las condiciones más adecuadas para la obtención del - concentrado proteínico fueron: extracción de un 93% del ácido clorogénico, mediante tres extracciones sucesivas con etanol al 70% con agitación constante durante 30 minutos, en cada extracción; eliminación del agua residual mediante la adición de una mezcla acetona-eter anhidro (1:1) y finalmente la eliminación del disolvente residual mediante secado en estufa de vacío. El concentrado proteínico obtenido tuvo - 56% de proteínas.

5.- Las mezclas óptimas de harina de girasol con cereales y leguminosas fueron: a) harina de girasol - harina de trigo, en una relación de proteínas de 95 - 5 en la mezcla y b) harina de girasol - harina de frijol en una relación de proteínas en la mezcla de 80 - 20.

6.- De los aminogramas obtenidos se encontró que todos los aminoácidos esenciales se encuentran arriba del 70% de la proteína patrón FAO (1957).

7.- Del análisis estadístico realizado a los datos obtenidos, se concluye que: Con respecto a la Eficiencia Protéica no existe una diferencia significativa entre la harina de girasol, el concentrado proteínico, la mezcla girasol - trigo y la caseína. La mezcla girasol - frijol no obstante su buen cómputo químico, obtuvo un valor muy bajo de Eficiencia Protéica, debido a que se utilizó el frijol crudo.

En cuanto a la Utilización Neta de Proteínas la caseína y la mezcla girasol - trigo son equivalentes estadísticamente, también lo son la mezcla girasol - trigo, el concentrado proteínico y la harina de girasol. Como en el caso anterior la mezcla girasol - frijol fué la más baja, debido a que ésta - leguminosa contiene tóxicos termolábiles y factores anti-trípticos que afectaron sensiblemente la determinación.

8.- De los resultados de la determinación de índice de peróxidos durante el período de almacenamiento se concluyó que: bajo condiciones extremas la harina de girasol, el concentra-

do proteínico y las mezclas girasol - trigo y girasol - frijol fueron estables durante 30 días antes de que el enranciamiento se manifieste; en condiciones menos drásticas, la vida de anaquel se estima del orden de 7 a 8 meses.

9.- Las galletas elaboradas con la mezcla girasol - trigo aumentaron en un 10% el contenido proteínico en comparación con las galletas testigo elaboradas con harina de trigo. Estas galletas fueron aceptadas por un 53% de los panelistas - tanto en sabor, olor, presentación así como textura.

10.- Se considera conveniente efectuar un estudio de costos para la obtención de harina de girasol, a nivel de planta piloto así como también continuar éste trabajo utilizando frijol cocido y otras materias primas para la elaboración de mezclas baratas y de alto valor nutritivo, que contribuirían a mejorar la dieta de la población.

11.- Este trabajo sugiere como una posible solución al déficit de proteínas de buena calidad, el aprovechamiento de fuentes "no tradicionales" de proteínas como el girasol, además de que se incremente la producción y explotación total - de dicha materia prima.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Zubiran, S. y Chávez, A.
Algunos Datos sobre la Situación Nutricional en México.
La Desnutrición y la Salud en México División de Nutrición I.N.N.
(1976)
- 2.- Wortman, S.
Food an Agriculture
Scientific American 235 (3), (1976)
- 3.- Zubiran, S.
El problema de la Nutrición en México
Inv. Clínicas México 16 : 125, (1964)
- 4.- Balam, G., Chávez, A. y Fajardo J.L.
Las Zonas del País con Mayores Problemas Nutricionales
La Desnutrición y la Salud en México.
División de Nutrición I.N.N. (1976)
- 5.- Zubiran, S., Chávez, A., Bonfil G., Aguirre, G.,
Cravioto J. y De la Vega J.
La Desnutrición del Mexicano
Testimonio del Fondo (1974)
- 6.- Talley, L.J., Brummett, B.U. y Bums, E.E.
Sunflower as Food Product
Texas A & M University
The Texas Agricultural Experiment Station
(Marzo 1972)
- 7.- Dahl, O.
Lineamientos para Investigaciones sobre el Uso de
Semillas Oleaginosas como Alimento.
Tecnología de Alimentos 9: 126-131. (1974)

- 8.- Robertson, J.A. y Russell, R.
Use of Sunflower Seed in Food Products
Department of Soil and Crop Sciences
Texas A & M University (1975)
- 9.- Foreign Agriculture Service (1968)
- 10.- Gallegos, B.C. y Velazco, T.
El Cultivo de Girasol en la Mesa Central
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas SAG
(1970)
- 11.- Mosqueda, L.A.
El Cultivo del Girasol en los Valles Altos
Centro de Investigaciones Agrícolas de la Mesa Central
Chapingo (Octubre de 1975)
- 12.- Hortelano, M.E.
Aumente sus Rendimientos en el Cultivo del Girasol
Recomendaciones para el Bajío
Divulgación Técnica S.A.G. (1972)
- 13.- Garduño, A.
El Girasol
Tecnología de Alimentos 8, (4), (1973)
- 14.- Gheyasuddin, S., Carter, C.M. y Mattil, K.F.
Preparation of a Colorless Sunflower
Protein Isolate.
Food Technology 24, 242, (1970)
- 15.- Gheyasuddin, S., Carter, C.M. and Mattil, K.F.
Effects of Sunflower Seed Proteins.
Journal of Food Science 35, (4), (1970)
- 16.- Sambucetti, M.E.; de Scicli, G.G. y Sanahuja, J.C.
Enriquecimiento de la Harina de Trigo con Harinas de Soja
y Girasol para la Obtención de Productos de Panadería.
Archivos Latinoamericanos de Nutrición XXVI, (3), (1976).

- 17.- Association of Official Agricultural Chemist.
Official Methods of Analysis of the Association of
Official Agricultural Chemists
12a. Ed. Washington D.C., (1975)
- 18.- Moores, R.G.; Mc. Dermott, D.L. y Wood, T.R.
Determination of Chlorogenic Acid in Coffee.
Analytical Chemistry, 20 (7). (1948)
- 19.- Millic. B., Stojanovic. S.; Vucurevic, N.; y Turcic. M.
Chlorogenic and Quinic Acids in Sunflower Meal.
J. Science of Food Agriculture. 19. (1968)
- 20.- Fan, T.Y. y Sosulski, F.W.
Improved Sunflower Protein Concentrates.
Cereal Chemistry, 53 (1). (1976)
- 21.- Sosulski, F.W.; Salir, M.A. y Flemming, S.E.
Continuous Diffusion of Chlorogenic Acid from Sunflower Kernels
Journal of Food Science 38, (1973)
- 22.- Fernández, E.E.; Costarrica, C M. L.: Parrilla, C.C.
Técnicas para el Muestreo y Análisis Microbiológico de Ali-
mentos. Dirección General de Salud Pública, S.S.A. (1975)
- 23.- Campbell, S.A.
Method for Determination of PER and NPU.
Evaluation of Protein Quality. National Academy of Science.
National Research. Publication 1100 Washington, D.C.
(1963)
- 24.- Miller, D.S.
A Procedure for Determination of NPU Using Rats Body N.
Technique Evaluation of Protein Quality. Publication 1100;
National Academy of Science (1963)

- 25.- Moore, S. and Stein, W.H.
Chromatography of Aminoacids on Sulfonated Polystyrene Resins
J. Biol, Chem, 192. (1951)
- 26.- Moore, D. and Stein, W.H.
Determinación de Aminoácidos en Cromatografía Técnica Modificada por Beckman y Colaboradores. Manuel Beckman para el -- autoanalizador de aminoácidos modelo 116.
- 27.- Spies, J.R. y Chambers, D.C.
Chemical Determination of Triptophan in proteins. Analytical Chemistry, 21(10), (1949)
- 28.- American Oil Chemist's Society
Official and Tentative Methods.
2nd. ed. Chicago. (1946)
- 29.- Romero, G.L.
La Semilla de Girasol en la Alimentación Humana
Dirección General de Extensión Agrícola S.A.G. México (1971)
- 30.- CONASUPO. Recetario de la Compañía Nacional de Subsistencias Populares (1976).
- 31.- García Preciado, R.
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas Chapingo
Comunicación Personal (1977)
- 32.- Dirección General de Economía Agrícola
Estadísticas de la Secretaría de Industria y Comercio (1974)
- 33.- Gallegos, B.C. y Velazco, E.T.
El Cultivo de Girasol en la Mesa Central
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas
S.A.G. Chapingo México (1970)
- 34.- Berbotto, U.
Aceites CASA S.A.
Comunicación personal (1977)

- 35.- Gheyasuddin, S., Carter, C.M. y Mattil, K.F.
Preparation of Colorless Sunflower Protein Isolate
Food Technology 24, 242-243 (1970)
- 36.- Rucci, O.A. y Bertoni, M.H.
Proteínas de Subproductos de Semillas de Girasol
Anales Asoc. Quím. Argentina 61. 165-182 (1973)
- 37.- Smith, A.K. y Circle, S.J.
Soy Bean: Chemistry and Technology
Vol. I, Protein.
Avi Published Company
West port Conneticut (1972)
- 38.- Estudios sobre nutrición Boletín No. 24. Contenido de Aminoácidos de los Alimentos y Datos Biológicos sobre las Proteínas. Por la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma (1970)
- 39.- Hernández, M., Chavez, A. y Bourges, H.
Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos. Tablas de Uso Práctico. 6a. edición L-12 División de Nutrición. I.N.N.
México (1974)
- 40.- Cochran, W.G. y Cox, G.M.
Diseños Experimentales
Editorial Trilles
México (1974)

ANEXO I

C U A D R O V I I I

CONTENIDO DE LISINA, METIONINA Y TRIPTOFANO DE DIFERENTES MEZCLAS DE HARINA DE GIRASOL - HARINA DE MAIZ EXPRESADO COMO % DEL VALOR CORRESPONDIENTE EN LA PROTEINA PATRON F A O 1957.

M E Z C L A	A M I N O A C I D O		
	Lisina	Metionina	Triptofano
Girasol - maiz*			
100 - 0	103.76	131.81	102.35
90 - 10	99.33	127.27	92.83
80 - 20	94.90	122.72	83.31
70 - 30	90.47	118.18	73.79
60 - 40	86.06	113.63	64.27
50 - 50	81.64	109.09	54.75
40 - 60	77.22	104.50	43.80
30 - 70	72.79	100.00	35.70
20 - 80	68.37	95.45	25.18
10 - 90	63.94	90.90	16.66
0 - 100	59.22	86.36	7.14

* Expresado en términos de la participación porcentual de la harina de girasol y la harina de maiz en la proteína total de la mezcla.

C U A D R O I X

CONTENIDO DE LISINA Y METIONINA DE DIFERENTES MEZCLAS
DE HARINA DE GIRASOL - HARINA DE ARROZ EXPRE-
SADO COMO % DEL VALOR CORRESPONDIENTE
EN LA PROTEINA PATRON F A O 1957.

M E Z C L A	A M I N O A C I D O	
	Lisina	Metionina
Girasol - arroz*		
100 - 0	103.76	131.8
90 - 10	100.76	126.8
80 - 20	97.76	121.8
70 - 30	94.76	116.8
60 - 40	91.76	111.8
50 - 50	88.78	106.8
40 - 60	85.79	101.8
30 - 70	82.79	96.8
20 - 80	79.80	91.8
10 - 90	76.80	86.8
0 - 100	73.80	81.8

* Expresado en términos de la participación porcentual de la harina de girasol y la harina de arroz en la proteína total de la mezcla

C U A D R O X

CONTENIDO DE LISINA, METIONINA Y TRIPTOFANO DE DIFERENTES MEZCLAS DE HARINA DE GIRASOL - HARINA DE TRIGO EXPRESADO COMO % DEL VALOR CORRESPONDIENTE EN LA PROTEINA PATRON F A O 1957.

M E Z C L A	A M I N O A C I D O		
	Lisina	Metionina	Triptofano
Girasol - trigo *			
100 - 0	103.76	131.82	102.34
90 - 10	98.33	125.27	99.76
80 - 20	92.90	118.73	97.17
70 - 30	87.47	112.18	94.57
60 - 40	82.06	105.64	91.61
50 - 50	76.64	99.09	89.39
40 - 60	71.22	92.09	86.80
30 - 70	65.78	86.00	84.21
20 - 80	60.37	79.45	81.61
10 - 90	54.94	72.91	79.02
0 - 100	49.52	66.36	76.42

* Expresado en términos de la participación porcentual de la harina de girasol y la harina de trigo en la proteína total de la mezcla.

C U A D R O X I

CONTENIDO DE LISINA, METIONINA Y TRIPTOFANO DE DIFERENTES MEZCLAS DE HARINA DE GIRASOL - HARINA DE FRIJOL EXPRESADO COMO % DEL VALOR CORRESPONDIENTE EN LA PROTEINA PATRON F A O 1957.

M E Z C L A	A M I N O A C I D O		
	Lisina	Metionina	Triptofano
Girasol - frijol *			
100 - 0	103.81	131.81	102.35
90 - 10	107.86	121.81	101.41
80 - 20	111.90	111.81	100.45
70 - 30	116.19	101.81	99.50
60 - 40	120.47	91.810	98.55
50 - 50	124.52	81.81	97.60
40 - 60	128.57	71.81	96.65
30 - 70	132.85	61.81	95.70
20 - 80	136.90	51.81	94.75
10 - 90	141.09	41.81	93.80
0 - 100	145.24	31.81	92.85

* Expresado en términos de la participación porcentual de la harina de girasol - harina de frijol en la proteína total de la mezcla.