

Tesis de Posgrado

Estudio de la composición química general y factores antinutricionales de variedades de porotos del género *Phaseolus* y otras legumbres : Valor nutritivo

Degrossi, María Claudia

1987

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Químicas de la Universidad de Buenos Aires

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales y de maestría de la Biblioteca Central Dr. Luis Federico Leloir, disponible en digital.bl.fcen.uba.ar. Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.

This document is part of the doctoral theses collection of the Central Library Dr. Luis Federico Leloir, available in digital.bl.fcen.uba.ar. It should be used accompanied by the corresponding citation acknowledging the source.

Cita tipo APA:

Degrossi, María Claudia. (1987). Estudio de la composición química general y factores antinutricionales de variedades de porotos del género *Phaseolus* y otras legumbres : Valor nutritivo. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_2081_Degrossi.pdf

Cita tipo Chicago:

Degrossi, María Claudia. "Estudio de la composición química general y factores antinutricionales de variedades de porotos del género *Phaseolus* y otras legumbres : Valor nutritivo". Tesis de Doctor. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. 1987.
http://digital.bl.fcen.uba.ar/Download/Tesis/Tesis_2081_Degrossi.pdf

EXACTAS UBA

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales



UBA

Universidad de Buenos Aires

Tesis

2081

Ej. 2

Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Exactas y Naturales

ESTUDIO DE LA COMPOSICION QUIMICA GENERAL Y FACTORES
ANTINUTRICIONALES DE VARIEDADES DE POROTOS DEL GENERO
PHASEOLUS Y OTRAS LEGUMBRES. VALOR NUTRITIVO.

DIRECTOR: DR. P. CATTANEO

MARIA CLAUDIA DEGROSSI

Tesis presentada para optar al título de
DOCTORA EN CIENCIAS QUIMICAS.

-1987-

- 2081 -
y. 2

Agradezco particularmente al Dr.
Pedro Cattaneo, Director de Tesis y
Consejero de Estudios, quien con sus
enseñanzas y apoyo constante hizo
posible la realización de este
trabajo.

Agradezco:

- A la Dra. Rosa G. Gómez por la dedicación y estímulo brindado.
- A la Dra. María H. Bertoni por la valiosa colaboración prestada en diversas etapas de este trabajo.
- A mis compañeros de Bromatología y Microbiología de Alimentos por su sincera amistad.
- A quienes me brindaron su apoyo en todo momento.

A mis padres y hermanos.

Agradezco también:

- Al Dr. E. Agulló, Profesor de Bromatología del Departamento de Química e Ingeniería Química de la Universidad del Sur, Bahía Blanca, por habernos suministrado, en comunicación privada, información sobre el método de evaluación de taninos.

- Al Ingeniero Agrónomo R. Palacios, Profesor Titular de Sistemática de Plantas Vasculares, F. C. E. y N. (U.B.A), por su contribución en la documentación de cada una de las leguminosas utilizadas a través de germinación, cultivo y herborización.

-INTRODUCCION-

1.1. Historia de las leguminosas.

1.2. Composición y valor nutritivo.

1.2.1. Proteínas.

1.2.2. Hidratos de carbono.

1.2.3. Grasas

1.2.4. Otros elementos nutritivos.

1.2.5. Factores que afectan el valor nutritivo de las
leguminosas.

1.3. Objetivos del presente trabajo.

1.4. Breve descripción de las especies estudiadas.

1. INTRODUCCION

De acuerdo con Aykroyd y Doughy (1), la familia Leguminosae incluye aproximadamente 600 géneros y 13.000 especies. Dentro de este gran número, sin embargo, sólo 10 o 12 especies son económicamente importantes.

Como es bien sabido, las raíces de muchas legumbres contienen nódulos que constituyen el habitat de bacterias, y están dotadas de la facultad de fijar nitrógeno atmosférico. Cuando las raíces se pudren se libera el nitrógeno, de modo tal que las leguminosas enriquecen el suelo pobre y tienen un gran valor en las series de rotación de cultivos.

El estudio de los hábitos alimentarios indica que la cantidad y tipo de leguminosa consumida es diferente en las distintas regiones del mundo, convirtiéndose en algunos casos en una de las principales fuentes de proteínas (1).

1.1. Historia de las leguminosas.

Las leguminosas han sido uno de los primeros cultivos comestibles practicados por el hombre. Su historia como planta cultivada se remonta a los tiempos neolíticos, en la época en que el hombre pasaba de la fase de la caza y la recolección de frutos espontáneos a la producción de alimentos mediante el trabajo humano y adoptaba un nuevo modo de vida basado en co-

comunidades agrícolas aldeanas que a su vez condujo, paso a paso, a la civilización urbana.

En Halicar, Turkia, se han encontrado restos de trigo, guisantes y lentejas, molinillos de mano, majadores y hoces, que databan de 5.500 años a. de J. C.. Otras investigaciones arqueológicas permiten señalar que las leguminosas han constituido un alimento de los seres humanos durante aproximadamente 8.000 años (1).

El género Phaseolus incluye todas las especies conocidas como "poroto común". Kaplan (2) sugiere que las mismas serían originarias del Continente Americano, en especial del Sur de Estados Unidos de Norte América, México, América Central y el norte de Sudamérica (zona de cultura incaica). Fueron introducidas en Europa en el siglo XVI y a partir de ese momento se convirtieron en un importante cultivo en muchas regiones del mundo.

La lenteja (Lens esculenta) se cultivó durante milenios antes de convertirse en un alimento corriente para los antiguos griegos, judíos, egipcios y romanos. Los antiguos egipcios la tuvieron en alta estima y la cultivaron cuidadosa y extensivamente. Lo contrario ocurrió con el haba común (Vicia faba), a la que consideraban como un alimento despreciable. Los antiguos griegos y romanos la tuvieron también en poca estima. Es posible que esta actitud se relacione con el hecho de que dicha leguminosa puede causar la enfermedad denominada fabismo. El gar-

banzo (Cicer arietinum), al igual que el guisante común (Pisum sp.), se cultivó desde tiempos antiguos en las tierras que bordean el Mediterráneo Oriental y en la Mesopotamia desde donde se extendió a la India y Asia Oriental.

La soja rivaliza en antigüedad con la lenteja, el guisante y el poroto y es la primer leguminosa de la que se dejó constancia escrita (data del año 2.800 a. J.C.).

Parece que a través de la historia, al menos en parte del mundo, se ha considerado a las legumbres como un alimento inferior desde el punto de vista social, habiendo sido denominadas "la carne del pobre". Sin embargo, teniendo en cuenta la composición química general y los altos tenores proteicos (18-35%), las leguminosas proporcionan en zonas de alto consumo importantes aportes calóricos, proteicos y en otros nutrientes, tales como vitaminas del complejo B y minerales (1).

1.2. Composición y valor nutritivo

Se darán a continuación algunos datos sobre la composición y valor nutritivo de las leguminosas más importantes (1).

Tabla 1: Valor nutritivo de las leguminosas

Nombre científico de la leguminosa	Nombre común de la leguminosa	Calorías	Agua (g)	Proteínas (g)	Grasa (g)	Hidratos de Carbono			Calcio (mg)	Hierro (mg)	Vitamina A valor u.l.	Tiamina (mg)	Riboflavina (mg)	Niacina (mg)
						Total por diferen- cia (g)	Fibra (g)	Centzas (g)						
<u>Arachis hypogaea</u>	maní	546	5	25,6	43,4	23,4	3,3	2,5	52	1,9	30	0,84	0,12	16,0
<u>Cajanus cajan</u>	guandú	343	11	20,9	1,7	62,9	8,0	3,5	129	5,8	130	0,50	0,14	2,3
<u>Cicer arietinum</u>	garbanzo	358	11	20,1	4,5	61,5	4,9	2,9	149	7,2	300	0,40	0,18	1,6
<u>Glycine max</u>	soja	335	8	38,0	18,0	31,3	4,8	4,7	208	6,5	140	1,03	0,30	2,1
<u>Lens esculenta</u>	lenteja	346	11	24,2	1,8	60,8	3,1	2,2	56	6,1	100	0,50	0,21	1,8
<u>Phaseolus acutifolius</u>	poroto tepary	331	10	24,0	1,0	61,5	4,5	-	-	-	-	0,30	0,10	2,7
<u>Ph. angularis</u>	poroto arroz	325	13	25,3	0,6	57,1	5,7	3,9	252	7,6	15	0,57	0,18	3,2
<u>Ph. calcaratus</u>	poroto arroz	338	13	25,3	0,6	65,4	5,8	4,2	218	7,2	30	0,58	0,08	2,2
<u>Ph. lunatus</u>	poroto de lima	341	11	19,7	1,1	64,8	4,4	3,4	84	5,2	30	0,46	0,16	1,8
<u>Ph. vulgaris</u>	poroto común	341	11	22,1	1,7	61,4	4,2	3,8	137	6,7	30	0,54	0,18	2,1
<u>Pisum sativum</u>	arveja	346	11	22,5	1,8	62,1	5,5	2,6	64	4,8	100	0,72	0,15	2,4
<u>Vicia faba</u>	haba	343	11	23,4	2,0	60,2	7,8	3,4	90	3,6	100	0,54	0,29	2,3

1.2.1. Proteínas

El alto contenido proteico de las leguminosas constituye en si mismo un hecho de gran significación, pero la contribución que toda proteina presta a la satisfacción de las necesidades depende no sólo de la cantidad en que se encuentra en la alimentación, sino también de su calidad, que a su vez, depende de la composición aminoacídica.

En la tabla 2 se indica el contenido en aminoácidos de las principales leguminosas (1).

Numerosas investigaciones señalan que las proteínas de leguminosas son deficientes en aminoácidos azufrados (metionina, cistina y cisteína) (3).

Los estudios realizados por Tandon y col. (4) en 25 variedades de porotos (Phaseolus vulgaris) de América Central, señalaron los bajos contenidos en metionina y triptofano y los elevados de lisina, en todas las variedades. Los niveles de metionina oscilaron entre 0,80 y 1,39% (g amino ácido/100 g de proteina), los de triptofano entre 0,56 y 0,94% y los de lisina entre 7,22 y 9,22%, mientras que los niveles de proteina oscilaron entre 20,1 y 27,9%.

Jaffé y Brücher (5) estudiaron el contenido de proteina y aminoácidos azufrados de 100 variedades de porotos, encontrando un valor promedio de 1,12% para metionina, 0,98% para cistina y 22,7% para proteínas totales.

El valor biológico de las proteínas de leguminosas es considerado bajo si se lo compara con otras proteínas alimenticias (1).

Tabla 2: Contenido en aminoácidos de las legumbres (mg/gN).

Leguminosa	Isoleucina	Leucina	Istina	Fenil-alanina	Tirosina	Contenido de S	Metionina	Cistina	Treonina	Triptofano	Valina	Aminoácido Limitante (1)	Aminoácido Limitante (2)
<u>Arachis hypoganea</u>	260	380	220	320	220	150	60	90	170	70	310	S	Tri
<u>Cajanus cajan</u>	380	490	450	540	210	160	70	90	240	30	330	Tri	S
<u>Cicer arietinum</u>	360	460	430	300	210	170	80	90	220	50	310	Tri	S
<u>Glycine max</u>	340	480	400	310	200	200	80	110	250	90	330	S	Tri
<u>Lens esculenta</u>	330	440	380	280	170	100	50	50	220	50	340	S	Tri
<u>Ph. acutifolius</u>	280	480	410	330	200	150	60	90	250	-	360		
<u>Ph. aureus</u>	350	560	430	300	100	110	70	40	200	50	370	S	Tri
<u>Ph. lunatus</u>	360	520	420	370	160	190	100	90	300	60	390		
<u>Ph. vulgaris</u>	360	540	460	350	240	120	60	60	270	60	380	S	Tri
<u>Pisum sativum</u>	350	520	460	320	250	160	80	80	240	70	350	S	Tri
<u>Vicia faba</u>	390	540	350	260	170	70	30	40	200	60	414	S	Tri

1.2.2. Hidratos de carbono

Las leguminosas contienen un 60% aproximadamente de hidratos de carbono que, en general, se absorben y utilizan bien (1).

La flatulencia asociada al consumo de legumbres se debe a ciertos oligosacáridos de la familia de la rafinosa (incluye: rafinosa, estaquiosa y verbascosa). Estos oligosacáridos escapan a la digestión, pues en la mucosa intestinal de los mamíferos no se encuentra la enzima α -1,6-galactosidasa. Por lo tanto, al no ser absorbidos, son metabolizados por la microflora del intestino delgado produciendo grandes cantidades de CO_2 e H_2 (6).

En la tabla 3 se indica el contenido de azúcares e inositol de algunas leguminosas (7).

1.2.3. Grasas

El contenido graso de la mayoría de las leguminosas oscila entre 1 y 2% salvo el garbanzo que contiene entre 4 y 6%. Únicamente la soja y el maní son utilizados para la obtención de aceites.

Las grasas de las leguminosas en general, son ricas en ácidos grasos esenciales (1).

En la tabla 4 se indica la composición en ácidos grasos de los triglicéridos de algunas variedades de leguminosas.

Los componentes fundamentales de todas las variedades son: palmítico, esteárico, oleico, linoleico y linolénico.

Tabla 3: Contenido en mono y oligosacáridos de distintas especies de leguminosas
 (% de materia seca).

Leguminosa	Monosacáridos ^a e inositol	Sacarosa	Rafinosa	Estaquosa	Verbascosa
Soja	0,74	6,35	1,15	2,85	-
Lupines	0,12	2,63	0,82	4,11	0,48
Garbanzo	0,21	2,69	0,45	1,72	0,10
Lentejas	0,27	3,36	0,31	1,47	0,47
Poroto lima	0,26	18,5	0,46	2,76	0,31
Poroto común	0,10	2,62	0,37	2,36	0,05
Habas	-	2,00	0,22	0,67	1,45

^a Incluye glucosa, fructosa e inositol.

Tabla 4: Composición en ácidos grasos de los triglicéridos de algunas leguminosas
(moles % moles de ácidos grasos).

Variedad	Laúrico	Mirístico	Palmítico	Estearico	Oleico	Linoleico	Linolé- nico
Poroto común <u>Ph.vulgaris</u>			19,7		2,6	32,2	45,4
Poroto Pinto <u>Ph.vulgaris</u>		0,1	16,0	0,5	8,7	26,7	47,9
Poroto Colorado <u>Ph.vulgaris</u>		0,2	19,3	1,4	8,9	25,6	44,5
Arveja Alaska <u>Pisum sativum</u>	0,7	0,7	33,6	3,4	33,0	24,4	4,3
Habas <u>Vicia faba</u>		0,2	20,7	2,4	30,6	41,0	5,0
Poroto Lima <u>Ph.lunatus</u>		0,3	30,0	2,8	9,3	37,7	19,9

1.2.4. Otros elementos nutritivos

La mayoría de las especies de leguminosas contienen sólo cantidades pequeñas de carotenos. Los valores oscilan entre 50 y 300 unidades internacionales de vitamina A por 100 g, dependiendo de la variedad y del color. El contenido de tiamina oscila entre 0,3 y 1,0 mg por 100 g con un promedio de 0,4 a 0,5 mg habiendo también aquí importantes variaciones según la especie. Contienen poca riboflavina; los valores representativos oscilan entre 0,1 y 0,4 microgramos por 100 g. Sin embargo constituyen una fuente bastante importante de niacina, conteniendo un promedio de 2 mg por cada 100 g de porción comestible (1).

Las leguminosas son considerablemente más ricas en calcio que la mayoría de los cereales. Puede tomarse como valor representativo para el grupo unos 100 mg cada 100 g de porción comestible. También son buena fuente de hierro, conteniendo una cantidad promedio de 7 mg por 100 g (1).

1.2.5. Factores que afectan el valor nutritivo de las leguminosas

Deficiencia en aminoácidos azufrados

Ya se ha mencionado en la sección 1.2.1. que las proteínas de las leguminosas son deficientes en aminoácidos azufrados: metionina, cistina y cisteína. La metionina es importante pues es el primer limitante de los aminoácidos esenciales. A pesar que la cistina y cisteína no son esenciales, son importantes, ya

que la metionina es un intermediario en la biosíntesis de los mismos. La deficiencia en cistina y cisteína acentúa aún más la deficiencia en metionina (3).

Sumada a la deficiencia en aminoácidos azufrados, el "score" de aminoácido señala que el triptofano es el segundo limitante. En estudios realizados en porotos del género Ph. vulgaris se han encontrado niveles de triptofano que oscilan entre 0,56 y 0,94% (g de aminoácido/100 g de proteína) (promedio 0,68) (4), (8).

El elevado contenido en lisina permite que las proteínas de leguminosas se utilicen como complemento de las proteínas de cereales, las que poseen un mayor contenido en aminoácidos azufrados siendo deficientes en lisina (8).

Factores antinutricionales

- a- Presencia de factores antifisiológicos (inhibidores de proteasas, lectinas, fitatos, glucósidos cianogénicos, etc.).
- b- Presencia de taninos.
- c- Baja digestibilidad de las proteínas.

a- Factores antifisiológicos

a-1. Inhibidores de proteasas

Las mayores concentraciones de inhibidores de proteasas se encuentran en las semillas y representan entre 0,2 y el 2% de las proteínas solubles totales. No se descarta, sin embargo,

la posible presencia de los mismos en otras partes del vegetal (2).

El significado fisiológico de estos inhibidores de proteasas no se conoce exactamente. Ryan (9) y Richardson (10) sugieren que podrían estar envueltos en mecanismos de defensa contra el ataque de insectos y microorganismos.

La cocción de las leguminosas llevada a cabo bajo condiciones controladas, destruye la actividad de estos factores antifiológicos, tal como puede observarse en la figura 1 (8).

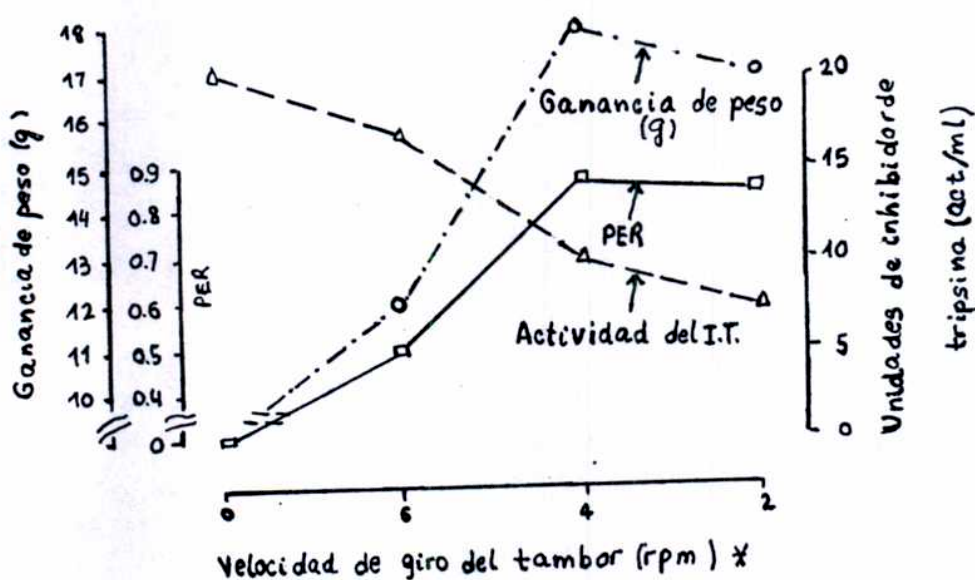


Fig. 1: Efecto del calentamiento en la inactivación del inhibidor de tripsina en poroto negro (Ph. vulgaris).

* La muestra molida se puso en contacto con un tambor giratorio a 94°; una mayor velocidad de giro significa menor tiempo de contacto con la superficie caliente.

Por otro lado, una cocción excesiva conduce a una disminución en la disponibilidad de ciertos aminoácidos, especialmente lisina (8).

En la figura 2 puede observarse el efecto de un tiempo de cocción excesivo en la calidad de las proteínas (8).

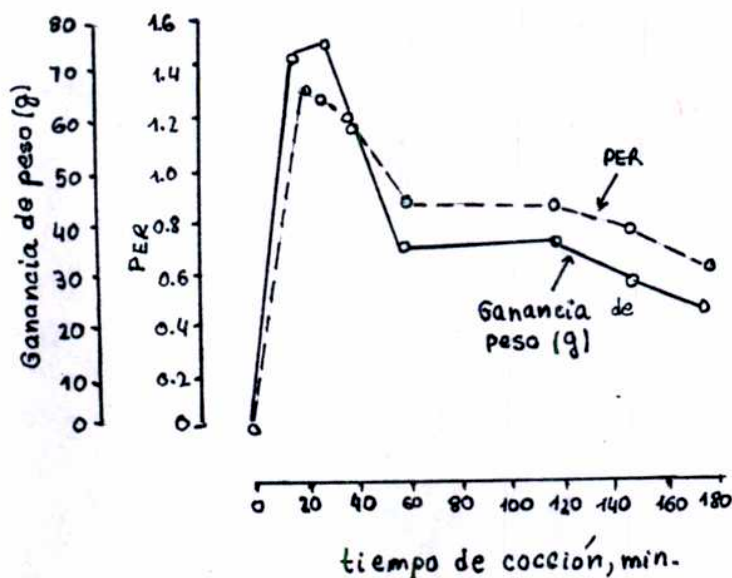


Fig. 2: Efecto de un tiempo excesivo de calentamiento en la calidad de las proteínas de porotos.

En todas las variedades de leguminosas estudiadas se ha detectado la presencia de inhibidores de tripsina y quimiotripsina (3). Esto tiene importancia en relación al efecto que los mismos puedan tener en el uso de las legumbres como alimento para animales y humanos. Así por ejemplo, Antunes y Sgarbieri (11) observaron que ratas recientemente destetadas, al ser

alimentadas con harina de poroto crudo (Ph. vulgaris, var. Rosinha G2) morían antes de completar los 21 días de experiencia.

Recientemente Bressani y col. (12) han encontrado una importante relación entre la actividad del inhibidor de tripsina (TI) y los polifenoles (PF) presentes en las leguminosas. Al trabajar con muestras de diferentes colores (diferentes niveles de PF), encontraron que la actividad del TI estaba influida por un factor térmicamente inestable (verdadero inhibidor) y por un factor termicamente estable (los PF). El primero se encuentra concentrado en los cotiledones, mientras que los segundos en las cascarillas.

Resulta muy difícil comparar resultados de las actividades de estos inhibidores de proteasas (inhibidor de tripsina, quimiotripsina y α -amilasa) presentados por otros investigadores anteriormente, por las diferencias existentes en los métodos de evaluación usados.

a-2. Acido fítico

El ácido fítico es una de las principales fuentes de fósforo en las legumbres, habiéndose encontrado que las variedades no pigmentadas presentan hasta un 40% menos de ácido fítico que las pigmentadas. Numerosos estudios sugieren que el fitato reduce el aprovechamiento de algunos minerales en la dieta, tales como: calcio, hierro, magnesio y zinc. También interfiere con

el metabolismo proteico y disminuye la utilización de las proteínas sujetas a digestión proteolítica (13).

En la tabla 5, se pueden observar los datos correspondientes al contenido en ácido fítico en porotos del género Phaseolus.

Tabla 5: Contenido en ácido fítico de distintas variedades de porotos del género Phaseolus (mg/g).

Variedad	Acido fítico
Blanco (pequeño)	11,6
Pinto	23,8
Rojo (claro)	26,3
Rojo (oscuro)	28,6
Rojo (pequeño)	20,7
Negro	29,3

a-3. Lectinas (fitohemaglutininas)

Las lectinas son glicoproteínas capaces de unir sacáridos presentes en proteínas, con gran especificidad. De esta manera pueden producir aglutinación de eritrocitos y leucocitos (3).

Las lectinas representan entre un 2 y un 10% de las proteínas totales. Esto sugiere la importancia de las funciones que desempeñan para la planta, entre las cuales podemos destacar las siguientes:

- 1- Actúan como anticuerpos contra las bacterias.
- 2- Protegen a la planta del ataque fúngico por inhibición de sus polisacaridas.
- 3- participan en el transporte y almacenamiento de azúcares.
- 4- Reunen enzimas glicoproteicas en sistemas multienzimáticos organizados.
- 5- Cumplen una importante función en la relación simbiótica entre leguminosas y bacterias.

Ya desde principios de siglo se ha sugerido que las lectinas serían responsables, por lo menos en parte, de la toxicidad y bajo valor nutritivo de los porotos crudos o mal cocidos (3).

Honovar y col. (14) trabajaron con fracciones proteicas que presentaban actividad hemaglutinante, aisladas de poroto colorado y negro. Las mismas fueron suministradas a ratas en distintos niveles respecto a una dieta basal de caseina 10%. Ya con niveles de lectina del 0,5% de la dieta observaron una fuerte inhibición del crecimiento, y con niveles del 1,5% se produjo la muerte de los animales en menos de una semana.

Se ha observado que diferentes variedades de porotos presentan distintos niveles de toxicidad. No existe además una

correlación directa entre hemoaglutinación y toxicidad, lo que sugiere que ambas propiedades están asociadas a distintas fracciones de la molécula de lectina. Recientemente se ha señalado que las lectinas tóxicas aparecen preferentemente en las variedades pigmentadas y no en las blancas o no pigmentadas (15).

Dentro de los compuestos tóxicos que disminuyen el valor nutritivo de los porotos, las lectinas estarían en el grupo de los componentes de toxicidad media, que son destruídos térmicamente, requiriendo sin embargo condiciones más enérgicas que los inhibidores de proteasas. Las prácticas de cocción utilizadas antiguamente de bajas temperaturas (alrededor de 80°) y largos tiempos, son inadecuadas para inactivar las lectinas, observándose una importante actividad residual capaz de producir síntomas tales como: dispepsia, vómitos, diarreas, etc. (16).

El mecanismo de acción de estos componentes no es completamente conocido, a pesar de que su estudio se ha convertido en un centro de atención en los últimos tiempos. Se supone que la toxicidad se debe a la capacidad que tienen de unirse específicamente a receptores de las células del epitelio intestinal. Por ensayos realizados "in vivo" se comprobó que las lectinas producen una importante disminución en la absorción de azúcares, lípidos y proteínas en ratas (17).

Por ensayos "in vitro" se observó la interacción de las lectinas con las criptas del intestino, en distintas regiones según la especificidad de la fitohemaglutinina. Esta interacción

lectina-receptor produce cambios fisiológicos en la superficie de la célula, afectando así la absorción de nutrientes en el tracto intestinal(17).

b- Presencia de taninos

Los taninos no representan un grupo homogéneo desde el punto de vista de su constitución, sólo tienen en común ser compuestos polifenólicos. Durante bastante tiempo se creyó que había un solo tanino, el de la nuez de agalla, llamado simplemente ácido tánico y que los existentes en vegetales no eran más que dicho tanino impurificado por sustancias propias de las plantas. A medida que se profundizaba en el conocimiento de estos compuestos pudo verse que los taninos eran más numerosos que los admitidos comúnmente y se propuso dividirlos en dos clases:

- 1.- Taninos hidrolizables: Galotaninos y Ellogitaninos.
- 2.- Taninos no hidrolizables (condensados): Proantocianidinas.

Los taninos condensados constituyen la mayor proporción de los taninos presentes en las leguminosas. Están localizados en la "testa" o "cascarilla", no encontrándose niveles apreciables en los cotiledones (18), (19).

Estos compuestos polifenólicos aparecen en las plantas en períodos tempranos, y van disminuyendo en concentración a medida que maduran. Se hallan representados en casi todas las familias de vegetales, desde musgos y helechos, en donde son de poca impor-

tancia, hasta en fanerógamas. Su acumulación puede ocurrir en tejidos tan diversos como raíces, tallos, frutos, vainas, maderas, corteza y hojas.

El hombre consume diferentes alimentos que contienen cantidades importantes de taninos, entre estos se encuentran: las leguminosas, cereales, vegetales verdes, y otras fuentes como té, café, sidra y ciertos vinos. En algunas regiones de India, por ejemplo, la ingesta diaria de taninos llega a ser de hasta 2.500 mg, de los cuales el 10% se debe al consumo de leguminosas (20).

Efectos antinutricionales de los taninos

Entre los efectos antinutricionales que se atribuyen a los taninos podemos mencionar: depresión del crecimiento, formación de complejos con proteínas, formación de complejos con almidón, inhibición de enzimas digestivas, aumento en la excreción de proteínas endógenas, efecto directo de los taninos en el tracto digestivo y toxicidad de los taninos absorbidos y sus metabolitos (21).

a.- Depresión del crecimiento

Todavía no se conoce la cantidad mínima de taninos necesaria para producir inhibición del crecimiento en humanos. Se ha comprobado sin embargo, en distintas especies animales, el marcado efecto de los taninos sobre la velocidad de crecimiento, utilización de proteínas y digestibilidad (22).

Joslyn y Glick (23) realizaron experiencias con cerdos a los que suministraron dietas con diferentes cantidades de taninos y observaron que con niveles de ácido tánico del 0,5% de la dieta se producía una fuerte inhibición en el crecimiento de los animales y con niveles del 5% la mortandad resultaba elevada.

Marquardt y col. (24) señalaron que con dietas que contenían 3,9% de taninos condensados, extraídos de habas, se producía una marcada disminución en la velocidad de crecimiento y aprovechamiento de aminoácidos en los pollos así alimentados, como así también una retención negativa de fibra comparado con los controles.

b.- Formación de complejos con proteínas dietarias y otros componentes de los alimentos

Los taninos forman complejos con proteínas, carbohidratos y otros polímeros de los alimentos, como así también con diferentes metales, tales como hierro, bajo determinadas condiciones de concentración y pH (20). La mayor tendencia sin embargo, es la de formar complejos con proteínas debido a las fuertes uniones por puente de hidrógeno que se producen con los grupos carbonilo de las uniones peptídicas. La formación de estos complejos es responsable de la inhibición del crecimiento, baja digestibilidad de las proteínas, disminución de la disponibilidad de aminoácidos esenciales y aumento del nitrógeno fecal, pues no se disocian al pH fisiológico y por lo tanto son excretados con las heces (25).

Lease and Mitchell (26) señalaron una marcada disminución en la hemoglobina sanguínea en ratas alimentadas con dietas conteniendo hasta 5% de ácido tánico. Se supone que ésto se debe a la formación de complejos hierro-taninos, disminuyendo así la disponibilidad del hierro.

También se ha investigado la interacción de los taninos con el almidón, pero aún no se ha podido determinar si los complejos que se forman se disocian o no bajo condiciones normales de cocción (27), (28).

c.- Inhibición de enzimas digestivas

Esta inhibición puede ser explicada como consecuencia de la formación de complejos taninos-proteínas. La extensión de la inhibición se debe a numerosos factores tales como: cantidad de proteína dietaria que se puede unir en lugar de las enzimas digestivas, formación de complejos taninos-proteínas antes de la ingestión y el grado de disociación de estos complejos en el intestino, cantidades relativas de las distintas enzimas y afinidad de las mismas con los taninos, pH, tipo y fuente de los taninos y especie y edad del animal.

Por ensayos realizados "in vivo" e "in vitro" se ha comprobado que los taninos pueden inhibir enzimas tales como α -amilasas, tripsina, quimiotripsina y celulasa. El tipo de inhibición que producen es no competitiva y se debe a la unión de los taninos con sitios no específicos de la enzima. La inhibición puede ser también debida a la unión de los taninos con el sustrato,

formando así complejos que resultan resistentes a la acción enzimática (29).

d.- Aumento en la excreción de proteínas endógenas

Como ya se ha señalado anteriormente, los taninos forman complejos con proteínas que resultan insolubles al pH fisiológico y resistentes a la acción de diferentes enzimas hidrolíticas por lo que son excretados por heces. Numerosos autores han señalado que dietas con elevados contenidos de taninos producen depresión en la retención de nitrógeno en animales y humanos (30).

e.- Efecto directo de los taninos sobre el tracto digestivo

Se ha observado que elevadas cantidades de taninos en la dieta pueden originar irritación del tracto digestivo, destrucción de la mucosa, edema, ruptura del tejido, etc.. Esto, a su vez, facilita la absorción de mayores cantidades de taninos aumentando su toxicidad y llegando a producir: gastroenteritis, congestión de la pared intestinal, aumento en la excreción de mucoproteínas, ácido siálico y glucosamina por heces (21).

f.- Toxicidad de los taninos absorbidos

La absorción directa de taninos en animales sanos se supone poco probable, especialmente por la existencia de barreras y por la gran tendencia de los taninos a formar complejos. Sin embargo ingestas crónicas pueden producir daño en la superficie gastrointestinal, permitiendo así su absorción.

La toxicidad aguda de taninos administrados por vía oral es baja, pero aumenta notablemente si son suministrados por vía

parenteral.

Algunos autores señalan a los taninos como responsables de la formación de tumores en animales, posibilidad que se ve incrementada por la ingesta crónica de grandes cantidades de taninos. Se ha llegado a sugerir que el alto consumo de taninos en plantas puede ser uno de los factores causantes de la gran incidencia de cáncer de esofágo en algunas regiones del mundo (31).

g.- Remoción de los taninos

Se han intentado diferentes procedimientos para eliminar los taninos pudiendo mencionar por ejemplo: remoción física a través de la molienda y separación de las cascarillas, germinación, remojo, cocción, adición de agentes quelantes, tratamientos químicos de alimentos y raciones, etc..

Durante la germinación se observa una disminución de hasta el 50% del contenido de taninos. Esto puede atribuirse a la acción de polifenoloxidasas y de enzimas hidrolíticas (32).

La presencia de taninos y otros pigmentos coloreados en la cascarilla está controlado genéticamente. La adecuada selección e hibridización permitirán obtener variedades coloreadas con menores cantidades de taninos. (Se ha comprobado que las variedades coloreadas son preferidas por muchas poblaciones latinoamericanas) (24).

El remojo de las leguminosas antes de la cocción es una práctica común utilizada para ablandar la textura y acelerar la cocción de las mismas.

Sathe y Salunkhe (33) observaron que el remojado reduce el contenido de taninos de las legumbres. La eliminación resulta mayor cuanto mayor a su vez es el tiempo de tratamiento. Esta disminución podría deberse a un fenómeno de difusión de los polifenoles desde las cascarillas hacia el endosperma de los cotiledones y unión de los mismos a proteínas. Por este motivo no serían detectados por los métodos estandarizados de análisis.

Algunos autores consideran que durante la cocción se produce un cambio en la solubilidad o reactividad química de los taninos, pudiendo ocurrir unión de los mismos a distintas sustancias orgánicas.

Bressani y col. (30) plantean la siguiente hipótesis: parte de los taninos se unirían a compuestos orgánicos y proteínas durante la cocción. Esa unión a proteínas hace que los mismos se vuelvan menos susceptibles a la acción de enzimas hidrolíticas en el tracto digestivo, aumentando por lo tanto la excreción de nitrógeno fecal y disminuyendo la digestibilidad de las proteínas. En particular se plantea la posibilidad de que esa interacción sea a través de grupos ξ -amino de la lisina, disminuyendo de esta forma la disponibilidad de este aminoácido esencial. Por otro lado los grupos polifenólicos libres afectarían la digestibilidad en forma indirecta a través de la inhibición de enzimas digestivas.

Niveles de taninos en leguminosas

El contenido de taninos en leguminosas ha sido determinado por diferentes autores y por distintos métodos, siendo las formas de expresión más frecuentes como catequina o ácido tánico equivalentes.

En la tabla 6 se indican los niveles de taninos en algunas leguminosas (21).

Tabla 6: Contenido de taninos en distintas especies de leguminosas.

	taninos (mg/100g)
Garbanzo ^a (<u>Cicer arietinum</u>)	78-272
Habas ^b (<u>Vicia faba</u> L.)	750-2000
Arvejas ^b (<u>Pisum sativum</u> L.)	500-1050
Poroto común ^a (<u>Phaseolus vulgaris</u> L.)	
Rojo claro	152
Rojo oscuro	105
Rojo pequeño	283
Negro	334
Pinto	265
Poroto Lima ^b (<u>Phaseolus lunatus</u>)	690-930

a El contenido de taninos se expresa como catequina equivalente.

b El contenido de taninos se expresa como ácido tánico equivalente.

Bresani y col. (25) en estudios llevados a cabo sobre distintas variedades de porotos encuentran una fuerte dependencia entre el contenido de taninos y el color de las cascarillas de las mismas (rojas y negras mayor contenido de taninos que las blancas). Por otro lado Deshpande y col. (13) sólo detectan cantidades apreciables de polifenoles en las semillas coloreadas, pero no encuentran relación alguna entre intensidad de color y contenido de taninos.

c- Baja digestibilidad de las proteínas

Uno de los principales factores que afecta el valor biológico de las proteínas de las leguminosas es su baja digestibilidad. Ya se ha indicado antes la relación existente entre la presencia de taninos y la baja digestibilidad de las proteínas. Otro factor a considerar es la estructura terciaria de ciertas proteínas escasamente suceptibles a las diferentes enzimas hidrolíticas (8).

En la tabla 7 se resumen los datos de digestibilidad de las proteínas de porotos, determinada en adultos (34).

Tabla 7: Digestibilidad de la proteína de poroto determinada en humanos adultos.

Color del grano	Nº de sujetos	Digestibilidad aparente (%)
Rojo	12	55,7 ($\pm 4,6$)
Blanco	12	62,1 ($\pm 2,9$)
Negro	12	53,4 ($\pm 2,1$)
caseína	12	76,2 ($\pm 1,4$)

Los valores de digestibilidad son bastante menores a los obtenidos con proteínas de origen animal y también de origen vegetal.

1.3. Objetivos del presente trabajo

Ya se ha indicado que las semillas de leguminosas constituyen una de las fuentes de significativa importancia en la dieta de pobladores de menores recursos. Las propiedades nutricionales de este grupo de alimentos son bien conocidas así como el impacto suplementario que tienen sobre dietas consistentes de granos de cereales y alimentos farináceos particularmente referido a la mejora de la calidad proteínica de estos últimos.

Con tal motivo el trabajo se desarrolló sobre diferentes especies de la familia Leguminosae: habas (Vicia faba), lentejas (Lens culinares, subespec. microspermae (Baumg) Barul), arvejas (Pisum sativum), garbanzos (Cicer arietinum), porotos: triguito, colorado, negro y alubia (Phaseolus vulgaris) y porotos: pallares y manteca (Phaseolus lunatus), de producción nacional; y lentejones (Lens culinaris Medick, subespec. macrospermae (Baumg) Barul) de origen chileno (35), (36).

El objetivo del trabajo lleva al estudio comparativo de la composición química general (agua, cenizas, fibra cruda, nitrógeno total, proteína cruda, calcio, fósforo total, fósforo de ácido fítico, azúcares, almidón y lípidos) de las distintas especies. Interesa particularmente las evoluciones de: factores antifisiológicos (inhibidor de tripsina), lisina disponible y taninos a fin de poder esclarecer sus interrelaciones

y su mayor o menor significancia. En especial en estudiar el efecto del macerado y la cocción (prácticas caseras para el consumo de leguminosas) a fin de correlacionar los valores así obtenidos con los resultados sobre muestras crudas y poder conocer la influencia de estas etapas de procesamiento.

En razón de la importancia nutricional que juega esta fuente de proteínas en la dieta para humanos, se considera la necesidad de explorar los caminos que se relacionen a una mejora de su calidad nutritiva y de sus propiedades tecnológicas, asumiendo que para ello es de significación disponer mayor información sobre las interacciones entre los factores antes mencionados.

1.4. Breve descripción de las especies estudiadas (1), (35)

a- Cicer arietinum L.: Garbanzo.

Es una planta herbácea anual, resistente a la sequía, que tiene su origen en la región mediterránea y se cultiva en la actualidad en toda la zona subtropical. Entre los países de América se cultiva fundamentalmente en México, Chile y Argentina.

b- Vicia faba L.: Haba o habichuela.

Es una planta herbácea anual, de 80 cm a 1,80 m de altura, que se ennegrece al secarse o al ser hervida. Las distintas

variedades pueden ser utilizadas como alimento para humanos, forraje o abono verde.

c- Lens culinaris Medick: Lenteja.

Herbácea anual con muchas variedades. Crece como cultivo de estación fría en toda la zona subtropical, especialmente en la India, Africa del Norte y América Central y del Sur.

d- Pisum sativum L.: Arveja.

Enredadera anual, con muchas variedades, lisas o rugosas, altas o enanas, etc., originaria de algún lugar situado entre la India y el Mediterráneo. Actualmente se la siembra en zonas de clima templado.

e- Phaseolus vulgaris L.: poroto común.

Es una herbácea anual, con variedades trepadoras y enanas y de muchos colores (blancas, rojas, negras, etc.) procedente de América Central. Esta leguminosa es hoy día la más importante en México, América Central y del Sur. Se cultiva en las zonas templada y subtropical.

f- Phaseolus lunatus L.: Poroto manteca, poroto lima, pallar.

Es una herbácea voluble, que se cultiva como anual, bienal y perenne, y comprende variedades de semilla grande y pequeña. Actualmente se la cultiva en todo el mundo.

-MATERIALES Y METODOS-

2.1. Materia prima.

2.1.1. Estudio de las variedades botánicas.

2.2. Obtención de los aceites crudos de extracción.

2.3. Estudio de los aceites crudos.

2.3.1. Características físico-químicas y contenido en componentes menores.

2.3.2. Determinación de la composición acídica.

2.3.3. Investigación y determinación de esteroides.

2.4. Semilla entera molida.

2.4.1. Composición general.

2.4.2. Determinación de hidratos de carbono.

- Azúcares reductores.

- Azúcares invertibles.

- Hidratos de carbono sacarificables.

- Almidón.

2.4.3. Análisis de otros componentes.

- Determinación de fósforo total.
- Determinación de fósforo de ácido fítico.
- Determinación de calcio.
- Determinación de lisina disponible.
- Determinación de actividad antitriptica.
- Determinación de taninos.

2.5. Harinas de extracción (hexano).

2.5.1. Fibra cruda.

2.5.2. Lípidos residuales (extraíbles por mezcla ternaria).

2.6. Muestras maceradas.

2.7. Muestras cocidas.

2.1. Materia prima

Se dispuso de seis variedades de porotos del género Phaseolus cuyos nombres comunes son: alubia, pallares, triguito, negro, colorado y manteca, y de las siguientes variedades de legumbres: habas, lentejas, lentejones, garbanzos y arvejas descascaradas.

Todas las variedades son de producción nacional a excepción de los lentejones, de origen chileno.

Sobre semilla entera se realizaron las determinaciones de peso medio, peso por hectolitro, ancho, largo o diámetro medio. No se logró una adecuada separación manual de las cascarillas, por lo que resultó imposible determinar la relación cáscara/pepa.

2.1.1. Estudio de las variedades botánicas

El estudio fue realizado sobre las seis variedades de porotos. Parte de cada muestra fue puesta a germinar, cultivándose luego, para posteriormente ser herborizadas. Los ejemplares están depositados en el herbario de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad de Buenos Aires (BAFC), bajo la numeración de Ramón A. Palacios.

Para la ubicación sistemática del material se siguió el criterio propuesto por Baudet (37).

Phaseolus L. emend Verdc

Phaseolus lunatus L. var. lunatus

cv. gr. Bib Lima, nombre del comercio
"pallares" (R.A. Palacios 1385).

cv. gr. Sieva, nombre del comercio "poroto
manteca" (R.A. Palacios 1385).

Phaseolus vulgaris L. var. vulgaris

nombre del comercio:

"triguito" (R.A. Palacios 1381).

"negro" (R.A. Palacios 1382).

"colorado" (R.A. Palacios 1383).

"alubia" (R.A. Palacios 1384).

2.2. Obtención de los aceites crudos de extracción

Se procedió a la molienda de las semillas enteras, a la determinación de Humedad (100º, vacío) y Cenizas (500-550º) del producto molido y a su agotamiento con hexano técnico en equipo Soxhlet. Después de 24 horas de extracción, las harinas liberadas de solvente por exposición al aire fueron remolidas y extraídas nuevamente por 24 horas más.

Las harinas así agotadas se expusieron al aire y en estufa de vacío a 40º para eliminar los restos de solvente, se remolieron y reservaron en frascos herméticos, a los fines de un poste-

rior exámen. De los extractos se destiló el hexano en baño de agua hirviente; los aceites crudos se tomaron por éter etílico, filtraron (eliminación de partículas de harina), se destiló el éter etílico y llevó a constancia de peso en estufa de vacío (100°, 5 torr), calculándose así los rendimientos en aceites crudos (expresados en por ciento de muestra en base seca). Los aceites obtenidos se preservaron en ampollas de vidrio cerradas a la llama con mínimo de espacio muerto y mantenidas a -15°, al abrigo de la luz hasta su análisis.

2.3. Estudio de los aceites crudos

2.3.1. Características físico-químicas y contenido en componentes menores

Sobre los aceites crudos de extracción de las semillas se determinaron las siguientes características: Índice de refracción (25°); Índice de Iodo (Wijs); Índice de saponificación (A.O.C.S. Official Method Da 16-48); Número de acidez (I.U.P.A.C. 11. D1, sobre 0,15 g de aceite); Insaponificable % (A.O.C.S., Ca 6b-53 (éter etílico), adaptado a los líquidos residuales de la determinación de índice de saponificación); Índice de Iodo del insaponificable (Rosenmund); Esteroles totales (digitonina) (38); Fósforo lipídico (39), (40).

2.3.2. Determinación de la composición acídica

Los líquidos resultantes de la determinación de los índices de saponificación, adicionados de 5 ml de solución de KOH al 4% en etanol y 40 ml de agua (relación etanol:agua 1:2 v/v) se extrajeron en ampolla de decantación con éter etílico (tres extracciones, la primera con 70 ml y las dos restantes con 60 ml cada una). Los extractos etéreos reunidos se lavaron dos veces por agitación con agua (30 ml por vez) con solución de KOH al 2 por mil en agua (eliminación de jabones ácidos) y luego con agua hasta reacción neutra de la fase acuosa (tornasol). El éter se destiló (evaporador rotatorio) y el residuo se trató en estufa de vacío (100°, 5 torr) hasta constancia de peso, obteniendo así los materiales insaponificables de los aceites crudos.

De las soluciones hidroalcohólicas de jabones, reunidas con los líquidos de lavado de los insaponificables, se liberaron los ácidos grasos totales por acidificación con H_2SO_4 1:1 (pH_N 4; heliantina), extrayéndolos por dos veces con 40 ml de éter etílico por vez. Luego de lavar en ampolla con agua y tratar con Na_2SO_4 anh., se recuperó el solvente, arrastrando los últimos restos con gas nitrógeno. Los ácidos se esterificaron con 20 ml de metanol anhidro conteniendo 1,5% en peso de H_2SO_4 conc. como catalizador (41) (reflujo durante 2 hs.). Luego de enfriar se diluyó con 40 ml de agua extrayendo los ésteres metílicos con éter etílico (dos extracciones de 60 ml cada vez).

Los extractos reunidos se lavaron con agua (tornasol), para eliminar el exceso de metanol y ácido sulfúrico; con solución acuosa de K_2CO_3 al 0,05% (eliminación de ácidos no esterificados) y finalmente con agua. Se destiló el éter y procedió al análisis de los ésteres por cromatografía gas-líquido (C.G.L.), previa búsqueda por espectrofotometría en U.V. (A.O.C.S. Tentative Method Cd 7-58, 1960 y según Holman et al.. (42)) de conjugación preexistente en la zona de dienos (233 nm), trienos (268 nm) y tetraenos (315 nm).

Las composiciones acídicas se determinaron en un equipo de cromatografía de partición gas-líquido Perkin Elmer Vapor Fractometer, Mod. 154, equipado con detector de ionización de llama, columna de vidrio Pyrex de 3 m de largo por 4,0 mm de diámetro interno, con material de relleno formado por Chromosorb W-AW (granulometría 60-80) y adipato de etilenglicol poliéster (15% sobre relleno total). Se operó a 194° regulando la temperatura del block de inyección en la indicación 90 (escala empírica de registro) (43), usando N_2 como fase móvil (presión de entrada 21 psi.) y con inyecciones de $4 \mu l$ de solución de ésteres al 5% en éter etílico. Los componentes se identificaron según sus tiempos de retención (Tr) y las evaluaciones cuantitativas se resolvieron por triangulación, calculando valores porcentuales.

2.3.3. Investigación y determinación de esteroides

Los insaponificables de los aceites crudos se fraccionaron según Fedeli et al. (44) empleando placas de 20 por 20 cm recubiertas con sílica gel G (aprox. 10 g de sílica gel en 20 ml de agua, 0,5 mm espesor). Las placas se activaron por calentamiento a 110° durante 120 minutos, sembrando en forma de banda el insaponificable disuelto en una mezcla de éter etílico-metanol. Se sembraron entre 30 y 60 mg de insaponificable. Paralelamente y en forma separada se sembró una banda de 2 cm con solución de insaponificable y a su lado una mancha de 0,5 cm con colesterol patrón, desarrollando con hexano-éter etílico 1:1 v/v durante 35 minutos. Las placas secas al aire fueron reveladas con 2,7-diclorofluoresceína al 2%, observando (por luz U.V., 368 nm) la posición del colesterol y la banda de esteroides del insaponificable (fluorescencia verde claro sobre fondo azul oscuro).

Los raspados de las bandas de esteroides no reveladas se eluyeron con éter etílico obteniendo los esteroides que se examinaron por C.G.L.. A estos fines se empleó un equipo Hewlett-Packard 5790A, con columna de vidrio (2 m x 2 mm de d.i.) con relleno formado por Chromosorb W-AW (60-80) conteniendo 3% de OV-17 (fase fija), N₂ (fase móvil, 30 ml/min), detector de ionización de llama y temperatura de horno 265°, de inyector y detector 295°.

Previamente se corrieron patrones de colesterol, campesterol, stigmasterol y sitosterol. Las identificaciones se realizaron según valores de TR/TR colesterol y las evaluaciones porcentuales por estimación de áreas.

2.4. Semilla entera molida

2.4.1. Composición general

Sobre las muestras finamente molidas se efectuaron las siguientes determinaciones:

Humedad (A.O.A.C. Official Method 13.3, 1950) operando sobre 1 g de muestra (vacío, 100°, hasta constancia de peso).

Cenizas (A.O.A.C. Official Method 13,6, 1950) operando sobre 1 g de muestra por calcinación en cápsula de platino a 500-550° hasta obtención de cenizas blancas y peso constante.

Nitrógeno total (macrométodo de Kjeldahl, A.O.A.C. Official Method 2.24, 1950) proteína cruda = N total % x 6,25) Equipo Buchi 320.

Hidratos de carbono (de acuerdo con las técnicas descriptas en 2.4.2).

2.4.2. Determinación de hidratos de carbono

Azúcares reductores (A.O.A.C. Official Method 22.043, 1965,
modificado)

Entre 10 y 15 g de muestra se pesaron en un erlenmeyer, neutralizando por agregado de 1 g de CaCO_3 ; se añadieron 125 ml de etanol 50% (v/v) y se mantuvo en baño de agua (83-87°) 1 hora, empleando un pequeño embudo en el cuello del frasco para condensar el vapor. Una vez frío se estacionó por una noche, centrifugó durante 15 minutos a 1500 rpm y lavó dos veces el residuo con 25-30 ml de etanol neutro cada vez, reuniendo los líquidos de lavado al sobrenadante original. Los líquidos así reunidos se concentraron (evaporador rotatorio, 45°, presión reducida) hasta un volumen de 20-40 ml, transfirieron a un tubo de centrifuga donde se procedió a la defecación por agregado de solución de acetato de plomo neutro. Se agitó, dejó reposar durante 15 minutos y eliminó el exceso de plomo por agregado de solución saturada de oxalato de potasio, seguido de centrifugación (20 minutos, 2500 rpm). Finalmente se llevó a volumen en matraz aforado de 100 ml, filtrando previamente por papel banda azul.

Los azúcares reductores se determinaron gravimétricamente por el método de Munson y Walker (A.O.A.C. Official Method 31.038, 1980) expresando el resultado en glucosa % de muestra seca.

Azúcares invertibles

50 ml de la solución obtenida para la determinación de azúcares reductores, se adicionaron de 5 ml de HCl ($\delta = 1,10$) calentando en baño de agua a 60° durante 30 minutos. Se neutralizó con NaOH 10% (tornasol) y llevó a volúmen en matraz aforado (100 ml) (A.O.A.C. Official Method 29.026, 1965).

La determinación de azúcares reductores después de la inversión se realizó por el método de Munson y Walker, expresando los resultados de azúcares invertibles como sacarosa % de muestra seca.

Hidratos de carbono sacarificables (45)

Alrededor de 3 g de muestra se suspendieron en 200 ml de agua, agregó 20 ml de HCl ($\delta = 1,125$) y calentó a reflujo durante dos horas. El líquido frío se neutralizó con NaOH 10% (tornasol) y filtró, llevando a 250 ml. Los hidratos de carbono sacarificables se expresaron como almidón en base a la evaluación de reductores totales luego de sacarificación y de reductores después de la inversión.

Almidón

Se investigó la presencia de almidón por agregado de solución de lugol (I_2 en solución de KI) a una suspensión de harina en agua.

2.4.3. Análisis de otros componentes

Determinación de fósforo total

Se determinó el contenido en fósforo total en las semillas enteras y molidas, y fósforo lipídico en los aceites crudos y en los lípidos extraídos por mezcla ternaria (lípidos residuales).

Se pesaron entre 100 y 200 mg de muestra molida, 200-300 mg de aceite crudo y entre 35 y 50 mg de lípidos residuales (con respecto a estos últimos, se tomaron 2 ml de la solución clorofórmica en la que se encontraban disueltos y se eliminó el solvente por destilación en evaporador rotatorio (60-70°, presión reducida)).

Tanto para la semilla entera como para los aceites, se agregaron 5 ml de H_2SO_4 conc. y 10 ml de HNO_3 65%, calentando hasta aparición de vapores blancos (sulfúricos), agregando pequeñas cantidades de HNO_3 y calentando nuevamente (comienzo de vapores sulfúricos en etapas sucesivas) hasta la obtención de un líquido límpido e incoloro. Se agregó 1 ml de agua bidestilada, calentó hasta humos blancos y adicionó una vez más 1 ml de agua bidestilada con unos cristallitos de urea, llevando suavemente por calentamiento hasta humos blancos (eliminación de restos de HNO_3). El producto de la mineralización se trasvasó a un matraz aforado de 50 ml, llevando a volumen con agua

bidestilada. Paralelamente se realizó un blanco con los reactivos (mismas cantidades y condiciones operadas con muestras). Se procedió a la valoración del fósforo total según la técnica de Bartlett (39).

Los contenidos de fósforo total se calcularon en base a la curva de calibración lograda con solución patrón de KH_2PO_4 ($200 \mu\text{gP}/100 \text{ ml}$) operando en igualdad de condiciones.

Para la determinación de fósforo en los lípidos residuales se adicionó 1 ml de H_2SO_4 conc. y 2 ml de HNO_3 65%, siguiendo luego la técnica arriba indicada. Dado el alto contenido de fósforo se llevó a volúmen final de 100 ml.

Determinación de fósforo de ácido fítico (46)

Esta determinación se realizó sobre semilla entera molida. Se pesó una cantidad de muestra que contuviera entre 5-30 mg de fósforo de ácido fítico y se extrajo con 50 ml de ácido tricloroacético (TCA) al 3% (p/v) durante una hora con agitación constante. La suspensión se centrifugó y el sobrenadante se filtró por papel banda azul. Se transfirieron 10-20 ml del filtrado (exactamente medidos) a un tubo de centrifuga de 40 ml, adicionaron 4 ml de solución de FeCl_3 (conteniendo 2 mg de Fe/ml en ácido tricloroacético al 3%) y 2-3 gotas de Na_2SO_4 al 3% en TCA, calentando en baño de agua hirviente durante 45 min. Se centrifugó y decantó cuidadosamente el sobrenadante

claro. El precipitado se trató dos veces con 20-30 ml de ácido tricloroacético 3% (dispersando bien), calentando en baño de agua hirviente por 5-10 minutos y centrifugando. Se dispersó el precipitado en 3-4 ml de agua destilada y agregó 3 ml de solución de NaOH 1,5N, mezclando bien. Se llevó aproximadamente a 30 ml con agua y calentó en baño de agua hirviente durante 30 minutos para coagular el precipitado de $\text{Fe}(\text{OH})_3$. Se centrifugó (10 min., 1500 rpm), decantó el sobrenadante y lavó con agua, centrifugando y decantando otra vez.

El precipitado de $\text{Fe}(\text{OH})_3$ se disolvió en 0,5 ml de HCL 0,5 N calentando 10 minutos en baño de agua hirviente, trasvasó a un matraz de 100 ml con ayuda de 10-25 ml de HCL 0,1 N y llevó a volúmen con agua destilada. Esta solución se usó para la determinación colorimétrica de hierro.

Los reactivos y la curva estándar se prepararon de acuerdo a los procedimientos señalados en A.O.A.C., (Official Method 14.013, 1980) para la determinación colorimétrica de hierro con o-fenantrolina después de reducir el Fe^{3+} a Fe^{2+} con clorhidrato de hidroxilamina y leyendo la absorbencia en espectrofotómetro a 510 nm. Para cada muestra se realizó un blanco de reactivos. A partir de la curva estándar se calculó el contenido en fósforo de ácido fítico de las muestras en base al valor de hierro, teniendo en cuenta las diluciones y suponiendo una relación molecular hierro/fósforo de 4:6.

Determinación de calcio

Se aplicó el método descrito en A.O.A.C. (Official Method, 14.014,1980) partiendo de 5 g de muestra molida. Se obtuvieron las cenizas blancas (500-550°), agregaron 5 ml de HCl conc. y evaporó en baño de agua hirviente hasta sequedad. El residuo seco se tomó con 2 ml de HCl conc. y calentó por 5 minutos en baño de agua, cubriendo la cápsula con vidrio de reloj. Se filtró a un vaso de precipitados de 400 ml y diluyó a 150 ml llevando a pH 4,8-5,0 (pHmetro) por agregado de solución de acetato de sodio al 20%. Se cubrió con vidrio de reloj y calentó a ebullición, dejó enfriar y precipitó el calcio, lentamente, agregando solución de ácido oxálico al 3% (1 gota cada 3-5 seg), hasta pH 4,4-4,6 (pHmetro). Se hirvió durante 1 o 2 minutos y dejó reposar 1 noche. Al día siguiente se filtró por papel cuantitativo banda azul, lavando el vaso de precipitado con solución de NH_4OH (1+50 v/v). Se trasvasó a un erlenmeyer y tituló con solución de KMnO_4 0,05 N a 70-80°, previo agregado de 125 ml de agua y 5 ml de H_2SO_4 conc.

Determinación de lisina disponible

Aplicando la técnica de Conkerton y Frampton se determinó la lisina disponible de las muestras molidas. Se pesó una cantidad de muestra que contuviera entre 100 y 300 mg de

proteína y transfirió a un erlenmeyer de 500 ml (triplicado), agregando 3 bolitas de vidrio y 10 ml de solución de NaHCO_3 10% a cada recipiente. Se mezcló bien y se dejó reposar 10 minutos a temperatura ambiente. Luego se adicionó 10 ml de solución alcohólica de 2,4-dinitrofluorobenceno (4% v/v) a dos de los tres recipientes (el otro se utilizó como blanco) y agitaron suavemente (agitador mecánico), horizontalmente por dos horas a temperatura ambiente.

Las muestras se llevaron hasta casi sequedad en corriente de aire tibio (30-40°). El exceso de reactivo y algo de 2,4-dinitrofenol producido en la reacción, se extrajeron de las mezclas mediante cuatro extracciones sucesivas con éter etílico (porciones de 50 ml). La tercer muestra, a la que no se adicionó reactivo, se extrajo con dos porciones sucesivas de éter etílico (50 ml cada vez). Las trazas de éter se eliminaron por corriente de aire tibio.

Las muestras y el blanco se hidrolizaron por 6 horas (autoclave, 121°, 16 libras de presión) con HCl 6N (50 ml). Inmediatamente y aún en caliente, los productos de hidrólisis se filtraron a través de crisol filtrante de vidrio prensado (G_3), ayudando con succión. El erlenmeyer y el filtro se lavaron con agua destilada, llevando finalmente a volúmen en un matraz aforado de 100 ml. De cada hidrolizado se separó una alícuota de 10 ml que se extrajo en ampolla de decantación con cuatro porciones sucesivas de éter etílico (50 ml c/u) para eliminar

el resto de 2,4-dinitrofenilaminoácidos interferentes y el resto de 2,4-dinitrofenol. El blanco se lavó sólo dos veces con éter etílico (50 ml cada vez). Las alícuotas así lavadas se diluyeron en matraz aforado de 25 ml con agua destilada. De cada solución se midieron alícuotas de 2 ml, por duplicado, y trasvasaron a matraces de 25 ml; una de ellas fue diluida a volúmen con HCl 1N y la otra con solución acuosa de NaHCO_3 10%. Se homogeneizaron y leyeron las absorbencias (medio alcalino y medio ácido) en espectrofotómetro a 360 nm, usando los blancos correspondientes como solución de referencia.

Determinación de actividad antitriptica (49), (50)

Las muestras se molieron y tamizaron hasta que el 95% de las mismas pasaran por tamiz de 100 mallas (149μ , ASTM). Se pesó aproximadamente 1 g y extrajo con 50 ml de solución de NaOH 0,01 N con agitación permanente durante 1 hora, manteniendo el pH entre 9,5 y 9,8. Se dejó reposar por 10 minutos y se trabajó sobre una alícuota de sobrenadante que se diluyó hasta lograr entre 20 y 60% de inhibición.

Se midieron por triplicado en tubos de ensayo: 0,0; 1,0; 1,2; 1,4; 1,6 y 1,8 ml del extracto diluido, ajustando el volúmen final a 2,0 ml con agua destilada.

Una serie (blanco) se adicionó de 5,0 ml de sustrato sintético (clorhidrato de benzoil -DL-arginina-p-nitroanilida; BAPA) precalentado a 37° , agitó, incubó exactamente

10 minutos a 37° y adicionó 1,0 ml de ácido acético 30% y 2,0 ml de solución de tripsina (4 mg de tripsina/200 ml de HCl 0,001 N), agitando luego del agregado de cada reactivo y filtrando antes de efectuar la lectura de absorbencia.

Las dos series restantes se adicionaron de 2,0 ml de solución de tripsina y de 5,0 ml de solución de BAPA (precalentado a 37°), agitando bien después de la adición de cada reactivo. Se incubó exactamente 10 minutos a 37°, agregó luego 1,0 ml de ácido acético 30%, agitó y filtró antes de efectuar las lecturas de absorbencia a 410 nm, contra el blanco correspondiente.

Expresión de los resultados

Una unidad (UT) está definida arbitrariamente como el incremento en 0,01 unidades de absorbencia a 410 nm producido por 10 ml de mezcla de reacción bajo condiciones experimentales dadas.

La actividad del inhibidor de tripsina se define como el número de unidades de tripsina inhibidas (UTI).

Determinación de taninos

Se utilizó una modificación del método espectrométrico

indirecto desarrollado por Agulló (51), el cual consta de dos etapas (52):

- a) Extracción
- b) Determinación cuantitativa.

a) Extracción: Se molió la muestra hasta que el 95% pasó por malla de 0,4 mm. Se trabajó por duplicado con una masa aproximada de 30 a 35 mg, la que se extrajo con 10 ml de metanol (grado espectrofotométrico) durante 20 minutos en baño de agua a 30°, centrifugando por 20 minutos a 2800 rpm y usando el sobrenadante para las evaluaciones.

- b) Determinación cuantitativa

Precipitación de los taninos del extracto metanólico

Se colocaron en un tubo de centrifuga 4 ml de una solución de albúmina bovina al 0,06% en un medio tamponado de ácido acético-acetato de sodio 0,003 M y pH 4,4 y 1 ml del extracto metanólico. Se agitó por inversión, dejó reposar 15 minutos a temperatura ambiente y centrifugó a 3000 rpm durante 15 minutos, separando el sobrenadante límpido.

Determinación espectrométrica de la albúmina residual en el sobrenadante obtenido

Se trabajó según el siguiente esquema:

	Muestra (ml)	Sol. de ref. (ml)	Bl. de react. (ml)
Sobrenadante	2,0	-	-
Proteína tamponada	-	1,6	-
Solución tampón	-	-	1,6
Metanol	-	0,4	0,4
Verde de bromocresol	3,0	3,0	3,0

-Solución tampón: solución de ácido acético-acetato de sodio 0,003 M y pH 4,4.

-Proteína tamponada: solución de albúmina bovina 0,06% en solución tampón.

-Verde de bromocresol (VBC): solución 0,071M de VBC en ácido acético-acetato de sodio 0,1M, pH 3,8, con polioxietilénlauriléter.

Se leyó la absorbencia a 625 nm luego de 10 minutos de reacción, se descontó el blanco y se determinó la diferencia entre la absorbencia de la solución de referencia y la de la muestra (ΔA).

La curva de calibración fue construída graficando ΔA versus concentración de ácido tánico (solución patrón 1 mg/ml).

2.5. Harinas de extracción

2.5.1. Fibra cruda (A.O.A.C. Official Method 21.038, 1965),
operando sobre 2 g de harina integral.

2.5.2. Lípidos residuales (53), (54)

50,00 g de harina, previamente agotada por hexano, se suspendieron en 500 ml de solvente Folch (constituido por una mezcla ternaria de cloroformo:metanol:agua 10:20:7,6 (v/v)). Se mantuvieron durante 24 horas a temperatura ambiente, agitando ocasionalmente, luego se centrifugó a 2800 rpm durante 20 minutos. El insoluble se trató con 85 ml de mezcla ternaria, centrifugó y volvió a extraer con 500 ml de dicha mezcla. Los extractos líquidos se reunieron y adicionaron a 240 ml de KCl 0,88%. La capa clorofórmica que decantó nítidamente, se separó y filtró, separando por destilación el cloroformo (evaporador rotatorio, presión reducida). Se tomó el residuo con éter etílico, filtró, evaporó el solvente y completó la eliminación del mismo en estufa de vacío a 100° hasta peso constante, obteniéndose un residuo lipídico.

El mismo se llevó a 25 ml con cloroformo; de este volumen se separaron 2 ml para determinar fósforo lipídico. Otros 10 ml fueron saponificados (luego de la eliminación del solvente) con KOH 4% en etanol (calentamiento a reflujo durante

2 horas), extrayéndose luego el material insaponificable con éter etílico (tres extracciones en ampolla). Los extractos eteréos se reunieron, lavaron con agua, con solución 10/00 de K_2CO_3 (eliminación de jabones) y nuevamente con agua (reacción neutra al tornasol). El éter se destiló, llevando el residuo en estufa de vacío (100 °) hasta constancia de peso, obteniéndose así la fracción insaponificable de los lípidos residuales.

La solución de jabones y los líquidos acuosos de las extracciones se acidificaron (pH \sim 4, heliantina) con HCl 1+4 V/V), aislando los ácidos grasos totales mediante dos extracciones sucesivas con éter etílico y posterior eliminación de éste por destilación. Los ácidos grasos totales de los lípidos residuales se examinaron por C.G.L. a través de sus ésteres metílicos.

2.6. Muestras maceradas

10 g de semillas crudas se maceraron con 100 ml de agua destilada durante 24 horas. Tanto el líquido de maceración como los porotos fueron congelados y luego liofilizados. Finalmente se envasaron al vacío y almacenaron a $-26^{\circ}C$ hasta su utilización.

2.7. Muestras cocidas

10 g de semillas se maceraron con 100 ml de agua destilada durante 24 horas. El líquido de maceración fue desechado. Los porotos fueron trasvasados a un vaso de precipitado de 500 ml y cocidos (hasta que la textura fuera la adecuada para su consumo) en 100 ml de solución acuosa al 1% de NaCl, cubriendo con vidrio de reloj para minimizar la evaporación. Tanto el líquido de cocción como los porotos fueron congelados y luego liofilizados, tal como se indicó anteriormente.

Tanto en las muestras maceradas como en las cocidas se realizaron las determinaciones de nitrógeno, lisina disponible y taninos por los métodos ya indicados.

RESULTADOS Y DISCUSION

- 3.1. Producción nacional de las legumbres estudiadas
- 3.2. Características de las semillas
 - 3.2.1. Características físicas
 - 3.2.2. Composición química general
- 3.3. Estudios sobre lípidos de porotos de variedades de Phaseolus y de semilla de algunas legumbres
 - 3.3.1. Estudio de la composición acídica de los aceites crudos de las semillas
 - 3.3.2. Estudio sobre composición en esteroides de los aceites crudos
- 3.4. Estudio sobre harinas residuales de extracción
- 3.5. Efecto del macerado y la cocción en los niveles de nitrógeno, lisina disponible y taninos

3. RESULTADOS Y DISCUSION

En esta parte se expondrán los resultados analíticos logrados por aplicación de las técnicas mencionadas en la sección 2 sobre el material en estudio.

3.1. Producción nacional de las legumbres estudiadas

En las tablas 1-7 se encuentran los datos de producción nacional de las legumbres estudiadas.

En la tabla 1 vemos que los porotos cultivados en mayor proporción son (en orden decreciente): alubia, negro y colorado. Bressani y col. (8) señalaron la marcada preferencia por las variedades con cascarilla coloreada en muchas poblaciones latinoamericanas.

En las tablas 2-3 puede observarse como la provincia de Salta ha ido incrementando el cultivo de porotos, convirtiéndose en la principal productora del país. Le siguen en orden de importancia Santiago del Estero, Tucumán y Jujuy.

La provincia de Buenos Aires es la principal productora de arvejas y habas (tablas 4 y 5), mientras que Santa Fe y Salta lo son de lentejas y garbanzos respectivamente (tablas 6 y 7). Sin embargo la producción de estas leguminosas es mucho

menor en nuestro país, si comparamos con la producción de porotos secos.

Lamentablemente no se han podido obtener en entidades oficiales datos sobre cosechas más recientes.

3.2. Características de las semillas

3.2.1. Características físicas

En las tablas 8 y 9 se señalan algunas características físicas de las semillas de leguminosas estudiadas (peso medio, peso por hectolitro, largo y ancho medio, color). Como ya se indicó en la sección 2 no se pudo realizar una adecuada separación manual de las cascarillas, por lo que no fue posible determinar la relación cáscara/pepa.

3.2.2. Composición química general de las semillas

Como puede observarse en las tablas 10 y 11, los contenidos acuosos fueron muy semejantes en todos los casos, con valores que van desde 11,63% para el poroto triguito y 15,29% para el negro.

Los resultados obtenidos en la determinación de cenizas (500-550^o) en las variedades de porotos, oscilaron entre 4,58 y 5,34% (b.s.), valores corrientes para semillas en general. En las restantes leguminosas estudiadas los niveles resultaron menores (2,51 y 3,69% (b.s.) para lentejas y garbanzos respectivamente).

El contenido en aceite crudo de extracción (hexano) de las semillas fue bajo, correspondiendo el valor más alto a los garbanzos (5,59% (b.s.)), mientras que en las restantes muestras los extremos fueron 1,03 y 2,15% (b.s.).

Los niveles de nitrógeno de las variedades de Phaseolus fueron muy semejantes entre sí y oscilaron entre 3,69 y 3,99% (b.s.), a excepción del poroto triguito, cuyo contenido fue mayor (4,30% (b.s.)). En las restantes especies los valores resultaron ligeramente superiores y oscilaron entre 3,90 y 4,73% (b.s.).

Como lo señalan numerosos investigadores (1) (8), las leguminosas se caracterizan por sus altos tenores proteicos (18-35%), lo que constituye por si mismo un hecho de significativa importancia. En nuestras muestras, el contenido de proteínas (N total % x 6,25) resultó mayor al 23% llegando en el caso de las lentejas hasta un 29,5% (b.s.).

Sin embargo no sólo es importante destacar el alto contenido en proteínas, sino también en lisina disponible. En las variedades de porotos, los niveles de lisina disponible (expresados como g/16 g de nitrógeno) oscilaron entre 6,71 y 7,47. En un estudio llevado a cabo sobre las harinas de extracción de 49 variedades de soja (Marcos Juárez, Córdoba) (55) se encontraron tenores de lisina disponible que oscilaron entre 5,53 y 6,61 g/16 g de nitrógeno, resultando entonces ligeramente menores a los observados en porotos. En las restantes leguminosas estudiadas, y como se indica en la tabla 11, los contenidos fueron todavía mayores, particularmente en los lentejones, en los cuales alcanzó un valor de 9,08 g/16 g de nitrógeno, valor próximo al de 9,22 obtenido para caseína pura (48).

En las muestras estudiadas sólo se detectaron vestigios de azúcares reductores, mientras que los niveles de azúcares invertibles oscilaron entre 3,23 y 5,94% (en sacarosa, b.s.). Esto puede deberse a los azúcares de la familia de la rafinosa (rafinosa, estaquiosa y verbascosa), no reductores, responsables de la flatulencia tan característica e indeseable de las legumbres (7).

Los contenidos en hidratos de carbono sacarificables (expresados como almidón, b.s.) resultaron elevados y oscilaron entre 44,06-55,26%, habiéndose confirmado la presencia de

almidón por agregado de solución de lugol a una suspensión de muestra en agua (coloración azul). Vemos entonces que las legumbres se destacan por su aporte proteínico (alto contenido en proteínas ricas en lisina) y calórico (altos niveles en hidratos de carbono).

El inhibidor de tripsina es uno de los factores antinutricionales más estudiados en las leguminosas. En nuestro caso, los niveles de inhibidor resultaron mayores en las variedades de porotos respecto de las otras legumbres. Tal como puede observarse en la tabla 10, el valor más alto se registró en el poroto manteca (41,6 UTI/ mg de muestra) y el menor (20,1 UTI/ mg) en el triguito. Mientras que, en las restantes especies los niveles fueron sumamente bajos. En el trabajo llevado a cabo sobre las harinas de extracción de 49 variedades de soja (55), aplicando el mismo método de evaluación, los contenidos en inhibidor de tripsina mostraron gran variabilidad, oscilando entre 37,5 y 100,4 UTI/mg de harina y en prácticamente todos los casos resultaron superiores a los observados en nuestras muestras.

Los contenidos en calcio y fósforo fueron sumamente variables, pero en todas las variedades la relación Ca:P estuvo alejada de 1,5:1-1:1 (proporciones requeridas para una adecuada absorción de estos componentes en infantes y adultos

respectivamente), sobre todo en los lentejones (1:12,5).

Puede observarse también que el fósforo del ácido fítico representó una importante fracción del fósforo total, especialmente en las variedades negro y colorado (79,5 y 86,0% respectivamente). Esto concuerda con las investigaciones de Deshpande y col. (13) quienes detectaron hasta un 40% más de ácido fítico en las variedades de porotos pigmentadas respecto a las blancas.

3.3. Estudios sobre lípidos de porotos de variedades de Phaseolus y de semilla de algunas legumbres

- a) Porotos de variedad de Phaseolus: La tabla 10 registra los rendimientos en lípidos extraíbles por hexano de las seis variedades de porotos de Phaseolus consideradas, habiendo observado cifras muy parejas con valores extremos de 1,14 a 2,15% de aceite crudo (b.s.). Los aceites resultaron de color amarillo, ligeramente pardo, turbios a temperatura ambiente, llegando a producirse un sedimento blancuzco que sólo se disolvía por calentamiento prolongado (el sedimento fue particularmente abundante en el aceite del poroto manteca).

b) La tabla 11 se refiere al caso de lípidos extraíbles por hexano en semilla entera, de las cinco especies de legumbres estudiadas. De su análisis surge que el máximo contenido correspondió al caso de "garbanzos" (5,59% b.s.), muy por encima de los valores registrados para lentejas, arvejas, habas y lentejones, este último grupo muy homogéneo en contenido lipídico (1,03-1,42% (b.s.)).

En la tabla 12 pueden observarse las características físico-químicas de los lípidos de especies de Phaseolus, con bajos valores para índice de saponificación (173,4-179,3) y valores de índice de iodo (136,2-170,5) sensiblemente superiores a los observados en los lípidos de las semillas de legumbres estudiadas (tabla 13, 118,3-126,9). No surgen diferencias significativas, respecto de Phaseolus (tabla 12), para N° de ácido, contenido de insaponificable % y su índice de iodo (vinculado al contenido en escudeno), ácidos grasos % (por saponificación), en esteroides totales y tenores en fósforo lipídico (consecuentemente en fosfolípidos).

Del análisis de estos valores se deduce que los lípidos extraíbles por hexano (solvente no polar) no estarían libres de lípidos polares, sobre todo teniendo en cuenta las cifras registradas para fósforo lipídico y consecuentemente para

fosfolípidos (% de lípidos). Los valores observados para insaponificable % y ácidos grasos totales (% lípidos), luego de la saponificación, justifican las observaciones citadas.

3.3.1. Estudio de la composición acídica de los aceites crudos de las semillas

Las composiciones acídicas de aceites de especies de Phaseolus y de legumbres mostraron como componentes mayores a 16:0, 18:2 y 18:3, y a 18:1 en el caso de las legumbres. Se observó en las especies de Phaseolus una concentración muy superior de 18:3 (máximo para "colorado", 57,7%); en cambio, las concentraciones para 18:2 fueron superiores en las legumbres (máximo para "garbanzo", 36,6%). Consecuentemente los valores de índice de iodo (calculados) para los ácidos totales, fueron muy superiores en los aceites de Phaseolus (153,6-205,0), frente a 108,6-145,3 en aceites de legumbres (valores máximos variedad "colorado" en Phaseolus, 205,0 y "lentejas" en legumbres, 145,3). Surge que respecto de composiciones acídicas, los aceites de semilla de variedades de Phaseolus y de legumbres son fuente significativa de 18:2 y 18:3, ácidos generadores en animales de los ácidos polietilénicos W-3,6,9 y W-6,9, a través de procesos biológicos de deshidrogenación y elongación.

Las informaciones de la literatura sobre composiciones acídicas de estos aceites son muy escasas, quizás debido a que estos granos son de muy bajos tenores lipídicos.

En Phaseolus vulgaris (Kidney bean, California, USA, Korytnyk et al., (56)) mencionan la siguiente composición acídica (C.G.L.): 16:0 (13,4), 18:0 (0,7), 18:1 (8,3), 18:2 (26,9) y 18:3 (50,6), cifras éstas muy próximas a las de valores extremos observados para las variedades de Ph. vulgaris resumidas en la tabla 16. No ocurre lo mismo con la única mención bibliográfica lograda para Ph. lunatus (Lima bean, California, USA, debida a los mismos autores).

Previamente al análisis por C.G.L. de la composición acídica de los aceites, los ésteres metílicos de los ácidos totales se examinaron por espectrofotometría en U.V. a fin de observar la presencia de conjugación preexistente (dienos, trienos y tetraenos.

Los exámenes de ésteres metílicos de ácidos totales en el caso de las legumbres mostraron únicamente absorbencias en trienos conjugados (0,20-0,31%; como β -eleosteárico) y en Phaseolus en dienos (1,26-1,98%, como 9,11 octadecadienoico, en trienos (0,31-0,43%, como β -eleosteárico) y en tetraenos (0,05-0,11%, como β -parinárico) (Tablas 14 y 15) (42).

3.3.2. Estudio sobre composición en esteroides de aceites crudos de variedades de Phaseolus y algunas legumbres

Según se deduce de la observación de las tablas 12 y 13, los contenidos en esteroides totales de estos aceites, determinados por precipitación de digitónidos a partir de insaponificables, fueron elevados, desde que representan alrededor del 50% de los contenidos en insaponificable total. De ahí que se decidiese el estudio de su composición en esteroides particulares en cada caso, observando los resultados mencionados en la tabla 18 para el caso de Phaseolus. Los esteroides señalados fueron reconocidos por sus tiempos de retención (Tr) relativos al de colesterol: campesterol (1,28-1,30). stigmasterol (1,39-1,41), sitosterol (1,58-1,59) y Δ^5 -avenasterol (1,70-1,74) (57). En orden decreciente de concentraciones (% de esteroides totales) se registraron: sitosterol-stigmasterol-campesterol- Δ^5 -avenasterol y colesterol. De este último componente sólo se observaron rastros (0,1-0,2% de esteroides totales). Se destaca no haber registrado pico para Δ^5 -avenasterol entre los esteroides del aceite de la variedad pallares, habiendo observado en este caso rastros.

La tabla 19 resume los resultados logrados sobre esteroides de aceites crudos de las semillas de las legumbres conside-

radas. En orden decreciente de concentraciones se registraron: sitosterol-campesterol-stigmasterol y muy bajas concentraciones para colesterol (vest-0,1%). Ninguna de estas mezclas de esteroides contenía Δ^5 -avenasterol, lo que estableció una diferencia significativa entre los porotos (Phaseolus) y las semillas de legumbres. Sólo en el aceite de semilla de garbanzos se observó presencia de brasicasterol con Tr/Tr colesterol=1,13.

3.4. Estudios sobre harinas residuales de extracción

Sobre estos materiales se determinaron los tenores de humedad, fibra cruda y en lípidos residuales (Folch) con los resultados que se observan en las tablas 20 y 21.

Tanto en Phaseolus como en legumbres los valores de contenido en fibra cruda fueron relativamente bajos y por lo tanto compatibles con los deseables en productos de altos tenores de proteína. Los valores extremos correspondieron a arvejas (1,28% (b.s.)) y habas (9,05% (b.s.)). El bajo contenido de fibra de las arvejas era de esperar por tratarse de arvejas descascaradas, mientras que el elevado de las habas se corresponde con una cascarilla muy gruesa.

Las cifras para lípidos residuales fueron ligeramente mayores en las harinas de las legumbres consideradas (1,25-1,36% (b.s.)) frente a 0,71-1,30% (b.s.) en Phaseolus.

A pesar de los muy bajos rendimientos observados se logró resolver estos lípidos por saponificación en insaponificables y ácidos grasos totales. También fue posible determinar los contenidos en fósforo lipídico, observando siempre cifras sumamente elevadas, superiores a los 2.000 mg de P % lípidos residuales, cifras que transformadas en fosfolípidos señalaron contenidos de estos compuestos entre 51 y 83% sobre lípidos residuales (tablas 22 y 23).

Las tablas 24 y 25 resumen los valores de composiciones acídicas de los lípidos residuales de todas las muestras estudiadas. En el caso de legumbres fueron componentes mayores 16:0 (21,0-23,7%), 18:1 (27,3-37,3%) y 18:2 (27,4-41,3%). Las cifras para 18:3 fueron realmente bajas (vest-5,0%). Fue significativo verificar componentes ácidos en más de C₁₈ (20:0, 20:1, 20:2 y 20:3). Con referencia a 20:3 cabe señalar que se trata de un componente ácido escasamente registrado en aceites vegetales de semilla, lo cual estaría indicando (de tratarse de un ácido W-3,6,9-eicosatrienoico) que en las legumbres existiría una cierta capacidad de elongación del ácido α -linolénico (W-3,6,9-octadecatrienoico).

La simple comparación de las tablas 17 y 25 pone en evidencia notables diferencias entre composiciones acídicas de aceites crudos de extracción y de lípidos residuales.

Del mismo modo la tabla 24 registra los valores de composiciones acídicas de lípidos residuales (Folch) de harinas de variedades de Phaseolus, observando que a diferencia de las legumbres, 18:1 no fue siempre un componente mayor y que asimismo, en estos lípidos residuales de Phaseolus, no se observaron componentes ácidos en más de C_{18} . Así mismo, la comparación de valores de las tablas 16 y 24, pone de relieve las diferencias entre composiciones acídicas de aceites crudos y lípidos residuales en Phaseolus.

Como complemento las figuras 1 a 6 corresponden a los cromatogramas registrados para aceites crudos de extracción de Phaseolus y las figuras 7 a 12 a los de los lípidos residuales de las harinas correspondientes. Del mismo modo se presentan los cromatogramas (figuras 13 a 17) de los ésteres metílicos de aceites crudos de las legumbres consideradas y de los lípidos residuales correspondientes (figuras 18 a 22). En otro grupo de figuras se acompañan los cromatogramas registrados en el análisis de composición de las mezclas particulares de esteroides correspondientes a los distintos aceites crudos estudiados (figuras 23 a 33).

3.5. Efecto del macerado y de la cocción en los niveles de nitrógeno, lisina disponible y taninos

En la tabla 26 se encuentran los resultados obtenidos en las determinaciones de nitrógeno, lisina disponible y taninos para las distintas variedades de porotos crudos.

El mayor contenido de nitrógeno correspondió al poroto triguito (4,30% b.s.) como así también en lisina disponible (2,01% b.s.). En los restantes porotos estudiados los niveles de nitrógeno oscilaron entre 3,69 y 3,99% (b.s.) y los de lisina disponible entre 1,64 y 1,78% (b.s.).

El contenido de taninos de poroto seco ha sido determinado por diferentes autores y distintos métodos, siendo las formas de expresión más frecuentes como catequina o ácido tánico equivalentes (21). Sin embargo existe mucha confusión en la interpretación de los resultados y ello es debido, fundamentalmente, a que cada método es específico para un dado grupo de polifenoles y, por otro lado, las distintas técnicas de extracción y el tratamiento de las muestras influyen sobre los valores analíticos (19). Debe tenerse en cuenta además, que factores tales como: año de cosecha, condiciones durante el crecimiento, almacenamiento, etc., influyen en el contenido de

taninos (58). Podemos concluir entonces que las comparaciones cuantitativas de nuestros resultados con los presentes en bibliografía son prácticamente imposibles.

Los niveles de taninos, en los porotos, oscilaron entre 25,65 mg ác. tánico/ g muestra (b.s.) para el pallares y 45,90 para el alubia. Tanto el poroto negro como el colorado presentaron niveles ligeramente menores (39,16 y 42,24 mg ác. tánico/ g (b.s.) respectivamente).

Ma y Bliss (59) al igual que Bressani y col. (8), aplicando el método vainillina-HCl, sólo encontraron cantidades apreciables de taninos en las variedades pigmentadas de porotos del género Phaseolus, mientras que no detectaron presencia de taninos en las variedades blancas. Por otro lado, Deshpande y Col. (13) no encontraron una relación directa entre el contenido de polifenoles en porotos y la intensidad de color de los mismos. Algunos investigadores han señalado que la presencia de taninos y otros pigmentos está genéticamente controlada, indicando que podrían obtenerse porotos con cascarillas coloreadas y bajos contenidos de polifenoles mediante una adecuada selección e hibridización, pues los genes que determinan bajos niveles de taninos son dominantes (59).

Nosotros utilizamos el método espectrométrico indirecto, por su mayor sensibilidad y reproducibilidad frente al de

vainillina-HCl para muestras de semillas de leguminosas (52). Además, debe tenerse en cuenta que el método espectrométrico indirecto se basa en la propiedad ya señalada de los taninos de precipitar proteínas, que como dijimos, está directamente relacionada con su carácter antinutricional. Por aplicación de este método no se encontró relación entre el contenido de taninos y color de las cascarillas, correspondiendo a su vez el valor más alto a un poroto blanco (alubia).

En la tabla 27 se encuentran los resultados obtenidos en las determinaciones de nitrógeno, lisina disponible y taninos en las restantes legumbres.

Los niveles de nitrógeno variaron entre 3,90 y 4,73% (b.s.), mientras que los de lisina disponible entre 1,92 y 2,46% (b.s.), correspondiendo en ambos casos el valor más alto a los garbanzos.

Con respecto al contenido de taninos resultó muy semejante en todas las muestras (35,84-39,00 mg ác. tánico/ g b.s.) a excepción de las arvejas descascaradas (27,02 mg ác. tánico/ g b.s.). Recordemos que los polifenoles se encuentran localizados fundamentalmente en las cascarillas, por lo tanto su remoción física conduce a una marcada disminución en el contenido de taninos (13).

La mayoría de los métodos de evaluación de taninos se han desarrollado para granos de sorgo. Los híbridos de sorgo

poseen un elevado contenido en polifenoles a fin de evitar la depredación de los cultivos por acción de los pájaros, minimizando de esta manera las pérdidas anuales. Así mismo su presencia está aparentemente asociada a una disminución de la susceptibilidad de los granos a la germinación antes de la cosecha y con un menor enmohecimiento de la semilla. Agulló y col. (51) han evaluado el contenido de taninos en sorgos por el método espectrométrico indirecto. Los valores obtenidos en las distintas variedades comerciales oscilaron entre 0,18 y 2,28 mg ác. tánico/100 mg de sorgo. Como vemos resultan mucho menores a los encontrados, por aplicación del mismo método, en las leguminosas por nosotros estudiadas.

Como se indicó en la sección 2, las muestras maceradas y las cocidas fueron liofilizadas, envasadas al vacío y almacenadas a -26° hasta su utilización. Se observaron en todos los casos pérdidas de material soluble a los líquidos de maceración y cocción. Los mismos fueron liofilizados para su posterior estudio, pero resultaron sumamente higroscópicos, siendo imposible trabajar con ellos.

Con el fin de poder comparar los valores obtenidos (taninos, lisina disponible y nitrógeno) sobre muestras maceradas y cocidas respecto de las crudas, los resultados se refieren a la masa de muestra original y expresan en base seca.

Los niveles de taninos en los porotos macerados (tabla 28), oscilaron entre 31,31 y 36,97 mg ác. tánico/ g de muestra (b.s.), a excepción del alubia cuyo contenido fue mayor (47,33 mg ác. tánico/ g (b.s.)). Los tenores de nitrógeno estuvieron comprendidos entre 3,28 y 3,96% (b.s.) y los de lisina disponible entre 1,44 y 1,69% (b.s.).

En las restantes legumbres (tabla 29) los niveles de taninos resultaron semejantes a los de los porotos (30,02-35,62 mg ác. tánico/ g (b.s.)), salvo las lentejas cuyo contenido fue mayor (43,47 mg ác. tánico/ g (b.s.)). Los tenores de nitrógeno variaron entre 3,56 y 4,17% (b.s.) y los de lisina disponible entre 1,73 y 2,24% (b.s.).

Finalmente, en las muestras cocidas (tablas 30 y 31) los niveles de taninos estuvieron comprendidos entre 24,71 y 48,14 mg ác. tánico/g (b.s.), con mayor frecuencia de valores entre 30,29-35,22 mg ác. tánico/g; los de nitrógeno entre 3,25 y 3,88% (b.s.) y los de lisina disponible entre 1,44 y 1,71% (b.s.).

El estudio estadístico se realizó mediante la determinación de la media, desviación estandar y error estandar para cada uno de los parámetros estudiados en las distintas muestras. Se empleó un análisis de varianza de clasificación de una entrada, para establecer en cada grupo y parámetro, si existía diferencia significativa en por lo menos un par de observaciones.

Luego se compararon las variantes maceradas y cocidas con crudas mediante el test Dunnett (60). Finalmente se comparó maceradas con cocidas en cada especie mediante el test "t" de Student (61).

Los resultados se encuentran en las tablas 32 a 34.

Sathe y Salunkhe (33) y Deshpande y col. (62) observaron que el remojado de porotos en agua y en distintas soluciones salinas conduce a una disminución en el contenido de taninos, que resultará mayor cuanto mayor sea a su vez el tiempo de maceración. Otros investigadores (30) (63) consideran que esa pérdida de polifenoles, en parte, es "aparente", debida a la migración de taninos desde las cascarillas hacia los cotiledones y unión de los mismos a proteínas. Como consecuencia de esa interacción taninos-proteínas los polifenoles no serían detectados por los métodos usuales de evaluación. Aw y Swanson (64), observaron al trabajar con poroto negro (Ph. vulgaris) que el remojado en agua previo a la cocción conducía a una marcada disminución en la digestibilidad, atribuida a la interacción de los polifenoles con proteínas.

En la tabla 32 se observan los resultados correspondientes al contenido de taninos en las muestras estudiadas. Tanto para los porotos colorado y negro, como en las habas, se observó una disminución significativa ($P < 0,01$) en los niveles de

taninos luego de la maceración (entre 17 y 26%). Para estas tres muestras los líquidos de remojo resultaron intensamente coloreados. Mientras tanto, en los porotos pallares, triguito y manteca, al igual que lentejas y arvejas, se observó un aumento (entre 15 y 25%) en los niveles de taninos ($P < 0,01$); en tanto que en el poroto alubia, garbanzos y lentejones, no se registraron variaciones.

Vemos, que a diferencia de lo que muchos investigadores han señalado, no se encontró un comportamiento homogéneo en las muestras estudiadas por efecto de la maceración. Puede suponerse que durante el remojo en agua de las legumbres, ocurren fenómenos tales como: pérdida de taninos solubles en agua, migración de polifenoles hacia los cotiledones y unión de los mismos a proteínas y como consecuencia cambios en su solubilidad en el solvente de extracción o en su reactividad química. Cada uno de estos procesos podría tener lugar con diferente intensidad, dependiendo del tipo y cantidad de taninos presentes. El aumento observado en algunos casos se atribuye a pérdidas de otros materiales solubles en el medio, entre ellos posiblemente hidratos de carbono y compuestos nitrogenados. En la tabla 33 puede verse que en las muestras maceradas hubo disminución significativa del contenido de nitrógeno ($P < 0,01$). Hubo también disminución significativa en los niveles de lisina

disponible (tabla 34) (a excepción del poroto alubia y las habas para los cuales no se registraron variaciones), particularmente importante en el poroto triguito y en las arvejas, en los que llegó a ser de un 20%. Esta disminución puede deberse a diferentes factores tales como: pérdida de compuestos nitrogenados ricos en lisina en el agua de remojado e interacción de los taninos que migran hacia los cotiledones con grupos ϵ -amino de la lisina lo que disminuiría su disponibilidad.

Numerosos investigadores han señalado que la cocción conduce a una disminución en el contenido de taninos en porotos, que oscila entre el 37 y 77% (20) (63). También se considera en este caso que la disminución, por lo menos en parte, es "aparente", como lo indican los resultados obtenidos por Bressani y col. (8) (12). Estos autores trabajaron con porotos blancos, negros y colorados, comprobando que luego de la cocción, los mismos retenían entre un 40 y un 65% de los taninos, mientras que menos de un 20% se detectaba en los líquidos residuales. Nuevamente se plantea la posibilidad de una interacción taninos-proteínas y como consecuencia cambios de solubilidad y reactividad química de los polifenoles, por lo que no serían detectados por métodos usuales de evaluación. Se considera poco probable que durante la cocción se produzca destrucción térmica de

los taninos.

En la tabla 32 se encuentran los niveles de taninos en las muestras crudas, maceradas y maceradas y cocidas. Vemos que luego de la cocción se produjo una disminución en los contenidos de polifenoles en los porotos pallares, triguito y alubia y en las lentejas, lentejones y arvejas, que osciló entre 20 y 30%. En cambio, en los porotos negro, colorado y manteca, al igual que en los garbanzos, no se registraron variaciones en los niveles de taninos respecto de las muestras maceradas. La única excepción la constituyen las habas, en las cuales hubo un aumento de taninos de aproximadamente un 60%.

Vemos entonces que por efecto de la cocción tampoco se observó un comportamiento homogéneo de las muestras. En principio podemos suponer que se produjeron pérdidas de taninos en los líquidos de cocción e interacción de polifenoles con proteínas, lo que explicaría las disminuciones observadas, siendo atribuidos los aumentos a solubilización de otros materiales en el medio.

Las pérdidas de compuestos nitrogenados luego de la maceración y cocción osciló entre 10-15% para la mayoría de las muestras, resultando de alrededor de un 22% para habas y arvejas. De todos modos los contenidos en proteína ($N \times 6,25$) continúan siendo elevados y oscilan entre 20,31 y 24,25 % (b.s.).

En los porotos colorado, negro, manteca y alubia no se observó variación en los niveles de lisina disponible, si comparamos los resultados obtenidos en las muestras maceradas con los correspondientes en las maceradas y cocidas. En las restantes leguminosas (habas, lentejas, lentejones, garbanzos y arvejas), luego de la cocción, los tenores de lisina disponible disminuyeron entre 9-34%. Como ya hemos señalado antes, esa disminución puede deberse a la pérdida de compuestos nitrogenados ricos en lisina en el líquido de cocción y al tratamiento térmico en sí, que puede conducir a una menor disponibilidad de este aminoácido. Llama la atención el comportamiento de los porotos pallares y triguito en los cuales hubo un aumento significativo en el contenido de lisina disponible, no encontrándose una justificación a este fenómeno.

RESUMEN Y CONCLUSIONES

Las leguminosas han sido uno de los primeros cultivos comestibles practicados por el hombre. Durante mucho tiempo se las ha considerado como un alimento "inferior" desde el punto de vista social. Sin embargo, en zonas de alto consumo, proporcionan un importante aporte calórico, proteico y en otros nutrientes como vitaminas y minerales. Con tal motivo el presente trabajo se desarrolló sobre diferentes especies de la familia Leguminosae: habas (Vicia faba), lentejas (Lens culinaris Medick, subespec. microspermae (Baumg) Barul), arvejas descascaradas (Pisum sativum), garbanzos (Cicer arietinum), porotos (Phaseolus vulgaris) triguito, colorado, negro y alubia y porotos (Ph. lunatus) pallares y manteca, de producción nacional, y lentejones (Lens culinaris Medick, subespec. macrospermae (Baumg) Barul) de origen chileno.

Se realizó un estudio comparativo de la composición química general (agua, cenizas, fibra cruda, nitrógeno total, proteína cruda, calcio, fósforo total, fósforo de ácido fítico, azúcares, almidón y lípidos), inhibidor de tripsina y taninos, encontrándose:

- 1) Que los contenidos acuosos resultaron muy semejantes en todas las muestras y oscilaron entre 11,63 y 15,29%.
- 2) Que el contenido en aceite crudo de extracción (hexano) de las semillas resultó bajo, correspondiendo el valor más alto a los garbanzos (5,59% (b.s.)), mientras que en las restantes muestras osciló entre 1,03 y 2,15% (b.s.).
- 3) Que los contenidos en materias minerales (cenizas %) en los porotos oscilaron entre 4,58 y 5,34% (b.s.), valores corrientes para semillas en general, mientras que en las restantes legumbres estudiadas resultaron menores (2,51 y 3,69% (b.s.)).
- 4) Que los niveles de nitrógeno oscilaron entre 3,69 y 4,73% (b.s.) y por lo tanto, los correspondientes niveles de proteína cruda resultaron superiores al 23%, alcanzando un valor máximo de 29,5% (b.s.) en los lentejones.
- 5) Que las leguminosas no sólo se destacan por sus altos tenores proteicos, sino también por su aporte en lisina disponible que oscila entre 6,71 y 7,47 g/16 g de nitrógeno en los porotos y resulta todavía mayor en las restantes legumbres,

en las cuales los valores oscilaron entre 7,33 y 9,08 g/16 g de nitrógeno. Los niveles resultan superiores, en todos los casos, a los observados en harinas de extracción (hexano) de semilla de soja (49 variedades de producción nacional) cuyos contenidos extremos fueron 5,53 y 6,61 g/16 g de nitrógeno). Ello justifica el impacto suplementario que tienen sobre dietas consistentes de granos de cereales y alimentos farináceos, deficientes en lisina pero ricos en aminoácidos azufrados.

- 6) Que las muestras contienen sólo vestigios de azúcares reductores, bajos niveles de azúcares invertibles (3,23-5,94%, como sac. (b.s.)) y altos valores para hidratos de carbono sacarificables (44,06-55,26%, como almidón, (b.s.)); habiendo siempre comprobado la presencia de almidón (reacción de lugol).

Por lo tanto las leguminosas se destacan por su aporte proteínico (proteínas ricas en lisina) y calórico.

- 7) Que los contenidos de calcio variaron entre 70,1 y 155,5 mg Ca % g (b.s.) y los de fósforo entre 300 y 993 mg P % g (b.s.) y que en todos los casos la relación Ca:P resultó alejada de 1,5:1-1:1 (proporciones requeridas para una ade-

cuada absorción de estos componentes en infantes y adultos), oscilando entre 0,08 y 0,51.

- 8) Que los contenidos de fósforo de ácido fítico en las variedades blancas de porotos oscilaron entre 95,2 y 241,5 mg P % g (b.s.), siendo significativamente mayores en las variedades pigmentadas (422,1 y 438,5 mg P % g (b.s.), valores que representan alrededor de un 80% del fósforo total). En las restantes leguminosas los valores extremos fueron 59,7 y 259,5 mg P % g (b.s.) correspondiendo al 6,0 y 54,6% del fósforo total, respectivamente.
- 9) Que los niveles de inhibidor de tripsina en los porotos oscilaron entre 20,1 y 41,6 UTI/ mg de muestra (b.s.), mientras que en las restantes legumbres los mismos fueron significativamente menores (2,2 y 12,0 UTI/mg muestra (b.s.)). En todos los casos los valores resultaron inferiores a los observados en harinas de extracción (hexano) de semilla de soja (49 variedades de producción nacional) en las cuales los extremos fueron 37,5 y 100,4 UTI/mg de harina.

- 10) Que los niveles de taninos en las muestras resultaron elevados, superiores inclusive a los observados en las variedades comerciales de semillas de sorgo resistentes a los pájaros (altos contenidos en polifenoles), y oscilaron entre 25,65 y 45,90 mg de ácido tánico/g de muestra (b.s.). No se encontró relación entre color de las cascarrillas y contenido de taninos.

A pesar de los bajos rendimientos en aceites crudos (hexano) se procedió a llevar a cabo su estudio, como el de las harinas de extracción correspondientes, observándose:

- 1) Que los índices de iodo de los lípidos de Phaseolus (136,2-170,5) resultaron sensiblemente superiores a los observados en los lípidos análogos de las semillas de las leguminosas estudiadas (118,3-126,9). No surgen diferencias significativas para nº de ácido, contenido de insaponificable % y su índice de iodo, ácidos grasos % (por saponificación), esteroides totales y tenores en fósforo lipídico y consecuentemente en fosfolípidos.
- 2) Que los lípidos extraíbles por hexano (solvente no polar),

no estarían libres de lípidos polares, tal como lo indican los altos tenores para fósforo lipídico y los valores observados para insaponificable % y ácidos grasos totales (% lípidos).

- 3) Que las composiciones acídicas de aceites de especies de Phaseolus y de legumbres mostraron como componentes mayores a 16:0, 18:2 y 18:3, y a 18:1 en el caso de legumbres. En las de Phaseolus la concentración de 18:3 resultó muy superior (máx. para "colorado", 57,7%); en cambio, las concentraciones para 18:2 fueron superiores en las legumbres (máx. para "garbanzos", 56,6%). Por lo tanto las muestras son fuente significativa de 18:2 y 18:3, ácidos generadores en animales de los ácidos polietilénicos W-3,6,9 y W-6,9, a través de procesos biológicos de deshidrogenación y elongación.
- 4) Que los exámenes de ésteres metílicos de ácidos totales por espectrofotometría en U.V. mostraron, en el caso de las legumbres, únicamente absorencias en trienos conjugados (0,20-0,31%, como β -eleosteárico) y en Phaseolus en dienos (1,26-1,98%, como 9,11 octedecadienoico), en trienos (0,31-0,43 %,

como β -eleosteárico) y en tetraenos (0,05-0,11%, como β -parinárico).

- 5) Que los contenidos en esteroides totales de los aceites resultaron elevados y representan el 50% de los correspondientes insaponificables de los Phaseolus; los esteroides identificados (en orden decreciente de concentraciones) fueron: sitosterol-stigmasterol-campesterol- Δ^5 -avenasterol y colesterol (no se registró Δ^5 avenasterol en los esteroides de la variedad pallares). Mientras que sobre esteroides de los aceites crudos de las restantes semillas, en orden decreciente de concentraciones se registraron: sitosterol-campesterol-stigmasterol y muy bajas concentraciones para colesterol. La ausencia de Δ^5 avenasterol estableció una diferencia significativa con respecto a porotos.
- 6) Que los contenidos de fibra cruda de las harinas de extracción (hexano) fueron bajos y por lo tanto compatibles con los deseables en productos de altos tenores proteicos.
- 7) Que las cifras para lípidos residuales (extraíbles por mezcla ternaria) fueron ligeramente mayores en las harinas de

extracción (hexano) de las legumbres consideradas (1,25-1,36% (b.s.) frente a 0,71-1,30% (b.s.s) en Phaseolus.

- 8) Que del estudio de las composiciones acídicas de los lípidos residuales se registró como componentes mayoritarios en las legumbres: 16:0, 18:1 y 18:2, mientras que las cifras para 18:3 fueron realmente bajas, verificando la presencia de componentes ácidos en más de C_{18} (20:0, 20:1, 20:2 y 20:3). Respecto a Phaseolus, 18:1 no fue siempre un componente mayor y en estos lípidos residuales no se observaron componentes acídicos en más de C_{18} .

Resultaron particularmente de interés las evaluaciones de nitrógeno, lisina disponible y taninos en muestras macedas y cocidas a fin de poder establecer los efectos de estas etapas de procesamiento y su mayor o menor significancia, encontrándose:

- 1) Que los niveles de taninos en las semillas maceradas resultaron elevados y oscilaron entre 30,02 y 47,33 mg ácido tánico/ g muestra (b.s.). Se observó que el efecto del remojo en agua durante 24 horas es sumamente variable en las especies estudiadas. Si se comparan los niveles de

taninos en las muestras maceradas respecto de las crudas se observa:

- Disminución significativa ($P < 0,01$) del contenido de polifenoles en los porotos negro y colorado y en las habas, que osciló entre un 17 y un 26%. La misma podría deberse en parte a la pérdida, en el líquido de maceración, de taninos solubles. También se plantea la posibilidad de una migración de polifenoles desde las cascarillas hacia los cotiledones y unión de los mismos a compuestos orgánicos tales como proteínas y como consecuencia de esa interacción podría tener lugar un cambio en la solubilidad o reactividad química de los taninos, por lo que no serían detectados por los métodos usuales de evaluación.

La pérdida "real" al líquido de remojo no pudo establecerse dada la gran higroscopicidad del material resultante.

- Aumento significativo ($P < 0,01$) en el contenido de taninos en los porotos pallares, triguito y manteca, al igual que en las lentejas y arvejas. El mismo, por lo menos en parte, puede atribuirse a la pérdida de otros materiales solubles en el medio.
- No se observó variación en los niveles de taninos en las restantes muestras estudiadas.

- 2) Que en las muestras maceradas hay disminución significativa del contenido de nitrógeno ($P < 0,01$) debida a la pérdida de compuestos nitrogenados solubles al líquido de remojado.
- 3) Que en las muestras maceradas hay disminución de los tenores de lisina disponible (a excepción del poroto alubia y habas en los cuales no hubo variación). La misma podría atribuirse a la pérdida de compuestos nitrogenados ricos en lisina al líquido de remojado o deberse a la migración de taninos desde las cascarillas hacia los cotiledones, ya que su interacción con proteínas podría producirse a través de los grupos ϵ -amino de la lisina, disminuyendo así su disponibilidad.
- 4) Que si se comparan los niveles de taninos en las muestras maceradas y cocidas respecto de las maceradas surge:
 - Disminución significativa en el contenido de polifenoles en los porotos pallares, triguito y alubia y en las lentejas, lentejones y arvejas, que oscilan entre un 20 y 30%. La misma podría deberse a la pérdida de taninos en el líquido de cocción, o a su interacción con compuestos orgánicos, tales como proteínas, por lo que no serían detectados por el método de evaluación.

- No se observó variación en el contenido de polifenoles en las restantes muestras, a excepción de las habas en las cuales aumentó. Esto podría atribuirse a la solubilización de otros materiales en el medio de cocción.
- 5) Que si se comparan los niveles de nitrógeno en las muestras cocidas respecto de las maceradas se observa:
- Disminución significativa en el contenido de nitrógeno en los porotos alubia y manteca y en las lentejas, lentejones y arvejas. De todos modos los niveles de proteína (Nx6,25) se mantienen elevados y oscilan entre 20,31 y 24,25% (b.s.).
 - En las restantes muestras no hubo variaciones en el contenido de nitrógeno luego de la cocción.
- 6) Que en los porotos colorado, manteca y alubia no se registró variación en los niveles de lisina disponible luego de la cocción, mientras que en las legumbres (habas, lentejas, lentejones, garbanzos y arvejas) los mismos disminuyeron entre 9 y 34%. Esa disminución se atribuye a la pérdida de compuestos nitrogenados ricos en lisina al medio de cocción, a la interacción taninos-proteínas (bloqueo de los grupos ϵ -amino de la lisina) pudiendo haber disminución en

en la disponibilidad de lisina por efecto del tratamiento térmico.

Un comportamiento totalmente opuesto se observó para el caso de los porotos triguito y pallares, no encontrándose una adecuada justificación a este fenómeno.

- 7) Puede señalarse que las semillas maceradas en agua y cocidas (prácticas caseras para su consumo), a pesar de las pérdidas en compuestos nitrogenados y lisina, siguen representando una fuente de proteínas y lisina disponible de significativa importancia. Sin embargo cabe resaltar los altos contenidos de taninos (24,71-48,14 mg ác. tánico/ g de muestra (b.s.)) aún después de estos tratamientos.

TABLAS Y FIGURAS

Tabla 1: Producción nacional de poroto seco. Totales del país (Tn).

Cosecha

	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83
Alubia	102.856	193.200	85.363	95.383	145.200	152.600
Negro	11.100	23.110	45.220	107.650	73.250	36.600
Colorado	-	-	3.108	-	23.400	16.200
Manteca	1.860	3.300	2.272	2.725	3.780	2.500
Pallares	1.000	2.800	2.849	1.090	1.490	2.700
Bollita	9.150	1.470	13	75	160	710
Otros	7.034	11.120	1.275	17.077	6.720	5.490

Tabla 2: Producción nacional de poroto seco (82/83). Por variedad y por provincia.

	Total General	Alubia	Negro	Colorado	Manteca	Pallares	Bolita	Otros
Catamarca	1.950	1.200	450	300	-	-	-	-
Córdoba	6.100	400	-	-	2.470	2.280	710	240
Formosa	470	250	-	-	30	-	-	190
Jujuy	13.200	12.800	150	250	-	-	-	-
Mendoza	2.500	-	-	-	-	-	-	2.500
Misiones	1.500	-	-	-	-	-	-	1.500
Salta	128.400	110.000	11.350	5.850	-	420	-	780
San Juan	230	-	-	-	-	-	-	230
San Luis	50	-	-	-	-	-	-	50
Santiago del Estero	47.900	19.150	19.650	9.100	-	-	-	-
Tucumán	14.200	8.500	5.000	700	-	-	-	-
Total	216.500	152.300	36.600	16.200	2.500	2.700	710	5.490
%	100,0	70,3	16,9	7,5	1,2	1,3	0,3	2,5

Tabla 3: Producción nacional de poroto seco. Totales por provincia.

	Cosecha					
	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83
Buenos Aires	60	60	80	75	-	-
Catamarca	500	1.700	1.900	3.200	2.400	1.950
Córdoba	3.700	7.000	4.400	5.500	5.400	6.100
Chaco	-	20	-	-	-	-
Formosa	150	380	420	220	400	470
Jujuy	3.000	6.000	9.400	9.700	7.300	13.200
Mendoza	160	230	140	2.000	2.600	2.500
Misiones	940	1.040	3.200	2.740	2.470	1.500
Salta	9.100	14.300	98.100	125.600	157.800	128.400
San Juan	250	220	100	114	270	230
San Luis	40	50	60	51	60	50
Santiago del Estero	19.200	48.000	22.200	49.900	59.000	47.900
Tucumán	14.000	27.300	6.000	25.400	16.500	14.200
Totales	133.000	235.000	146.000	229.000	254.000	216.500

Tabla 4: Producción nacional de arveja seca. Totales por provincia
(Tn).

Cosecha

	79/80	80/81	81/82	82/83	83/84	84/85	85/86
Buenos Aires	12.000	9.770	4.500	9.250	5.700	10.300	4.300
Chaco	100	90	55	-	-	-	-
Jujuy	-	-	-	-	-	-	400
Mendoza	30	29	58	32	80	80	80
Salta	20	16	14	91	112	400	300
Santa Fe	6.100	4.200	3.780	3.300	1.400	1.800	1.800
Tucumán	350	345	343	327	308	320	420
Totales	18.600	14.450	8.750	13.000	7.600	12.900	7.300

Tabla 5: Producción nacional de habas secas.
Totales por provincia (Tn).

	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82
Bs.As.	1.000	930	1.900	1.160	3.900
Chubut	-	-	20	14	-
Jujuy	1.200	930	810	780	770
Mendoza	700	500	330	320	360
Salta	200	210	200	186	180
San Juan	390	370	360	770	440
Santa Fe	40	60	80	70	50
Tucumán	70	-	-	-	-
Totales	3.600	3.000	3.700	3.300	5.700

Tabla 6: Producción nacional de lenteja seca.
Totales por provincia (Tn).

	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83
Bs.As.	10.300	5.800	6.000	16.000	1.300	1.500
Catamarca	-	130	210	120	-	-
Córdoba	120	170	110	-	50	-
Santa Fe	29.400	6.300	10.400	11.550	12.500	5.000
Tucumán	180	-	80	100	50	50
Totales	40.000	12.400	16.800	13.370	13.900	6.550

Tabla 7: Producción nacional de garbanzo seco.
Totales por provincia (Tn).

	77/78	78/79	79/80	80/81	81/82	82/83
Córdoba	300	240	250	150	90	200
Jujuy	180	120	180	160	35	160
Salta	4.960	2.340	2.960	2.400	441	740
Santiago del Estero	-	-	730	730	687	600
Tucumán	60	-	280	460	77	-
Totales	5.500	2.700	4.400	3.900	1.330	1.700

Tabla 8: Características de las semillas de variedades de porotos del género

Phaseolus.

	Manteca	Alubia	Pallares	Negro	Triguito	Colorado
Peso medio (g)	0,46	0,51	0,92	0,22	0,21	0,43
Peso por hectolitro (kg/hl)	-	-	-	78,1	78,0	73,9
Largo medio (cm)	1,30	1,54	1,77	0,97	1,03	1,32
Ancho medio (cm)	0,97	0,71	1,17	0,66	0,64	0,71
Color	Amarillento	Blanco-marfil	Blanco-marfil	Negro	Blanco-marfil	Rojo vinoso

Tabla 9: Características de las semillas de algunas legumbres.

	Lentejas	Arvejas	Habas	Garbanzos	Lentejones
Peso medio (g)	0,04	0,06	1,86	0,43	0,07
Peso por hectolitro (kg/hl)	71,2	78,1	-	-	77,8
Largo medio (cm)	-	-	2,38	-	-
Ancho medio (cm)	-	-	1,55	-	-
Diámetro medio (cm)	0,50	0,50	-	0,89	0,61

Tabla 10: Composición general de las semillas de variedades de porotos del género Phaseolus.

	Manteca	Alubia	Pallares	Negro	Triguito	Colorado
Humedad %	12,49	12,74	12,00	15,29	11,63	13,06
Cenizas % (b.s.)	5,34	4,58	4,60	5,28	5,46	4,36
Nitrógeno % (b.s.)	3,97	3,76	3,69	3,90	4,30	3,99
Proteína cruda (Nx6,25) (b.s.)	24,8	23,5	23,1	24,4	26,9	24,9
Aceite crudo % (b.s.)	1,30	1,51	2,15	1,88	1,49	1,14
Azúcares reductores % (en glucosa; b.s.)	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.
Azúcares invertibles % (en sacarosa; b.s.)	3,28	4,09	5,94	3,95	4,06	5,68
Hidratos de carbono sacarificables % (en almidón; b.s.)	53,40	54,61	44,06	49,03	49,14	52,25
Reacción de almidón	+	+	+	+	+	+
Lisina disponible (g/16gN)	6,99	7,31	7,44	6,71	7,47	7,13
Actividad antitriptica (UTI/mg muestra)	41,6	16,7	21,7	29,7	20,1	36,1
Calcio (mg Ca % g; b.s.)	70,1	121,7	108,9	123,6	148,7	105,1
Fósforo total (mg P % g; b.s.)	376,2	451,7	440,3	490,7	565,5	551,8
Fósforo de ácido fítico(mg P % g;b.s.)	95,5	95,2	241,5	438,5	183,7	422,1
Relación Calcio/Fósforo total	0,19	0,27	0,25	0,25	0,26	0,19
P ác. fítico/ P total	24,5	21,1	54,8	79,5	32,5	86,0

Tabla 11: Composición general de las semillas de algunas legumbres.

	Lentejas	Arvejas	Habas	Carbanzos	Lentejones
Humedad %	12,68	14,05	13,36	11,87	12,29
Cenizas % (b.s.)	3,13	3,28	3,32	3,69	2,51
Nitrógeno % (b.s.)	4,73	4,70	4,49	3,90	4,33
Proteína cruda (Nx6,25) (b.s.)	29,5	29,4	28,1	24,4	27,1
Aceite crudo % (b.s.)	1,42	1,41	1,40	5,59	1,03
Azúcares reductores % (en glucosa;b.s.)	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.
Azúcares invertibles % (en sacarosa; b.s.)	3,23	5,23	4,48	4,62	3,32
Hidratos de carbono sacarificables % (en almidón; b.s.)	52,22	55,26	48,38	51,89	55,23
Reacción de almidón	+	+	+	+	+
Lisina disponible (g/16 g N)	8,18	8,15	7,33	7,89	9,08
Actividad antitriptica (UTI/mg muestra)	5,3	2,6	4,3	12,0	2,2
Calcio (mg Ca % g; b.s.)	95,2	73,7	153,9	155,5	74,8
Fósforo total (mg P % g; b.s.)	474,9	543,0	299,9	762,7	993,2
Fósforo de ácido fítico (mg P % g; b.s.)	259,5	125,9	76,1	76,1	59,7
Relación Calcio/Fósforo total	0,20	0,14	0,51	0,20	0,08
P ácido fítico/ P total x 100	54,6	23,2	25,4	10,0	6,0

Tabla 12: Aceites crudos de extracción (hexano) de semillas de variedades de porotos del género Phaseolus. Características físico-químicas.

	Manteca	Alubia	Pallares	Negro	Triguito	Colorado
Índice de refracción (25°)	1,4810	1,4832	1,4809	1,4820	1,4832	1,4860
Índice de saponificación	173,5	178,7	176,0	179,3	173,4	176,7
Índice de yodo (Wijs)	136,2	170,5	155,4	158,7	165,8	166,2
Nº de ácido (mg KOH/g)	15,2	18,2	12,5	12,4	7,5	20,2
Insaponificable %	12,26	8,41	7,95	7,95	9,32	10,58
Índice de yodo del Insaponificable	116,5	107,2	93,0	110,7	112,3	107,7
Ácidos totales % (por saponificación)	76,23	80,50	69,37	77,40	72,04	65,08
Fósforo lipídico (mg P % g)	513,9	557,2	504,1	558,8	521,4	732,4
Fosfolípidos (P % x 25)	12,83	13,93	12,60	13,97	13,03	18,31
Esteroles totales (% como sitósterol)	7,27	4,19	3,62	3,49	4,62	5,41
Reacción bromada de Halphen (ácidos polietilénicos)	+	+	+	+	+	+
Reacción de Halphen (ácidos ciclopropénicos)	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.

Tabla 13: Aceites crudos de extracción (hexano) de semillas de algunas legumbres.
 Características físico-químicas.

	Lentejas	Arvejas	Habas	Carbanzos	Lentejones
Índice de refracción (25 °)	1,4789	1,4793	1,4771	1,4743	1,4798
Índice de saponificación	171,2	181,6	172,3	178,8	164,5
Índice de yodo (Wijs)	126,9	120,9	119,1	118,3	121,4
Nº de ácido (mg KOH/ g)	18,45	23,34	10,96	10,65	13,88
Insaponificable %	9,55	8,51	8,88	3,68	11,05
Índice de yodo del insaponificable	92,2	101,2	85,6	102,7	94,4
Ácidos totales % (por saponificación)	77,95	76,68	76,69	86,90	70,96
Fósforo lipídico (mg P % g)	588,9	828,6	452,8	223,0	993,2
Fosfolípidos (P % x 25)	14,7	20,7	11,3	5,6	24,8
Esteroles totales (% como sitosterol)	5,65	4,84	5,66	1,35	6,13
Reacción bromada de Halphen (ác. polietilénicos)	+	+	+	+	+
Reacción de Halphen (ác. ciclopropénicos)	neg.	neg.	neg.	neg.	neg.

Tabla 14: Aceites crudos de extracción (hexano) de semillas de variedades de porotos del género Phaseolus. Dienos, trienos y tetraenos conjugados.

	Manteca	Alubia	Pallares	Negro	Triguito	Colorado
Dienos conjugados % ésteres metilícos (como 9,11 octadecadienoico)	1,46	1,53	1,83	1,26	1,42	1,98
Trienos conjugados % ésteres metilícos (como β -eleosteárico)	0,43	0,24	0,31	0,31	0,43	0,26
Tetraenos conjugados % ésteres metilícos (como β -parinárico)	0,10	0,05	0,11	0,08	0,12	0,06

Tabla 15: Aceites crudos de extracción (hexano) de semillas de algunas legumbres.
Dienos, trienos y tetraenos conjugados.

	Lentejas	Arvejas	Habas	Garbanzos	Lentejones
Dienos conjugados % Ésteres metilícos (como 9,11 octadecadienoico)	-	-	-	-	-
Trienos conjugados % Ésteres metilícos (como β -eleosteárico)	0,20	0,24	0,17	0,23	0,31
Tetraenos conjugados % Ésteres metilícos (como β -perinárico)	-	-	-	-	-

Tabla 16: Aceites crudos de extracción (hexano) de semillas de variedades de porotos del género Phaseolus.

Composición acídica (Ácidos grasos % de ácidos grasos totales.

	Manteca	Alubia	Pallares	Negro	Triguito	Colorado
<u>12:0</u>	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.
<u>14:0</u>	0,3	0,1	0,1	0,2	0,1	0,1
<u>r-14:0</u>	-	-	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.
<u>15:0</u>	0,1	Vest.	Vest.	Vest.	-	Vest.
<u>15:1</u>	0,1	Vest.	Vest.	Vest.	-	Vest.
<u>16:0</u>	21,2	10,3	10,9	12,4	10,6	11,8
<u>r-16:0</u>	-	Vest.	Vest.	-	-	Vest.
<u>17:0</u>	0,1	Vest.	Vest.	-	Vest.	Vest.
<u>17:1</u>	Vest.	Vest.	Vest.	-	Vest.	Vest.
<u>18:0</u>	3,0	1,8	1,7	1,5	1,5	1,0
<u>18:1</u>	5,1	8,0	8,8	12,2	7,4	6,6
<u>18:2</u>	46,1	27,9	36,4	33,0	33,3	22,8
<u>18:3</u>	24,0	51,9	42,1	40,7	47,1	57,7
<u>22:0</u>	-	-	Vest.	-	-	-
(a)	153,6	199,9	188,9	182,0	195,7	205,0

(a) Índice de yodo de ácidos totales (calculado).

Tabla 17: Aceites crudos de extracción (hexano) de semillas de algunas legumbres. Composición acídica (ácidos grasos % ácidos totales).

	Lentejas	Arvejas	Habas	Garbanzos	Lentejones
<u>12:0</u>	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.
<u>13:0</u>	-	Vest.	-	-	-
<u>r-14:0</u>	Vest.	0,1	-	-	Vest.
<u>14:0</u>	0,5	0,3	0,3	0,2	0,8
<u>15:0</u>	0,1	0,2	0,3	0,1	0,1
<u>r-16:0+15:1</u>	Vest.	0,1	-	-	Vest.
<u>16:0</u>	12,9	10,9	14,4	10,6	12,6
<u>17:0</u>	Vest.	0,1	Vest.	Vest.	Vest.
<u>17:1</u>	Vest.	Vest.	-	Vest.	Vest.
<u>18:0</u>	1,3	2,5	1,4	4,5	1,1
<u>18:1</u>	20,7	30,2	25,4	25,6	26,8
<u>18:2</u>	52,3	46,7	55,5	56,6	49,1
<u>18:3</u>	11,7	8,8	2,5	1,6	9,3
<u>20:0</u>	-	-	0,2	0,8	-
<u>20:1</u>	0,5	0,1	Vest.	Vest.	0,2
(a)	145,3	135,7	130,1	129,8	108,6

(a) Índice de yodo de ácidos totales (calculado).

Tabla 18: Aceites crudos de extracción (hexano) de semillas de variedades de porotos del género Phaseolus. Composición en esteroides (% de esteroides totales).

	tr/tr colesterol	% de esteroides							
		Manteca	Alubia	Pallares	Negro	Triguito	Colorado		
Colesterol	1,00	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1		
Campesterol	1,28-1,30	9,3	5,4	3,2	5,7	5,5	3,1		
Stigmasterol	1,39-1,41	42,9	29,5	24,4	31,3	31,6	30,4		
Sitosterol	1,58-1,59	39,7	47,7	72,3	58,7	56,1	52,9		
Δ 5-avenasterol	1,70-1,74	8,0	17,2	Vest.	5,1	6,7	13,5		

Tabla 19: Aceites crudos de extracción (hexano) de semillas de algunas legumbres. Composición en esteroides (% de esteroides totales).

	tr/tr colesterol	% de esteroides						
		Lentejas	Arvejas	Habas	Carbanzos	Lentejones		
Colesterol	1,00	Vest.	0,1	0,1	0,2	0,2		
Brasicaesterol	1,13	-	-	-	0,4	-		
Campesterol	1,29	7,4	12,6	14,2	13,6	9,3		
Stigmasterol	1,38-1,39	5,6	10,7	3,8	6,7	10,0		
Sitosterol	1,58-1,60	87,0	76,6	81,9	79,1	80,5		

Tabla 20: Harinas de extracción con hexano de semillas de variedades de porotos del género Phaseolus. Características generales.

	Manteca	Alubia	Pallares	Negro	Triguito	Colorado
Humedad %	11,28	11,36	10,53	5,39	18,81	11,09
Fibra cruda % (b.s.)	5,35	5,27	5,59	4,23	6,28	4,44
Lípidos Residuales % (b.s.)	1,09	1,02	1,13	0,71	1,30	1,09

Tabla 21: Harinas de extracción con hexano de semillas de algunas legumbres. Características generales.

	Lentejas	Arvejas	Habas	Garbanzos	Lentejones
Humedad %	10,67	12,90	12,37	12,84	11,77
Fibra cruda % (b.s.)	4,67	1,28	9,05	3,11	4,17
Lípidos Residuales % (b.s.)	1,28	1,25	1,24	1,31	1,36

Tabla 22: Harinas de extracción (hexano) de semillas de variedades de porotos del género Phaseolus. Lípidos residuales (extraíbles por mezcla ternaria).

	Manteca	Alubia	Pallares	Triguito	Colorado	Negro
Acidos grasos totales %						
Lípidos residuales	55,03	48,06	53,20	37,55	61,52	42,36
Insaponificable %						
Lípidos residuales	11,86	12,10	11,18	9,34	14,78	19,21
Fósforo lipídico (mg P % lípidos residuales)	2508	2464	2528	2549	3325	2437
Fosfolípidos (P % x 25)	63	62	63	64	83	61

Tabla 23: Harinas de extracción (hexano) de semillas de algunas legumbres. Contenido en lípidos residuales (extraíbles por mezcla ternaria).

	Lentejas	Arvejas	Habas	Garbanzos	Lentejones
Acidos grasos totales % lípidos residuales	49,63	44,18	53,87	50,38	53,59
Insaponificable % lípidos residuales	13,25	10,26	8,66	11,40	9,32
Fósforo lipídico (mg P % lípidos residuales)	2035	2698	2732	2852	2640
Fosfolípidos (P % x 25)	51	68	68	71	66

Tabla 24: Harinas de extracción (Hexano) de semillas de variedades de porotos del género Phaseolus. Composición acídica de lípidos residuales (% ácidos totales).

	Manteca	Pallares	Alubia	Negro	Triguito	Colorado
<u>12:0</u>	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.
<u>14:0</u>	0,1	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1
<u>r-14:0</u>	-	Vest.	-	Vest.	-	Vest.
<u>15:0</u>	0,4	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1
<u>15:1</u>	Vest.	0,1	0,1	Vest.	0,1	0,1
<u>16:0</u>	33,5	33,8	40,4	37,9	37,5	34,8
<u>17:0</u>	0,2	0,2	0,3	0,1	0,2	0,2
<u>17:1</u>	Vest.	Vest.	0,1	Vest.	-	Vest.
<u>18:0</u>	3,1	3,1	3,7	2,8	2,5	2,1
<u>18:1</u>	3,7	12,3	12,7	18,8	9,0	8,5
<u>18:2</u>	47,5	32,7	32,1	26,4	32,8	24,1
<u>18:3</u>	11,5	17,4	10,3	13,7	19,5	30,0
(a)	120,8	117,9	99,7	102,2	121,0	133,3

(a) Índice de yodo de ácidos totales (calculado).

Tabla 25: Harinas de extracción (hexano) de semillas de algunas legumbres. Composición acídica de los lípidos residuales (extraíbles por mezcla ternaria). (% ácidos totales).

	Lentejas	Arvejas	Habas	Garbanzos	Lentejones
<u>12:0</u>	Vest.	0,1	Vest.	Vest.	Vest.
<u>13:0</u>	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.
<u>r-14:0</u>	Vest.	Vest.	-	-	-
<u>14:0</u>	0,3	0,2	Vest.	0,2	0,3
<u>15:0</u>	0,2	0,4	0,3	0,3	0,2
<u>r-16:0</u>	Vest.	0,1	-	Vest.	Vest.
<u>16:0</u>	22,1	24,9	21,0	23,7	22,0
<u>17:0</u>	0,1	0,4	0,1	0,2	0,1
<u>17:1</u>	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.	Vest.
<u>18:0</u>	2,1	4,3	2,2	5,6	1,6
<u>18:1</u>	27,3	31,8	37,3	36,1	36,4
<u>18:2</u>	41,3	27,4	35,1	32,1	31,8
<u>18:3</u>	4,3	1,0	0,5	Vest.	5,0
<u>20:0</u>	0,2	1,6	0,9	0,6	0,4
<u>20:1</u>	Vest.	-	2,1	Vest.	-
<u>20:2</u>	1,3	6,1	-	1,2	2,0
<u>20:3</u>	0,8	1,7	0,5	Vest.	0,2
(a)	113,2	91,0	101,9	92,5	107,3

(a) Índice de yodo de ácidos totales (calculado).

Tabla 26: Muestras crudas de porotos del género Phaseolus.
Resultados obtenidos en las determinaciones de taninos,
lisina disponible y nitrógeno.

	Taninos mg ác.tánico/g muestra (b.s.) $\bar{x}^a \pm DS^b$	Lisina disponible lis.dis. % muestra (b.s.) $\bar{x} \pm DS$	Nitrógeno N % muestra (b.s.) $\bar{x} \pm DS$
Negro	$39,16 \pm 1,75$	$1,64 \pm 0,02$	$3,90 \pm 0,02$
Colorado	$42,24 \pm 0,86$	$1,78 \pm 0,02$	$3,99 \pm 0,02$
Pallares	$25,65 \pm 1,44$	$1,72 \pm 0,01$	$3,69 \pm 0,02$
Triguito	$29,48 \pm 0,95$	$2,01 \pm 0,01$	$4,30 \pm 0,01$
Manteca	$28,70 \pm 1,76$	$1,73 \pm 0,01$	$3,97 \pm 0,01$
Alubia	$45,90 \pm 1,22$	$1,72 \pm 0,01$	$3,76 \pm 0,01$

a
 \bar{x} : Valor promedio

b
 DS: Desviación standard

Tabla 27: Muestras crudas de semillas de algunas legumbres.
Resultados obtenidos en las determinaciones de taninos,
lisina disponible y nitrógeno.

	Taninos mg ác.tánico/ g muestra (b.s.) $\bar{x}^a \pm DS^b$	Lisina disponible lis.disp. % muestra (b.s.) $\bar{x} \pm DS$	Nitrógeno N % muestra (b.s.) $\bar{x} \pm DS$
Lentejas	37,65 \pm 1,73	2,42 \pm 0,01	4,73 \pm 0,01
Arvejas	27,02 \pm 0,76	2,40 \pm 0,01	4,70 \pm 0,01
Habas	39,00 \pm 4,02	1,99 \pm 0,09	4,49 \pm 0,06
Garbanzos	35,84 \pm 0,79	1,92 \pm 0,01	3,90 \pm 0,01
Lentejones	37,51 \pm 2,84	2,46 \pm 0,01	4,33 \pm 0,05

^a
 \bar{x} : Valor promedio

^b
 DS: Desviación standard

Tabla 28: Muestras de porotos del género Phaseolus maceradas en agua destilada por 24 horas. Resultados obtenidos en las determinaciones de taninos, lisina disponible y nitrógeno.

	Taninos ⁽¹⁾ mg ác.tánico/ g muestra (b.s.) $\bar{x}^a \pm DS^b$	Lisina disponible ⁽¹⁾ lis.disp. % muestra (b.s.) $\bar{x} \pm DS$	Nitrógeno ⁽¹⁾ N % muestra (b.s.) $\bar{X} \pm DS$
Negro	32,38 \pm 1,31	1,44 \pm 0,01	3,59 \pm 0,06
Colorado	31,31 \pm 4,64	1,63 \pm 0,02	3,66 \pm 0,02
Pallares	32,71 \pm 1,20	1,59 \pm 0,01	3,28 \pm 0,02
Triguito	36,97 \pm 1,88	1,62 \pm 0,06	3,96 \pm 0,03
Manteca	34,72 \pm 1,98	1,56 \pm 0,03	3,82 \pm 0,09
Alubia	47,33 \pm 4,44	1,69 \pm 0,03	3,40 \pm 0,03

(1) Los resultados se expresan en base seca (b.s.) y refieren a la masa de muestra original.

^a \bar{x} : Valor promedio.

^bDS: Desviación standar.

Tabla 29: Muestras de legumbres maceradas en agua destilada por 24 horas. Resultados obtenidos en las determinaciones de taninos, lisina disponible y nitrógeno.

	Taninos ⁽¹⁾ mg ác.tánico/ g muestra (b.s.) $\bar{x}^a \pm DS^b$	Lisina disponible ⁽¹⁾ lis.dis. % muestra (b.s.) $\bar{x} \pm DS$	Nitrógeno ⁽¹⁾ N % muestra (b.s.) $\bar{x} \pm DS$
Lentejas	43,47 \pm 5,17	2,12 \pm 0,01	4,13 \pm 0,01
Arvejas	33,47 \pm 4,32	1,93 \pm 0,05	4,15 \pm 0,01
Habas	30,02 \pm 4,52	2,05 \pm 0,12	3,94 \pm 0,23
Garbanzos	33,19 \pm 2,29	1,73 \pm 0,02	3,56 \pm 0,03
Lentejones	35,62 \pm 2,24	2,24 \pm 0,01	4,17 \pm 0,02

(1) Los resultados se expresan en base seca (b.s.) y refieren a la masa de muestra original.

^a
 \bar{x} : Valor promedio.

^bDS: Desviación standard.

Tabla 30: Muestras de porotos del género Phaseolus maceradas en agua destilada por 24 horas y cocidas en solución acuosa de NaCl al 1%. Resultados obtenidos en las determinaciones de taninos, lisina disponible y nitrógeno.

	Taninos ⁽¹⁾ mg ác.tánico/ g muestra (b.s.) $\bar{x}^a \pm DS^b$	Lisina disponible ⁽¹⁾ lis.dis. % muestra (b.s.) $\bar{x} \pm DS$	Nitrógeno N % muestra (b.s.) $\bar{x} \pm DS$
Negro	30,29 \pm 2,37	1,51 \pm 0,01	3,52 \pm 0,01
Colorado	32,37 \pm 2,63	1,59 \pm 0,01	3,65 \pm 0,02
Pallares	25,38 \pm 3,74	1,70 \pm 0,01	3,40 \pm 0,04
Triguito	31,46 \pm 2,33	1,71 \pm 0,01	3,81 \pm 0,06
Manteca	33,95 \pm 1,89	1,59 \pm 0,01	3,53 \pm 0,02
Alubia	33,06 \pm 0,06	1,70 \pm 0,01	3,25 \pm 0,03

(1) Los resultados se expresan en base seca (b.s.) y refieren a la masa de muestra original.

^a \bar{x} : Valor promedio.

^bDS: desviación standard.

Tabla 31: Muestras de legumbres maceradas en agua destilada por 24 horas y cocidas en solución 1% de NaCl. Resultados obtenidos en las determinaciones de taninos, lisina disponible y nitrógeno.

	Taninos ⁽¹⁾ mg ác.tánico/ g muestra (b.s.) $\bar{x}^a \pm DS^b$	Lisina disponible ⁽¹⁾ lis.dis. % muestra (b.s.) $\bar{x} \pm DS$	Nitrógeno ⁽¹⁾ N % muestra (b.s.) $\bar{x} \pm DS$
Lentejas	32,70 \pm 0,76	1,44 \pm 0,01	3,88 \pm 0,01
Arvejas	24,71 \pm 2,27	1,57 \pm 0,01	3,64 \pm 0,01
Habas	48,14 \pm 4,56	1,67 \pm 0,13	3,60 \pm 0,21
Garbanzos	35,22 \pm 1,74	1,58 \pm 0,05	3,62 \pm 0,01
Lentejones	27,83 \pm 2,18	1,47 \pm 0,01	3,63 \pm 0,05

(1) Los resultados se expresan en base seca (b.s.) y refieren a masa de muestra original.

^a \bar{x} : Valor promedio.

^bDS: Desviación standard.

Tabla 32: Niveles de taninos en muestras crudas maceradas y cocidas. Estudios estadísticos.

	Muestras Crudas		Muestras Maceradas		Muestras Cocidas		Valores estadísticos		
	$\bar{x} \pm DS$ (1)	$\bar{x} \pm DS$ (2)	$\bar{x} \pm DS$ (2)	$\bar{x} \pm DS$ (3)	(1) y (2)	(1) y (3)	(2) y (3)		
Poroto negro	39,16 [±] 1,75	32,38 [±] 1,31	30,29 [±] 2,37	P < 0,01	P < 0,01	NS (c)			
Poroto colorado	42,24 [±] 0,86	31,31 [±] 4,64	32,37 [±] 2,63	P < 0,01	P < 0,01	NS			
Porotos pallares	25,65 [±] 1,44	32,71 [±] 1,20	25,38 [±] 1,74	P < 0,01	NS	P < 0,0025			
Poroto trigoito	29,48 [±] 0,95	36,97 [±] 1,88	31,46 [±] 2,33	P < 0,01	NS	P < 0,005			
Poroto manteca	28,70 [±] 1,76	34,72 [±] 1,98	33,95 [±] 1,89	P < 0,01	P < 0,01	NS			
Poroto alubia	45,90 [±] 1,22	47,33 [±] 4,44	33,06 [±] 0,06	NS	P < 0,01	P < 0,001			
Lentejas	37,65 [±] 1,73	43,47 [±] 5,17	32,70 [±] 0,76	P < 0,05	P < 0,05	P < 0,005			
Arvejas	27,02 [±] 0,76	33,47 [±] 4,32	24,71 [±] 2,27	P < 0,01	NS	P < 0,01			
Habas	39,00 [±] 4,02	30,02 [±] 4,52	48,14 [±] 4,56	P < 0,05	P < 0,05	P < 0,05			
Garbanzos	35,84 [±] 0,79	33,19 [±] 2,29	35,22 [±] 1,74	NS	NS	NS			
Lentejones	37,51 [±] 2,84	35,62 [±] 2,24	27,83 [±] 2,18	NS	P < 0,01	P < 0,0025			

a \bar{x} : Valor promedio (mg. ác. tánico/ g muestra; b.s.)

b DS: Desviación standard.

c NS: No significativo. Las variaciones se consideran significativas si P < 0,05.

Tabla 33: Niveles de nitrógeno en muestras crudas, maceradas y cocidas. Estudios estadísticos.

	Muestras Crudas $\bar{x}^a \pm DS^b(1)$	Muestras Maceradas $\bar{x} \pm DS(2)$	Muestras Cocidas $\bar{x} \pm DS(3)$	Valores estadísticos		
				(1) y (2)	(1) y (3)	(2) y (3)
Poroto negro	3,90 [±] 0,02	3,59 [±] 0,06	3,52 [±] 0,01	P < 0,01	P < 0,01	NS ^c
Poroto colorado	3,99 [±] 0,02	3,66 [±] 0,02	3,65 [±] 0,02	P < 0,01	P < 0,01	NS
Porotos pallares	3,69 [±] 0,02	3,28 [±] 0,02	3,40 [±] 0,04	P < 0,01	P < 0,01	NS
Poroto trigo	4,30 [±] 0,01	3,96 [±] 0,03	3,81 [±] 0,06	P < 0,01	P < 0,01	NS
Poroto manteca	3,97 [±] 0,01	3,82 [±] 0,09	3,53 [±] 0,02	P < 0,01	P < 0,01	P < 0,005
Poroto alubia	3,76 [±] 0,01	3,40 [±] 0,03	3,25 [±] 0,03	P < 0,01	P < 0,01	P < 0,001
Lentejas	4,73 [±] 0,01	4,13 [±] 0,01	3,88 [±] 0,01	P < 0,01	P < 0,01	P < 0,001
Arvejas	4,70 [±] 0,01	4,15 [±] 0,01	3,64 [±] 0,01	P < 0,01	P < 0,01	P < 0,00025
Habas	4,49 [±] 0,06	3,94 [±] 0,23	3,60 [±] 0,21	P < 0,01	P < 0,01	NS
Garbanzos	3,90 [±] 0,01	3,56 [±] 0,03	3,62 [±] 0,01	P < 0,01	P < 0,01	NS
Lentejones	4,33 [±] 0,05	4,17 [±] 0,02	3,63 [±] 0,05	P < 0,05	P < 0,01	P < 0,0005

^a \bar{x} : Valor promedio (N % muestra; b.s.).

^b DS: Desviación standard.

^c NS: No significativo. Las variaciones se consideran significativas si P < 0,05.

Tabla 34: Niveles de lisina disponible en muestras crudas, maceradas y cocidas. Estudios estadísticos.

	Muestras Crudas $\bar{x} \pm DS^b(1)$	Muestras Maceradas $\bar{x} \pm DS(2)$	Muestras Cocidas $\bar{x} \pm DS(3)$	Valores estadísticos	
Poroto negro	1,64 [±] 0,02	1,44 [±] 0,01	1,51 [±] 0,01	(1) y (2) P < 0,01	(1) y (3) P < 0,01
Poroto colorado	1,78 [±] 0,02	1,63 [±] 0,02	1,59 [±] 0,01	P < 0,01	NS
Poroto pallares	1,72 [±] 0,01	1,59 [±] 0,01	1,70 [±] 0,01	P < 0,01	NS
Poroto triguito	2,01 [±] 0,01	1,62 [±] 0,06	1,71 [±] 0,01	P < 0,01	P < 0,01
Poroto manteca	1,73 [±] 0,01	1,56 [±] 0,03	1,59 [±] 0,01	P < 0,01	P < 0,01
Poroto alubia	1,72 [±] 0,01	1,69 [±] 0,03	1,70 [±] 0,01	NS	NS
Lentejas	2,42 [±] 0,01	2,12 [±] 0,01	1,44 [±] 0,01	P < 0,01	P < 0,01
Arvejas	2,40 [±] 0,01	1,93 [±] 0,05	1,57 [±] 0,01	P < 0,01	P < 0,01
Habas	1,99 [±] 0,09	2,05 [±] 0,12	1,67 [±] 0,13	NS	P < 0,01
Carbanzos	1,92 [±] 0,01	1,73 [±] 0,02	1,58 [±] 0,05	P < 0,01	P < 0,01
Lentejones	2,46 [±] 0,01	2,24 [±] 0,01	1,47 [±] 0,01	P < 0,01	P < 0,01

^ax: Valor promedio (lis. dis. % muestra; b.s.).

^bDS: Desviación standard.

^cNS: No significativa. Las variaciones se consideran significativas si P < 0,05.

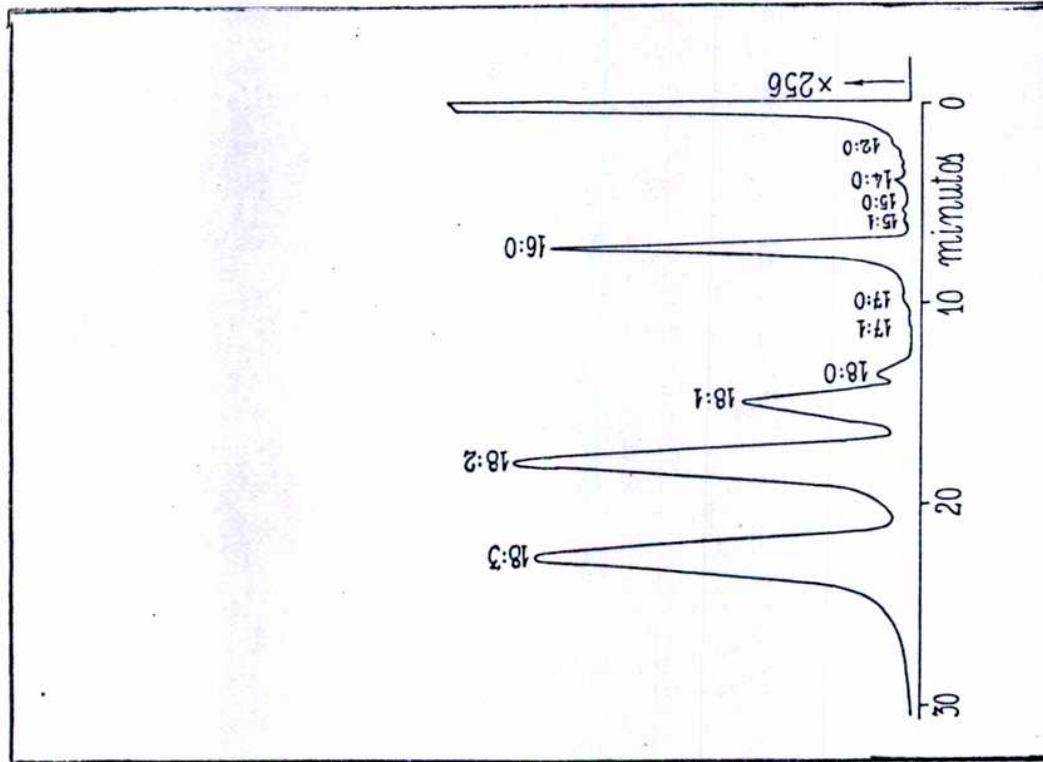


Figura 1: Aceite crudo de extracción (hexano) de poroto negro (Ph. vulgaris). Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales.

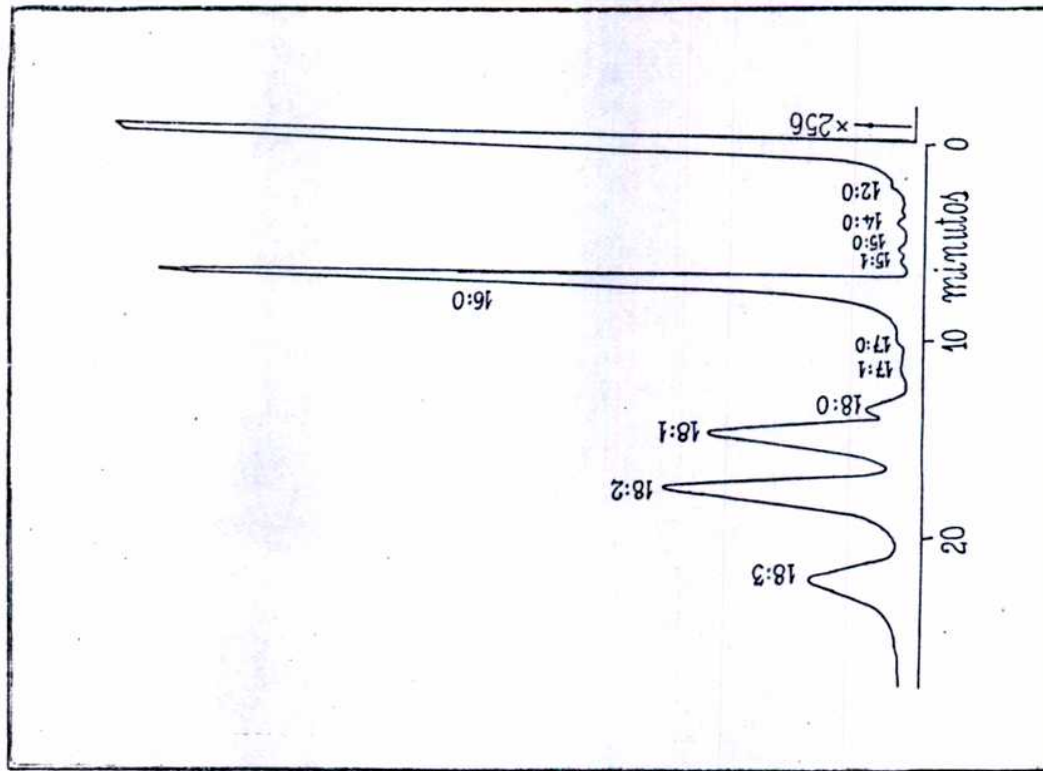


Figura 7: Poroto negro (Ph. vulgaris). Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales de los lípidos residuales.

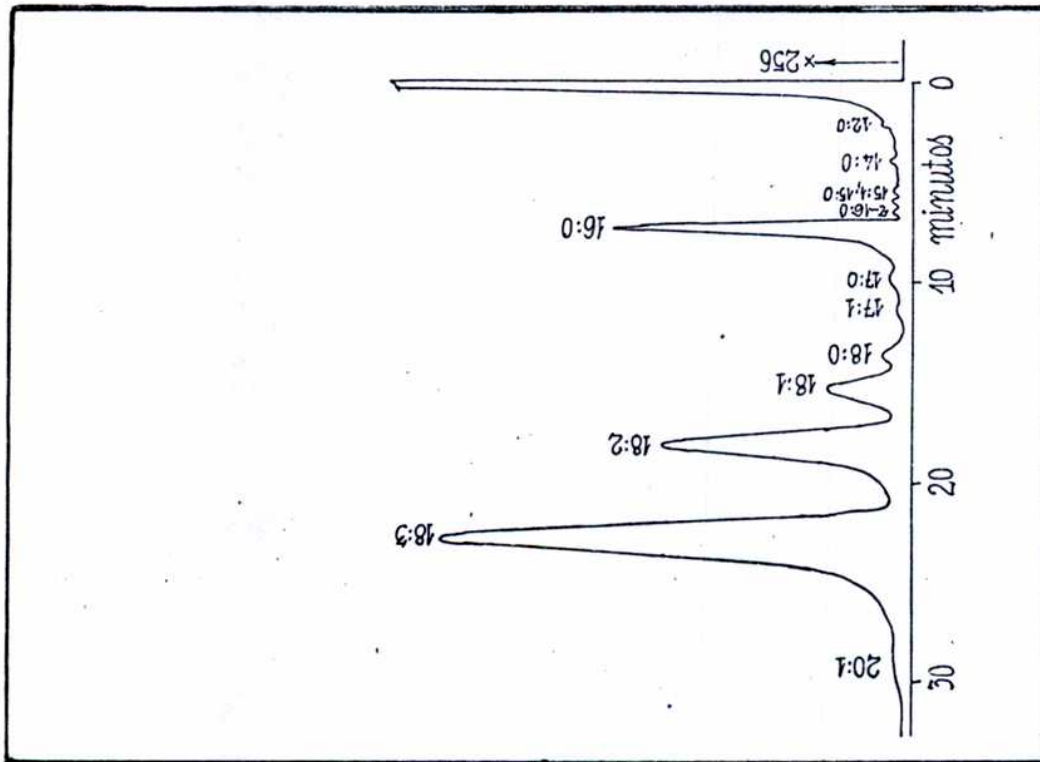


Figura 2: Aceite crudo de extracción (hexano) de poroto colorado (*Ph. vulgaris*). Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales.

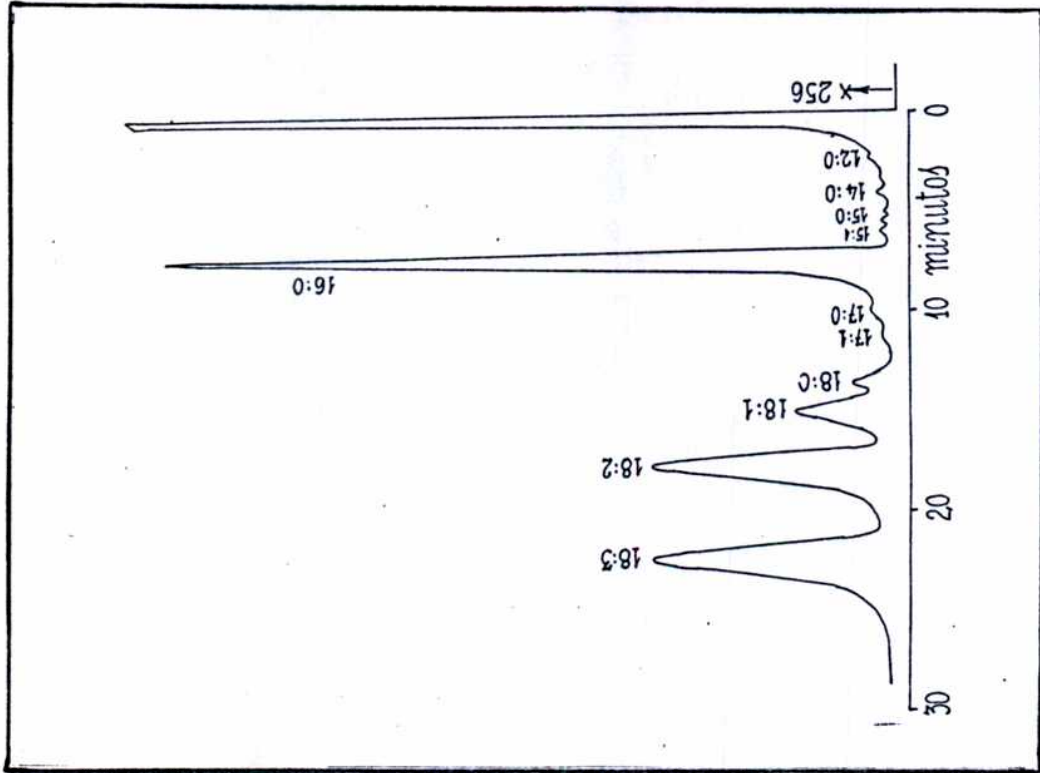


Figura 8: Poroto colorado (*Ph. vulgaris*). Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales de los lípidos residuales.

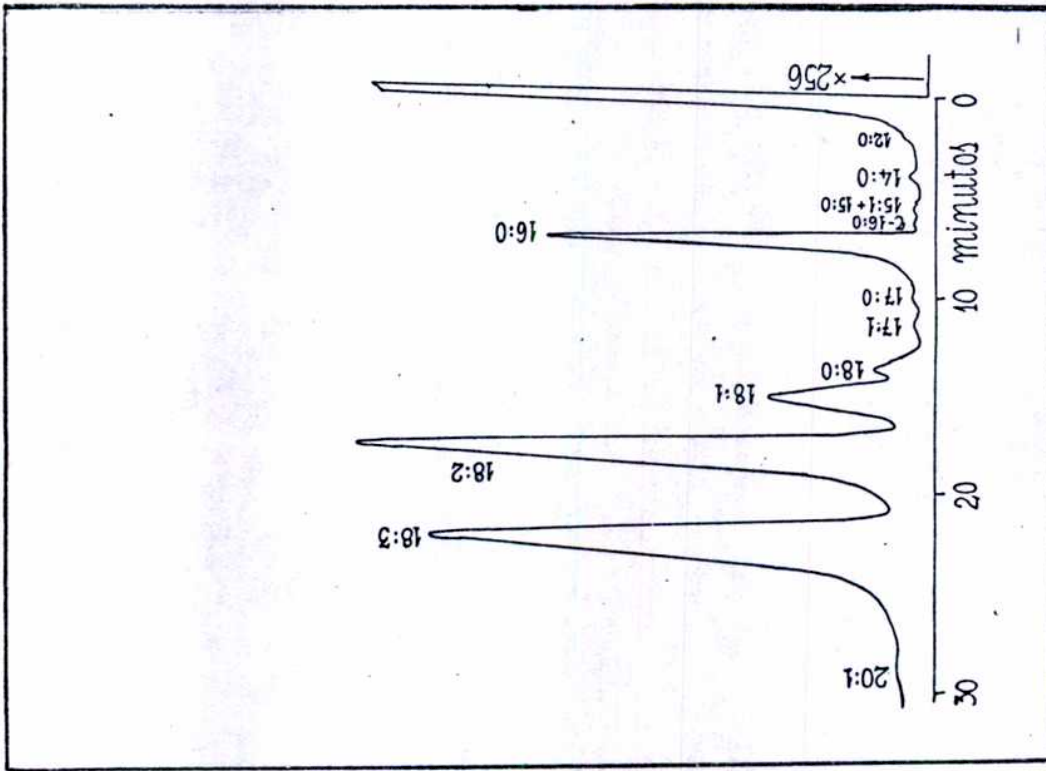


Figura 3: Aceite crudo de extracción (hexano) de poroto pallares (Ph. lunatus). Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales.

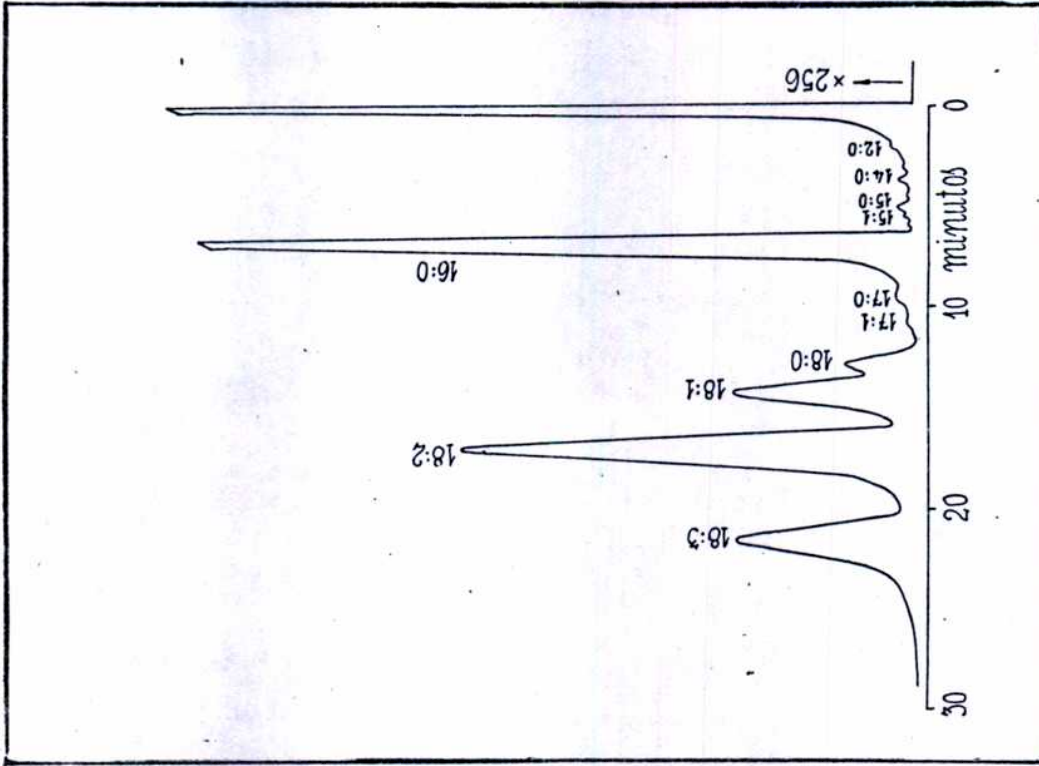


Figura 2: Poroto pallares (Ph. lunatus). Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales de los lípidos residuales.

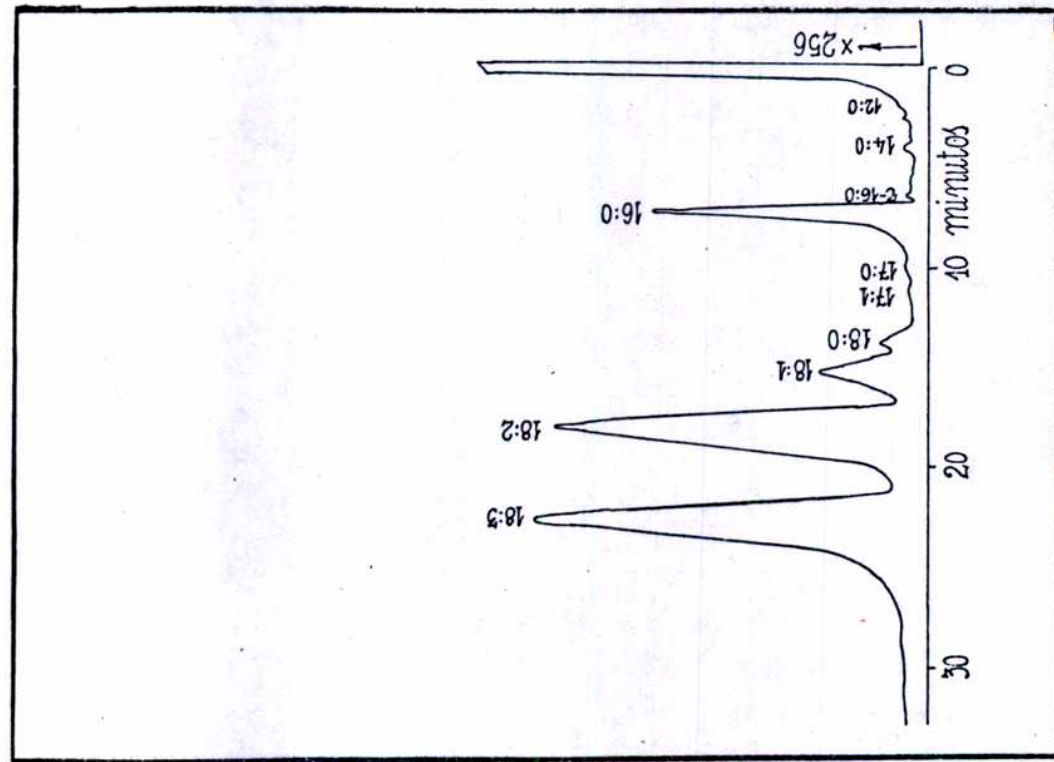


Figura 4: Aceite crudo de extracción(hexano)de poroto triguito(Ph.vulgaris).Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales.

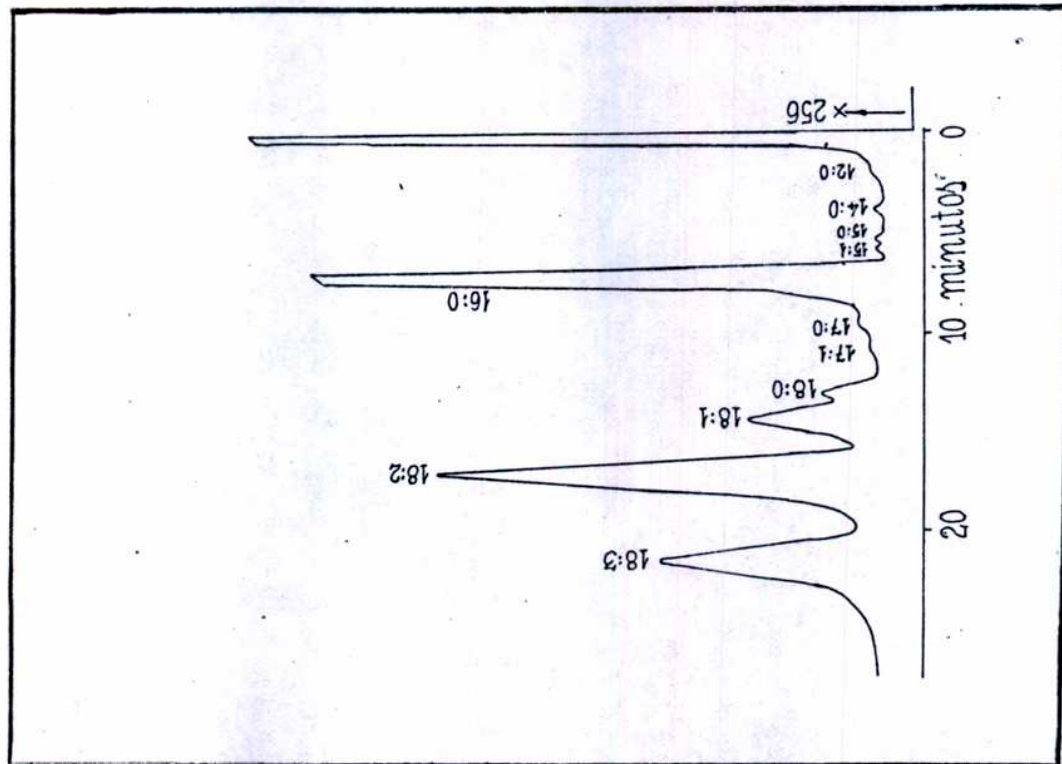


Figura 10: Poroto triguito(Ph.vulgaris).Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales de los lípidos residuales.

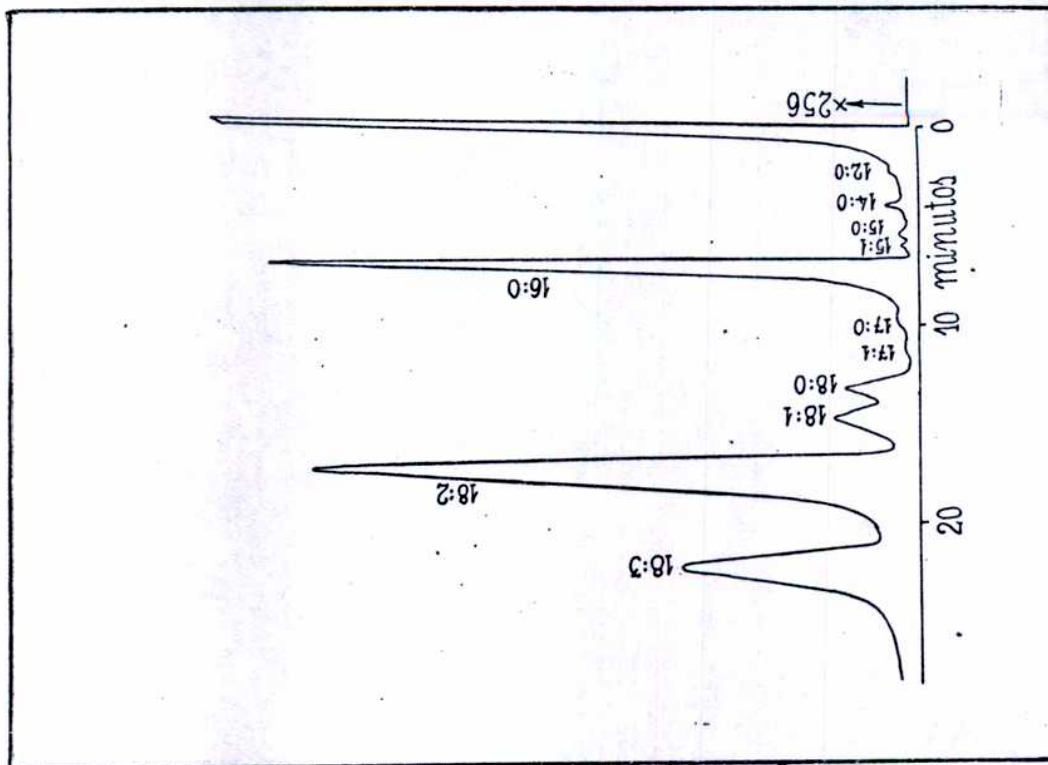


Figura 5: Aceite crudo de extracción (hexano) de poroto manteca (*Ph. lunatus*). Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales.

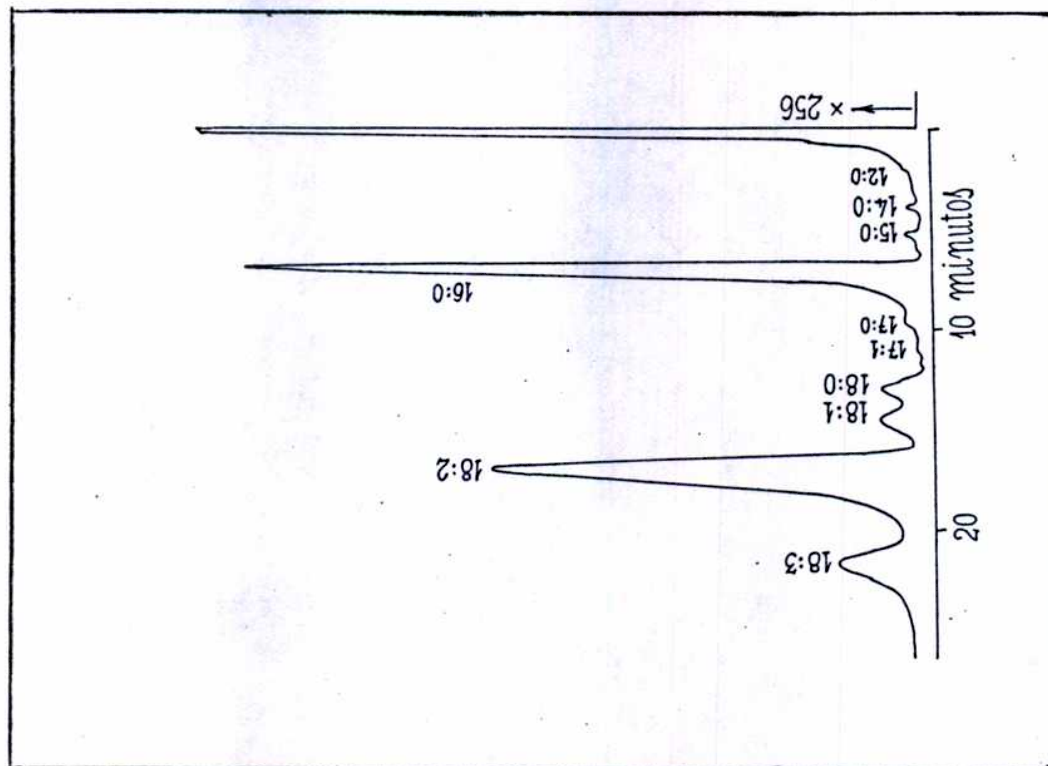


Figura 11: Poroto manteca (*Ph. lunatus*). Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales de los lípidos residuales.

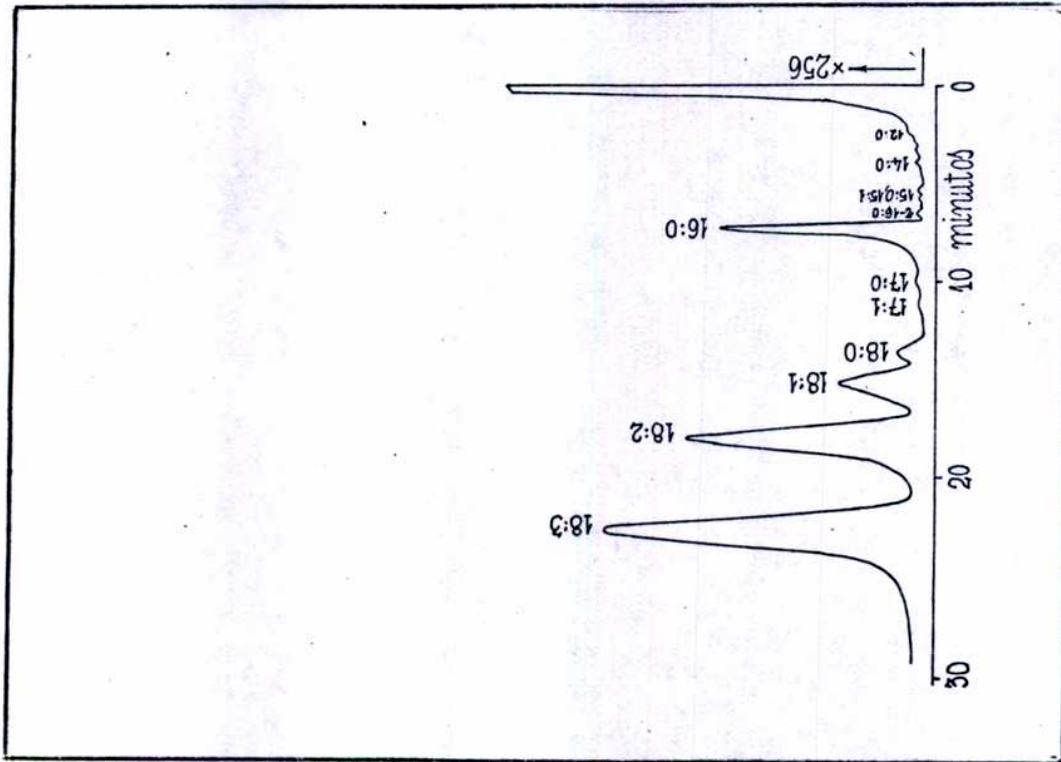


Figura 6: Aceite crudo de extracción(hexano)de poroto alubia(Ph.vulgaris).Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales.

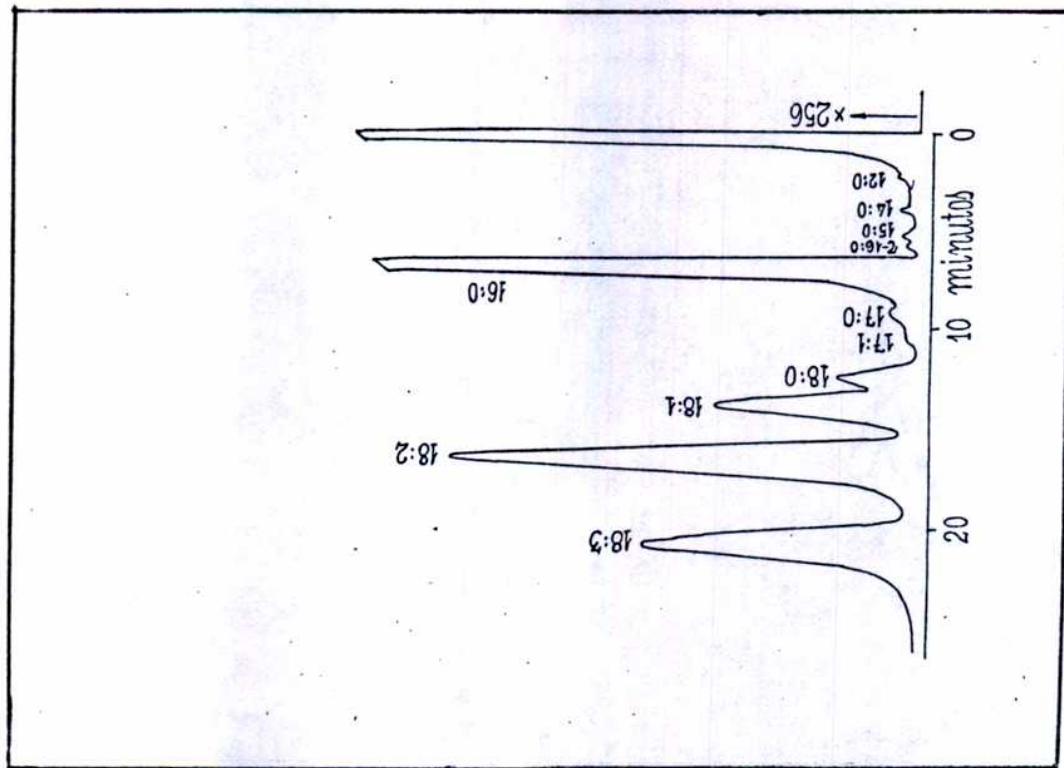


Figura 12:Poroto alubia(Ph.vulgaris).Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales de los lípidos residuales.

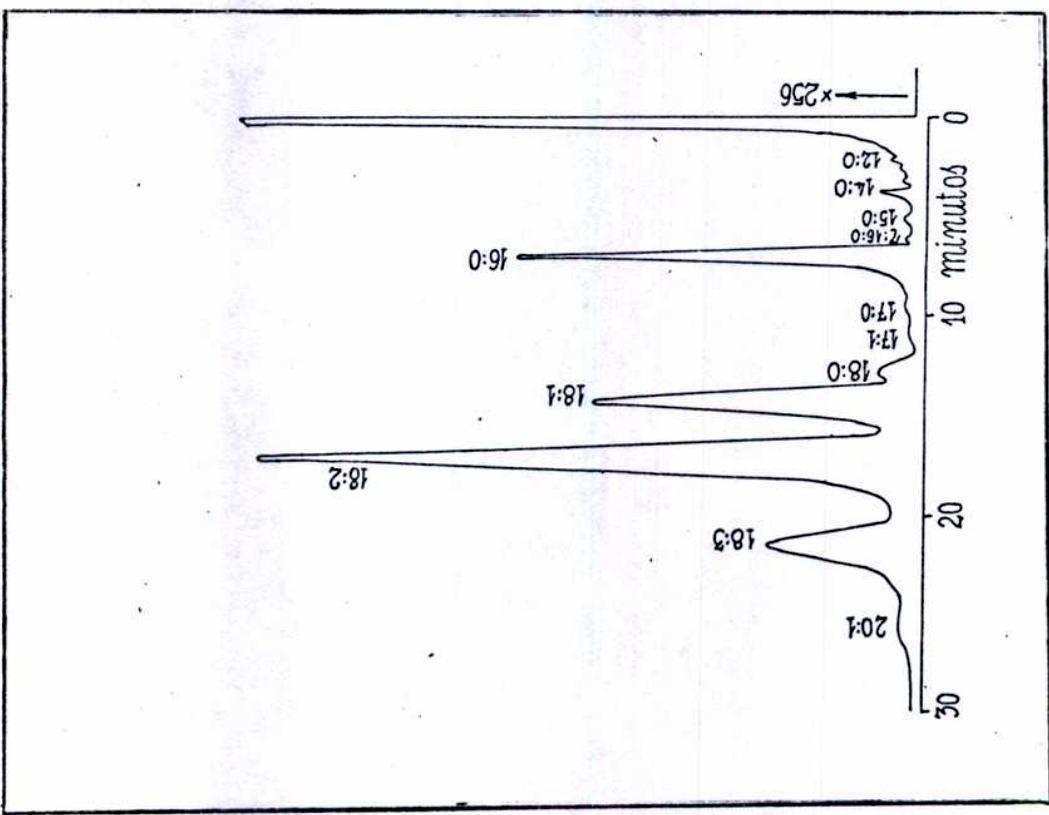


Figura 13: Aceite crudo de extracción (hexano) de lentejas. Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales.

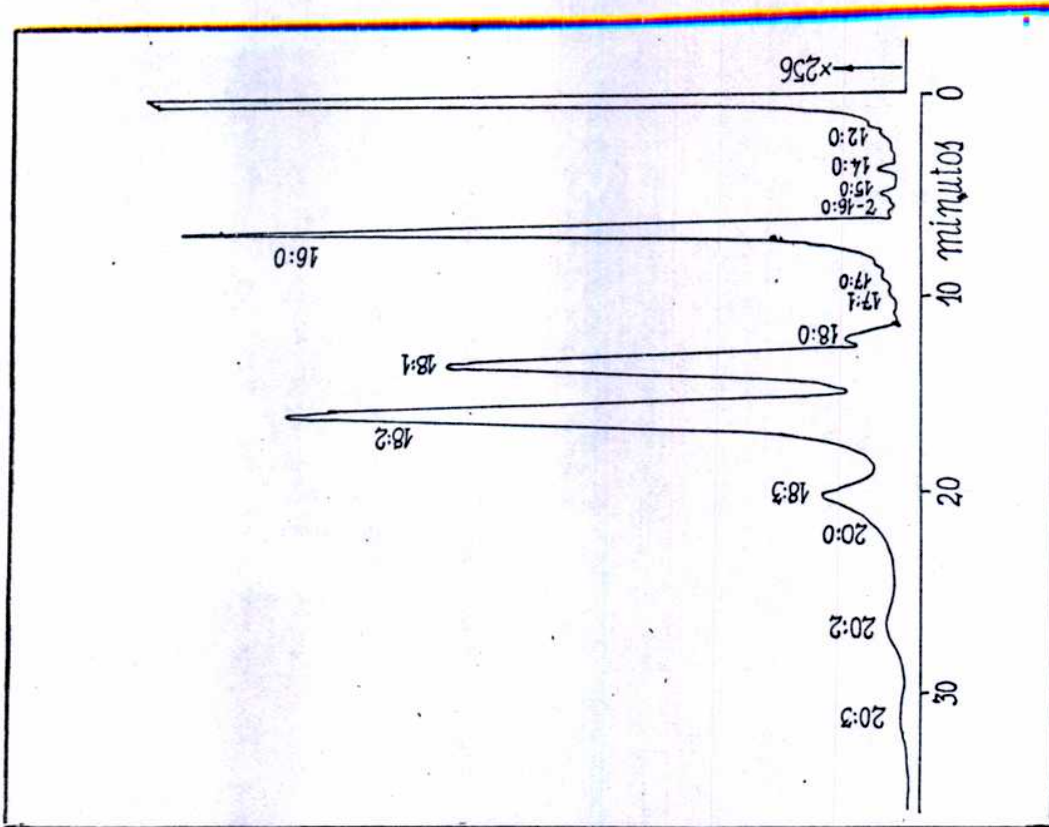


Figura 18: Lentejas. Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos ácidos grasos totales de los lípidos residuales.

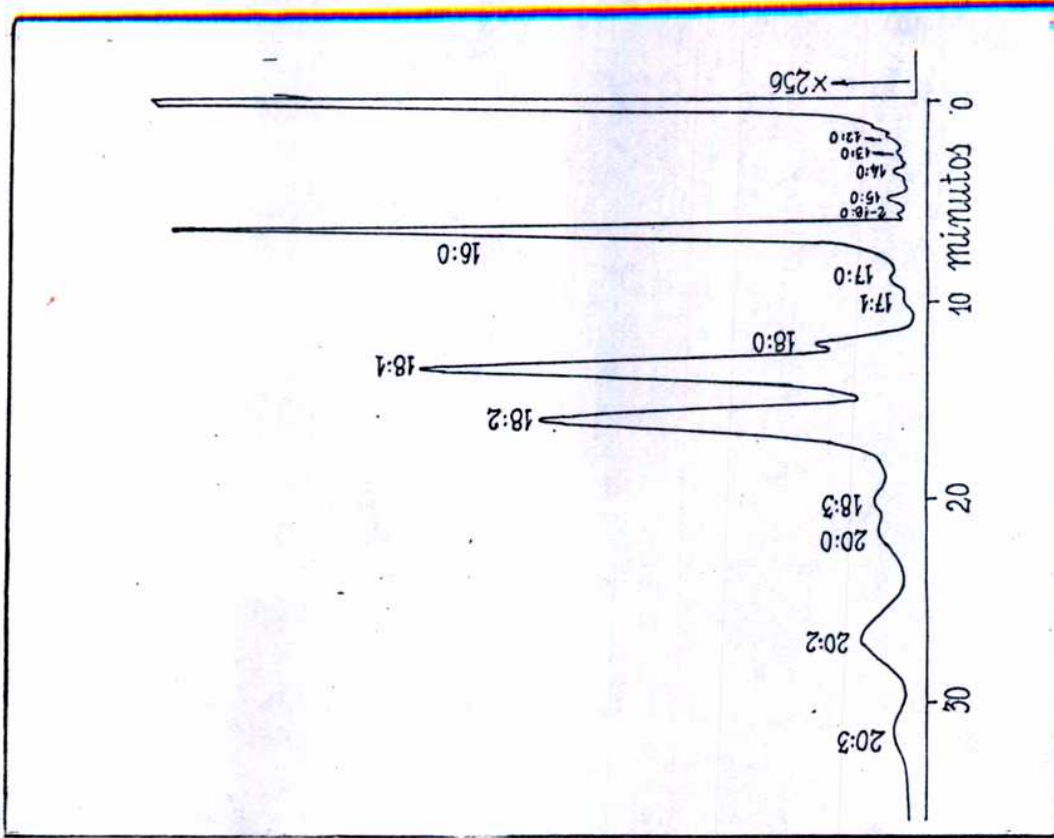


Figura 19: Arvejas. Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales de los lípidos residuales.

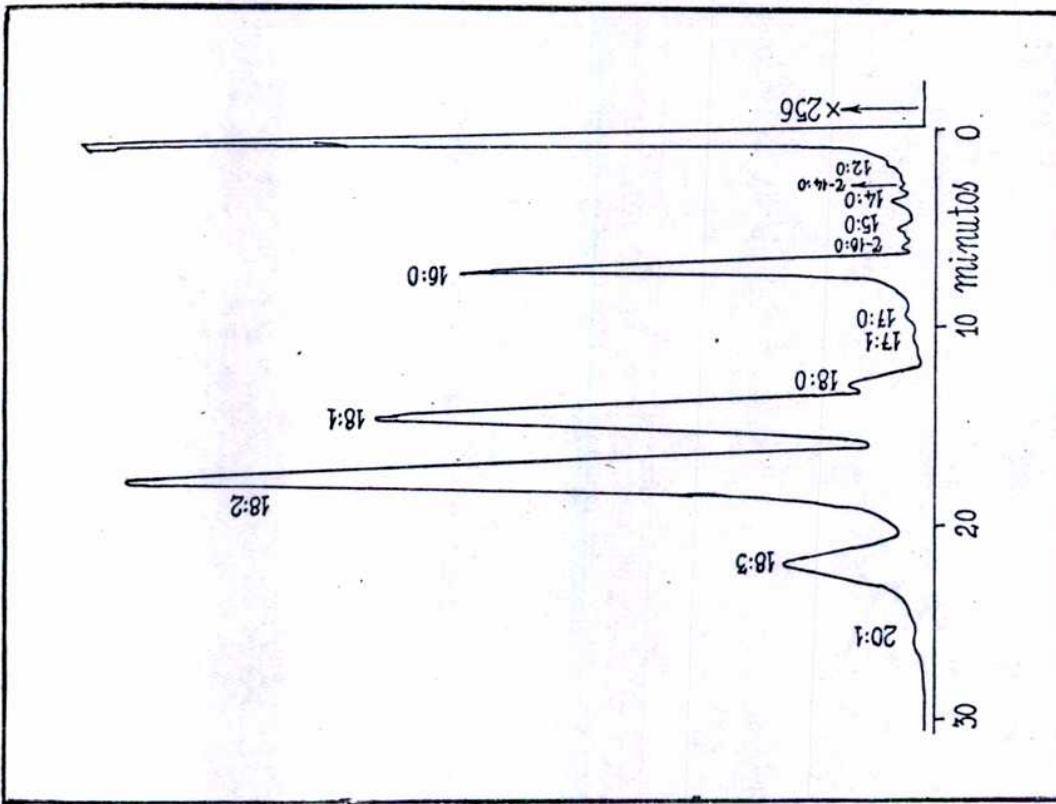


Figura 14: Aceite crudo de extracción (hexano) de arvejas. Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales.

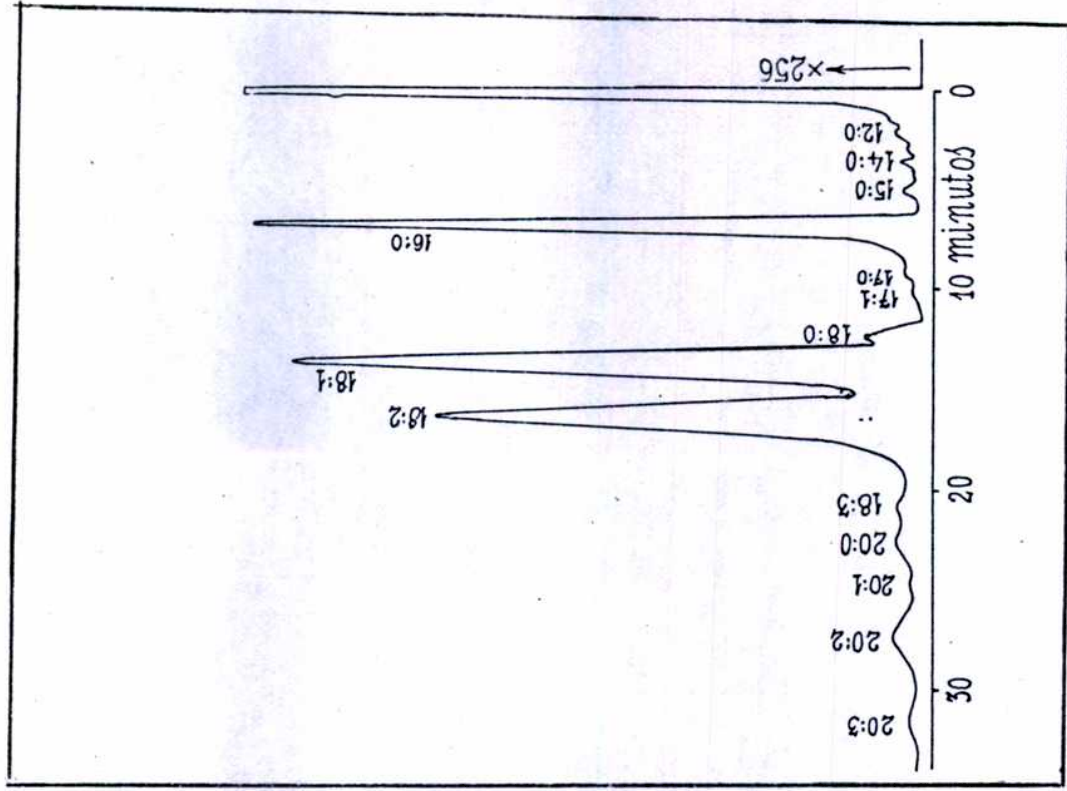


Figura 20: Habas. Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales de los lípidos residuales.

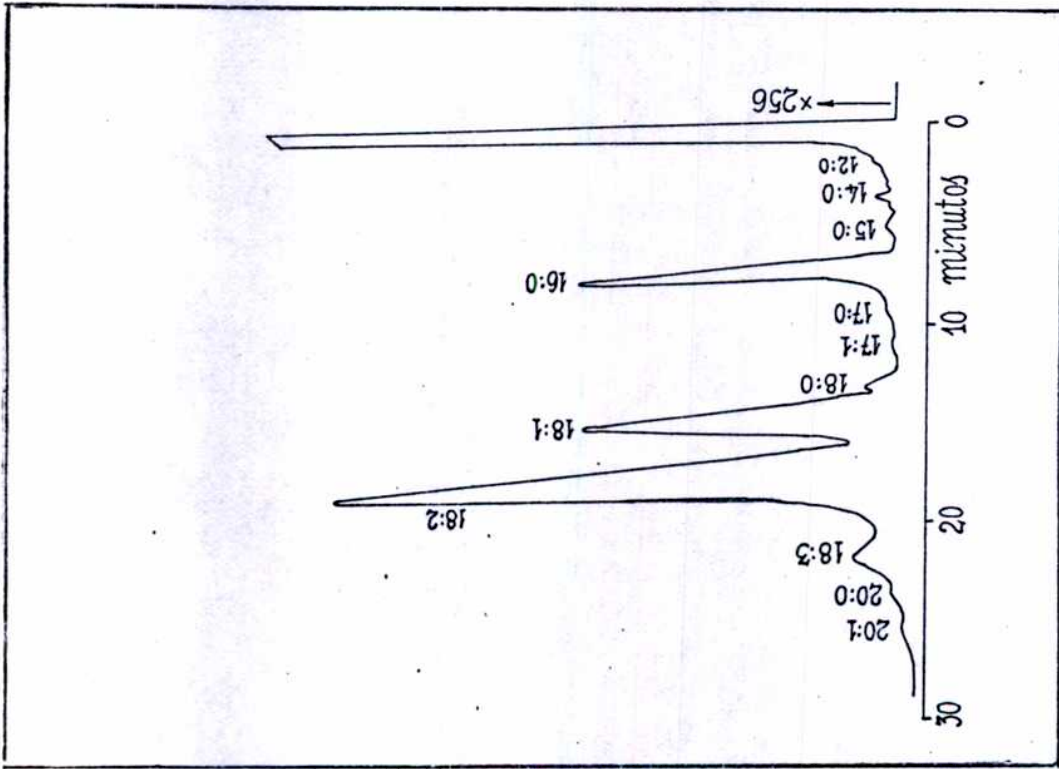


Figura 15: Aceite crudo de extracción (hexano) de habas. Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales.

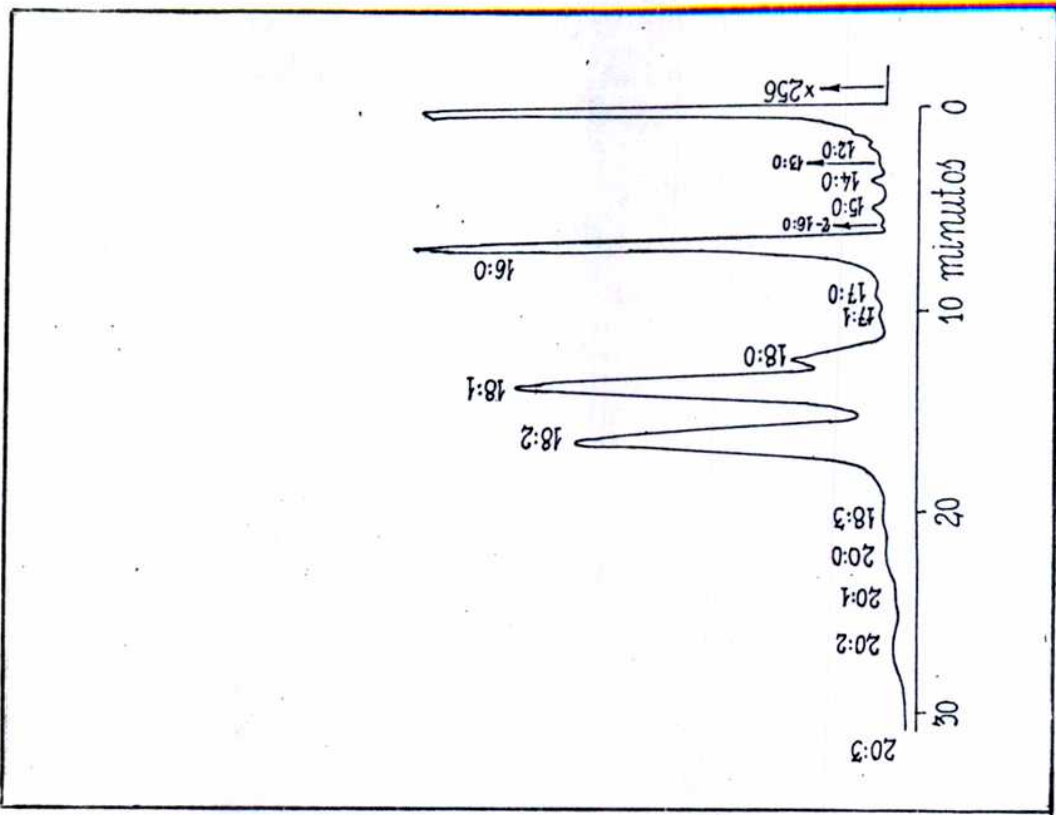


Figura 21: Carbanzos. Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales de los lípidos residuales.

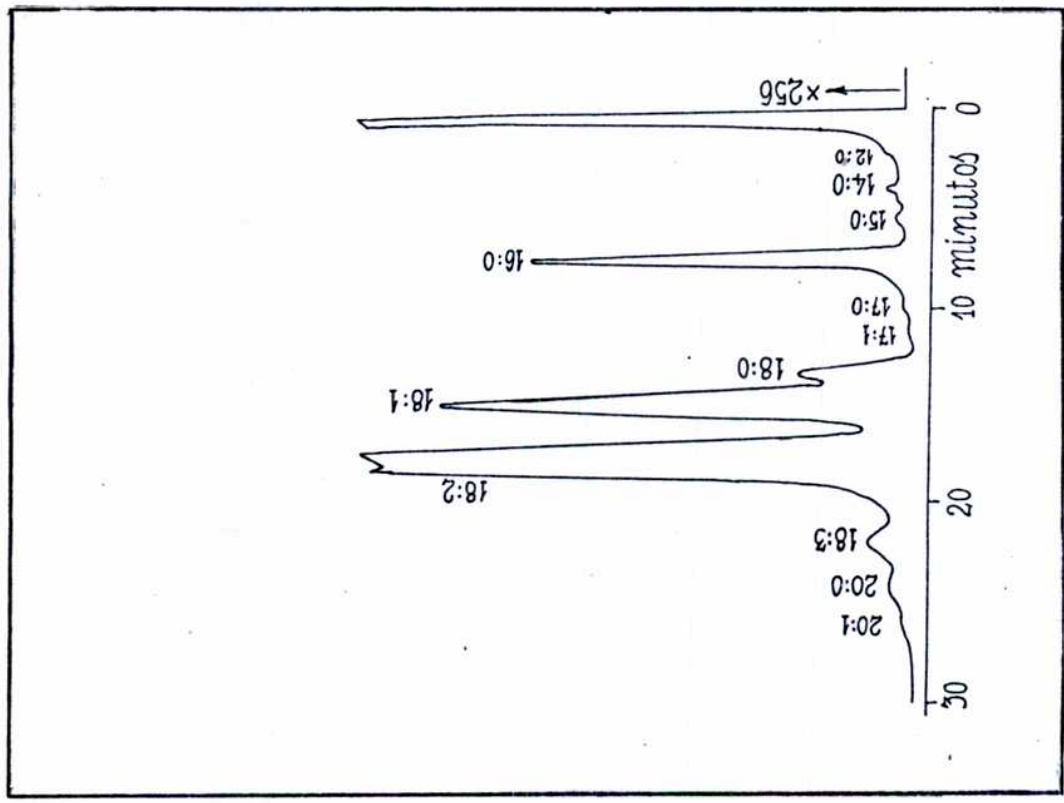


Figura 16: Aceite crudo de extracción (hexano) de garbanzos. Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales.

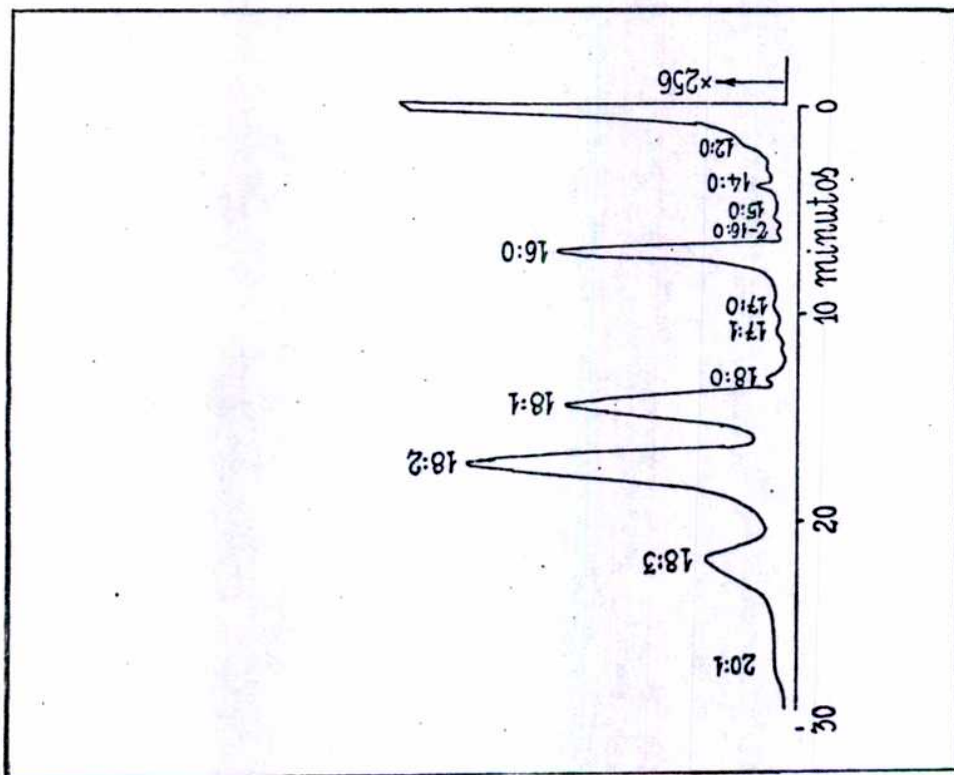


Figura 17: Aceite crudo de extracción (hexano) de lentejones. Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales.

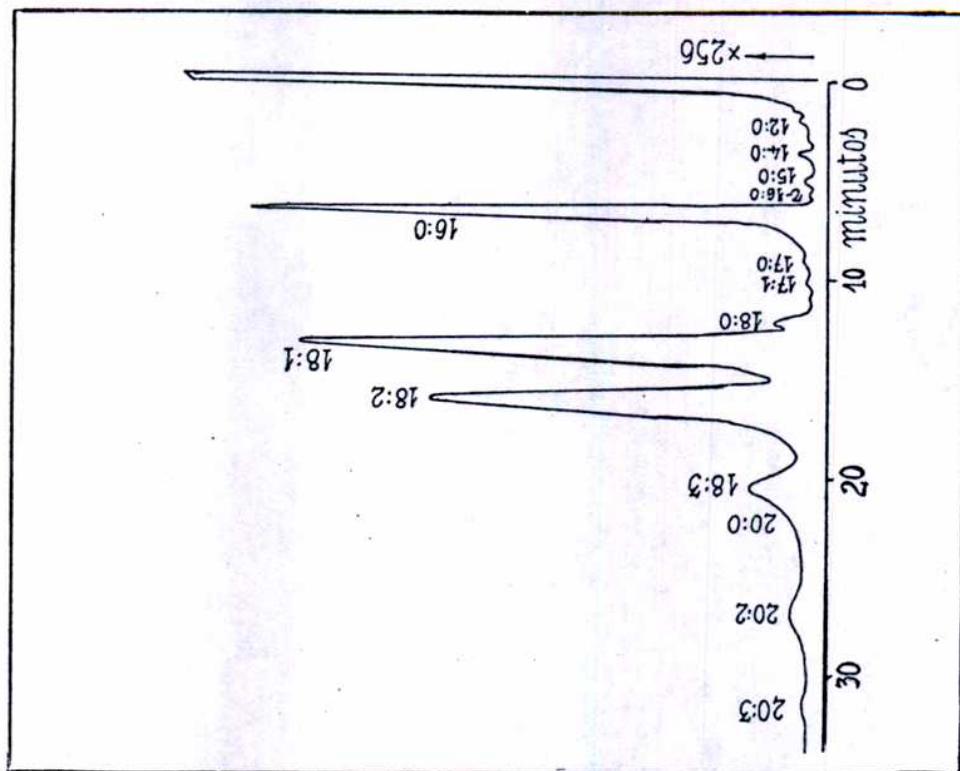


Figura 22: lentejones. Cromatografía gas-líquido de los ésteres metílicos de los ácidos grasos totales de los lípidos residuales.

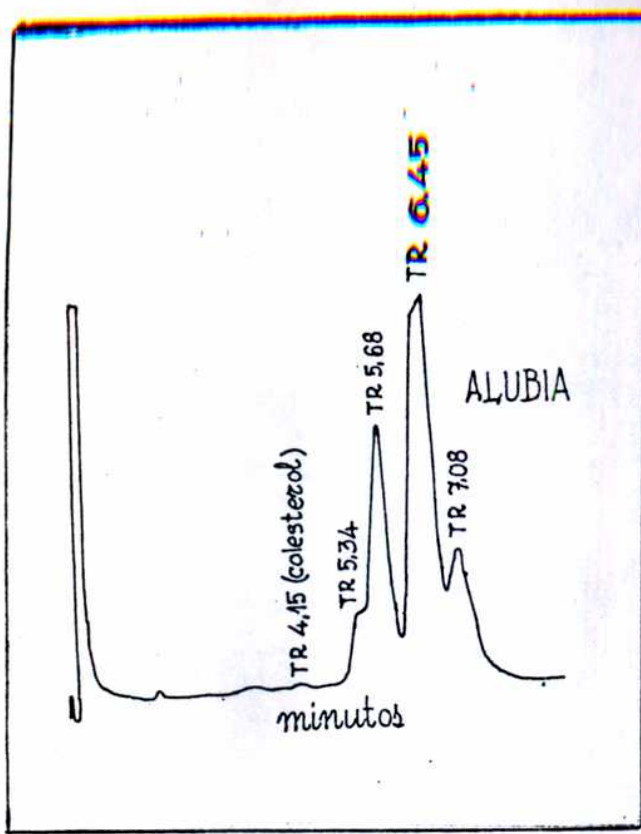


Figura 23

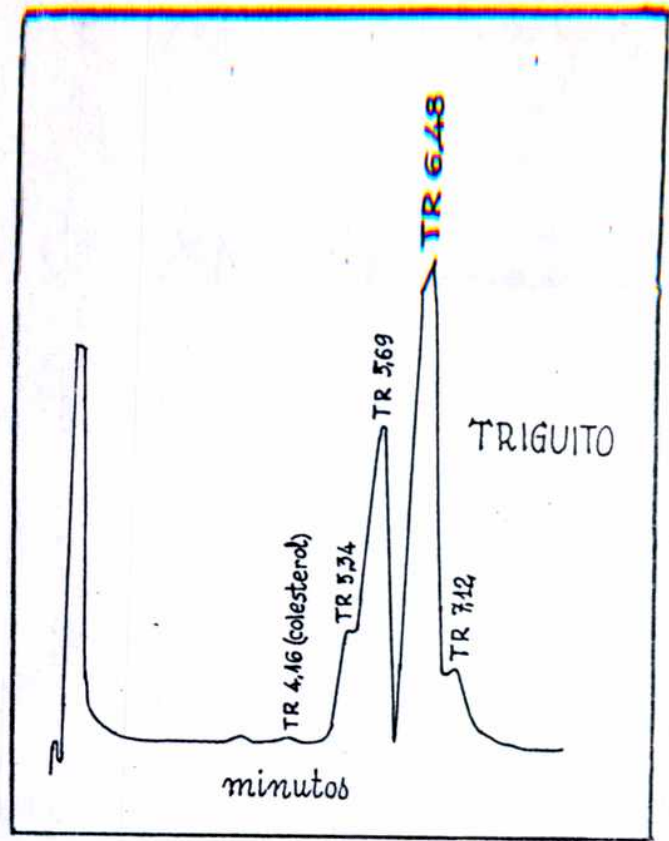


Figura 24

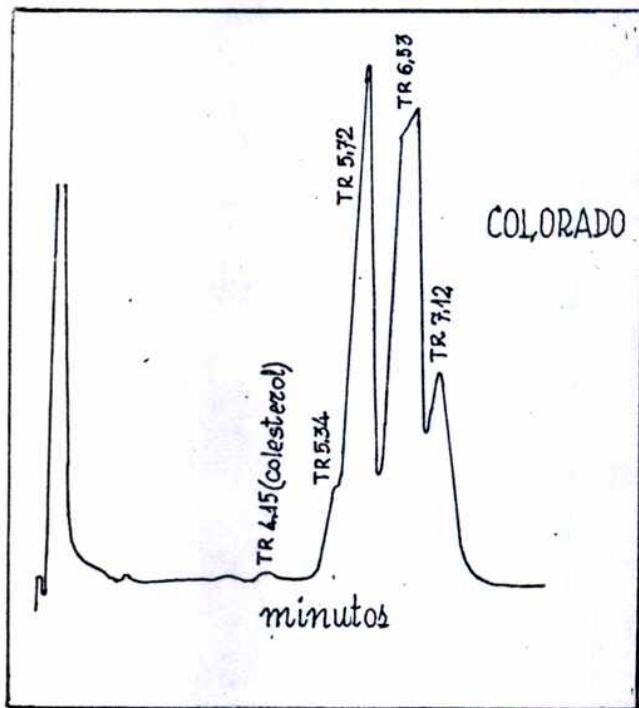


Figura 25

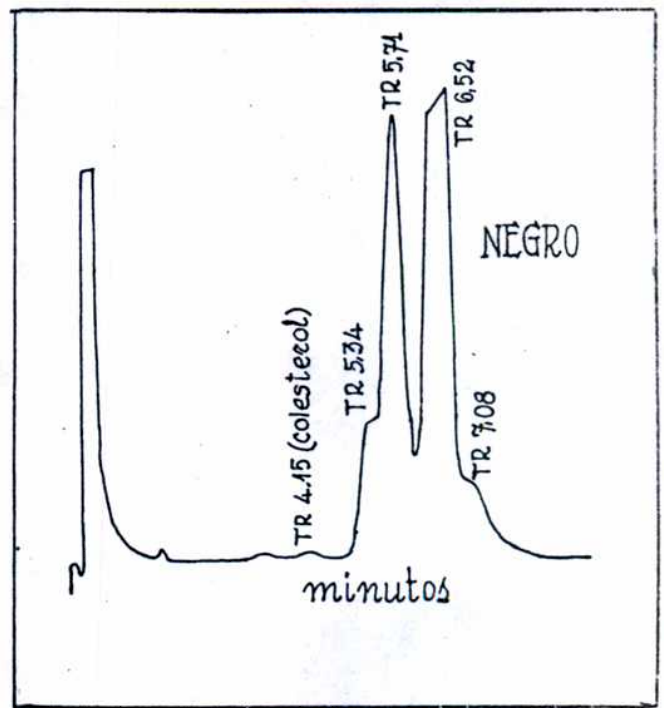


Figura 26

Aceite crudo de extracción de variedades de semillas del género *Ph. vulgaris*.
 Cromatografía gas-líquido de la fracción de esteroides.

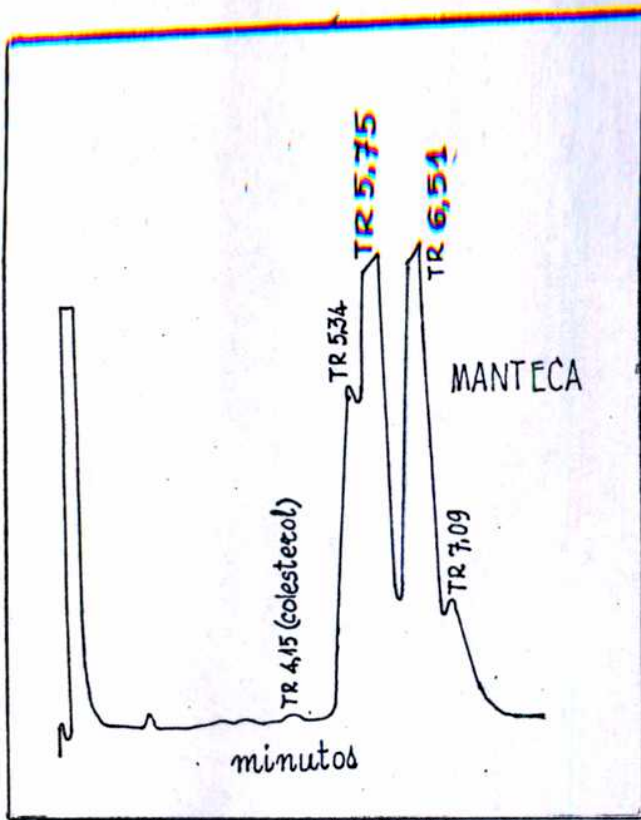


Figura 27

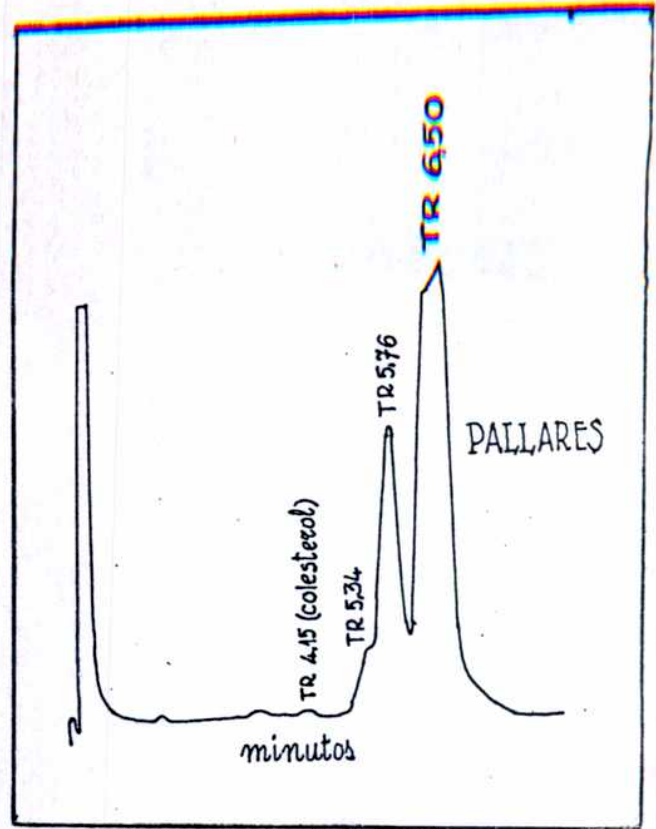


Figura 28

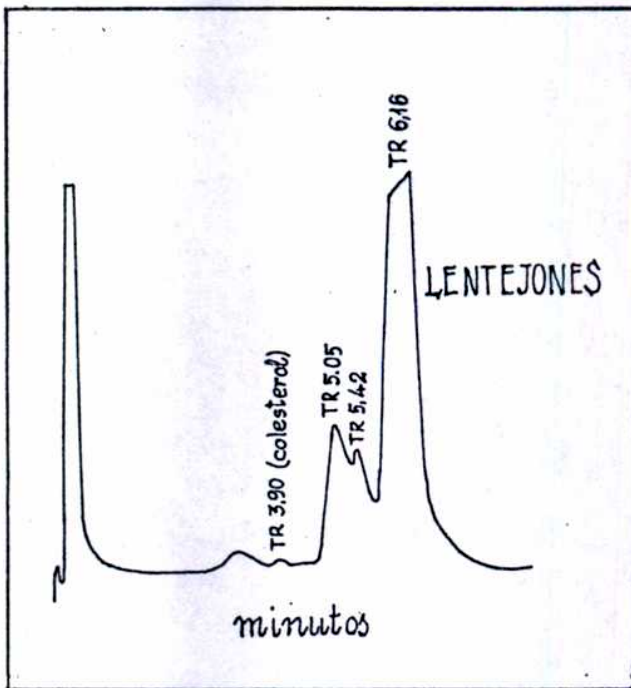


Figura 29

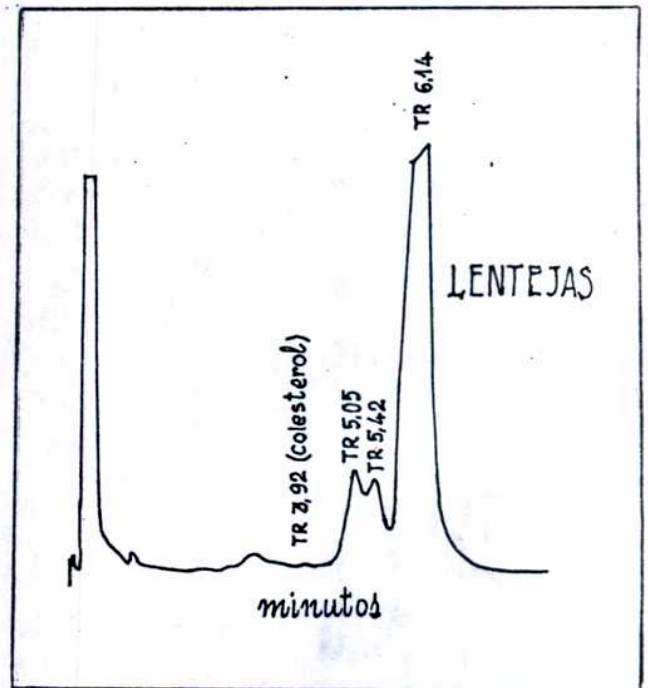


Figura 30

Aceite crudo de extracción de variedades de semillas del género *Ph. lunatus* (Fig. 27 y 28) y de otras especies de legumbres (Fig. 29 y 30). Cromatografía gas-líquido de la fracción de esteroides.

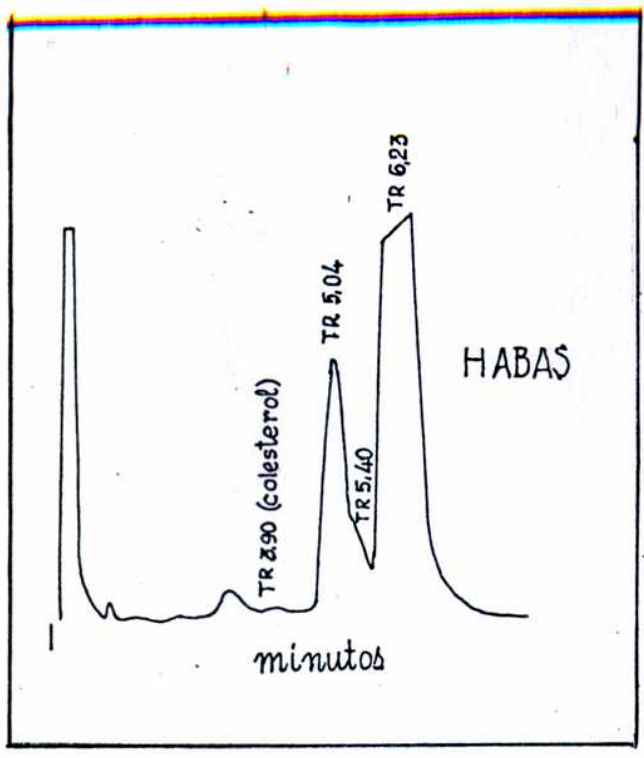


Figura 31

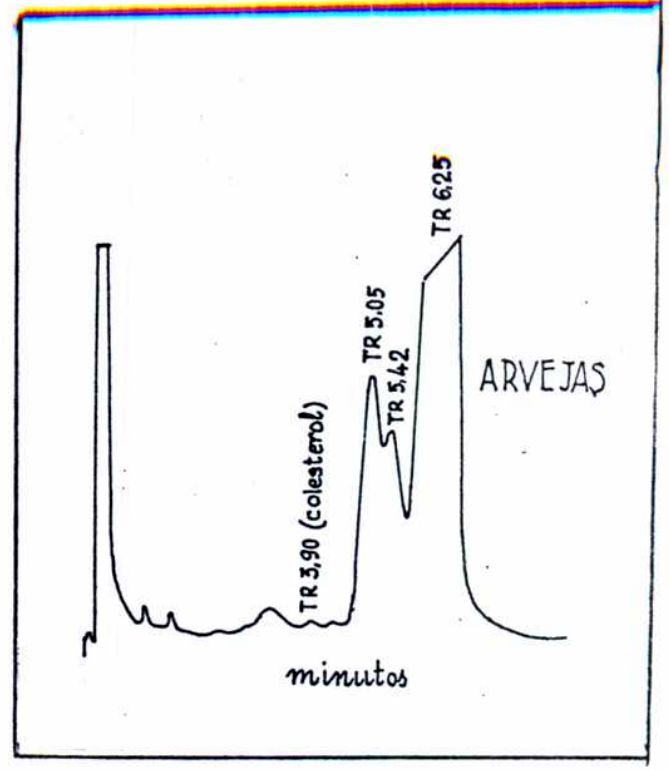


Figura 32

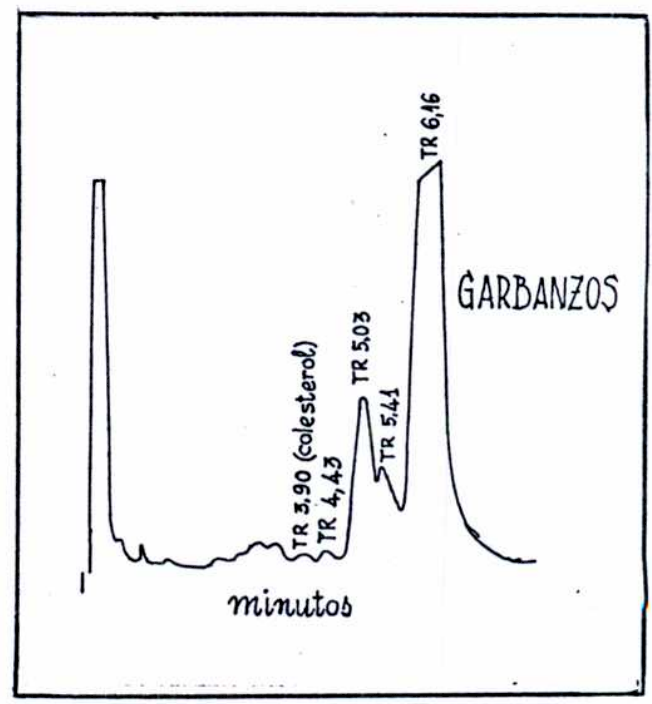


Figura 33

Aceite crudo de extracción de semillas de leguminosas. Cromatografía gas-líquido de la fracción de esteroides.

- BIBLIOGRAFIA -

- (1) W.R. Aykroyd, y J. Doughty, FAO Nutr. Stud., 19, 1 (1964).
- (2) L Kaplan, Econ. Bot., 19, 358 (1965).
- (3) V.C. Sgarbieri, y J.R. Whitaker, Advances in Food Research, 28, 93 (1982).
- (4) O.B. Tandon, R. Bressani, N.S. Schrimshaw, y F. Le Bean, J. Agric. Fd. Chem., 5, 137 (1957).
- (5) W.G. Jaffé, y O. Bröher, Arch. latinoam. Nutr., 24, 107 (1974).
- (6) S.K. Sathe, y D.K. Salunkhe, J. Fd. Sci., 46, 626 (1981).
- (7) F.W. Sosulski, L. Elkowicz, y R.D. Reichert, J. Fd. Sci., 47, 498 (1982).
- (8) R. Bressani, y L.G. Elías, Fd. and Nutr. Bull., 1, 23 (1979).
- (9) C.A. Ryan, Annu. Rev. Plant Physiol., 24, 173 (1973).
- (10) M. Richardson, Phytochemistry, 16, 159 (1977).
- (11) P.L. Antunes, y V.C. Sgarbieri, J. Agric. Fd. Chem., 28, 935 (1980).

- (12) R. Fernández, L.C. Elías, y R. Bressani, J. Agric. Fd. Chem., 30, 734 (1982).
- (13) S.S. Deshpande, S.K. Sathe, D.K. Salunkhe, y D.P. Cornforth, J. Fd. Sci., 47, 1846 (1982).
- (14) P.M. Honovar, C.V. Shih, y I.E. Liener, J. Nutr., 77, 109 (1962).
- (15) R.H. Stead, H.J. H. de Muelenaere, y C.V. Quicke, Arch. Biochem. Biophys., 113, 703 (1966).
- (16) D.G. Coffey, M.A. Verbesax, G.L. Hosfield, y J.R. Brunner, J. Fd. Sci., 50, 78 (1985).
- (17) M.E. Etzler, y S.L. Bandemer, J. Cell. Biol., 62, 329 (1974).
- (18) E. Haslam, R.D. Harworth, K. Jones, y H. J. Rogers, J. Chem. Soc., 1829 (1961 a).
- (19) C.F. Earp, J.O. Akingbala, S.H. Ring, y L.W. Rooney, Cereal Chem., 58, 234 (1981).
- (20) B.S.N. Rao, y T. Prabhvati, J.Sci.Fd. Agric., 33, 89 (1982).
- (21) N.R. Reddy, M.D. Pierson, S.K. Sathe, y D.K. Salunkhe, J. Am. Oil Chem. Soc., 62, 541 (1985).

- (22) J. Martin-Tangrey, J. Guillaume, y A. Kossa, J. Sci. Fd. Agric., 28, 757 (1977).
- (23) M.A. Joslyn, y Z. Glick, J. Nutr., 98, 119 (1969).
- (24) R.R. Marquardt, A.T. Ward, L.D. Campbell, y P.E. Cansfield, J. Nutr., 107, 1313 (1977).
- (25) L.G. Elías, D.G. de Fernández, y R. Bressani, J. Fd. Sci., 44, 524 (1979).
- (26) E.J. Lease, y J.H. Mitchell, South Carolina Agric. Exp. Station Annual Report, 53, 7 (1940).
- (27) B.S.N. Rao, y D.K. Salunkhe, J. Fd. Sci., 47, 2080 (1982).
- (28) L.U. Thompson, y J. H. Yoon, J. Sci. Fd. Agric., 33, 91 (1982).
- (29) D.W. Griffiths, y D.I.H. Jones, J. Sci. Fd. Agric., 28, 983 (1977).
- (30) R. Bressani, L.G. Elías, y J.E. Braham, J. Plant Foods, 4, 43 (1982).
- (31) J. F. Morton, Econ. Bot., 32, 111 (1978).
- (32) P.U. Rao, y Y.G. Deosthate, J. Sci. Fd. Agric., 33, 1013 (1982).

- (33) S.K. Sathe, y D.K. Salunkhe, J. Fd. Sci., 46, 1389 (1981).
- (34) R. Bressani, La Alimentación Latinoamericana, 163, 65 (1987).
- (35) M.J. Dimitri, Enciclopedia Arg. de Agric. Jard., Ed. ACME S.A.C.I., Buenos Aires (1972).
- (36) A. Burkart, Leguminosae, Vol. IV, parte III, (1967).
- (37) Jean C. Baudet, Origine et classification des especes Cultivees du Genre Phaseolus, Bull. Soc. Roy. Bot. Belg. 110, 65 (1977).
- (38) V.C. Mehlenbacher, The Analysis of Fats and Oils, The Garrard Press Publ. Champaign, Illinois (1960).
- (39) G.R. Bartlett, J. Biol. Chem., 234, 466 (1959).
- (40) M.S. Vigo, Tesis, Fac. Cienicas Exactas y Naturales, U.B.A. (1972).
- (41) T.P. Hilditch, y P.N. Williams, The Chemical Constitution of Natural Fats, 4^o Edición, Londres (1964).
- (42) R.T. Holman, W. Lundberg, y T. Malkin, Progress in the Chemistry of Fats and other Lipids, Pergamon Press, 4, (1957).

- (43) H. Forchieri, M.H. Bertoni, G.K. de Sutton, y P. Cattaneo, Anales Asoc. Quim. Argentina, 58, 313 (1970).
- (44) E. Fedeli, A. Lanzarri, P. Capella, y G. Jacini, J. Am. Oil Chem. Soc., 43, 254 (1966).
- (45) M.L. Rodenstein, Tesis, Fac. Ciencias Exactas y Naturales, U.B.A. (1974).
- (46) A.O. Rucci, y M.H. Bertoni, Anales Asoc. Quim. Argentina, 62, 365 (1974).
- (47) E. Conkerton, y V. Frampton, Archives of Biochem. and Biophys., 81, 133 (1959).
- (48) S.C. Revuelto, Tesis, Fac. Ciencias Exactas y Naturales, U.B.A. (1976).
- (49) M.L. Kakade, N. Simons, y E. Liener, Cereal Chem., 46, 518 (1969).
- (50) J.O. Bouzas, y M.H. Bertoni, Anales Asoc. Quim. Argentina, 68, 81 (1980).
- (51) E. Agulló, y M.S. Rodriguez, Anales Asoc. Quim. Argentina, 72, 125 (1987).
- (52) R.G. Gómez, M.C. Degrossi, y M.H. Bertoni, Trabajo presentado en Anales Asoc. Quim. Argentina.

- (53) J.M. Lyons, y L.F. Lippert, Lipids, 1, 136 (1966).
- (54) J. Folch, M. Lee, y G.H. Soane Stanley, J. Biol. Chem., 226, 497 (1957).
- (55) J.O. Bouzas, Tesis, Fac. Ciencias Exactas y Naturales, U.B.A. (1981).
- (56) W. Korytnyk, y E.A. Metzler, J. Sci. Fd. Agr., 14, 841 (1963).
- (57) Toshi Hero Itoh, Toshi Take Tamura, y Taro Matsumoto, Lipids, 9, 173 (1974).
- (58) R.L. Marquardt, J.A. McKirdy, y A.T. Ward, Can. J. Anim. Sci., 58, 459 (1980).
- (59) Y. Ma, y F. A. Bliss, Crop.Sci., 18, 201 (1978).
- (60) R.G.D. Steel, y J.H. Torrie, Principles and Procedures of Statistics, Mc Grow-Hill Book Co. Inc., New York (1960).
- (61) R.R. Sokal, y F.J. Rohlf, Introducción a la Bioestadística, State University of New York. Ed. Reverté S.A. (1980).
- (62) S.S. Deshpande, y M. Cheryan, Nutr. Rep. Intern., 27, 371 (1983).

(63) L.G. Butler, M.L. Price, y J.E. Brotherton, J. Agric. Fd. Chem., 30, 1087 (1980).
--

(64) T.L. Aw y B.G. Swanson, J. Fd. Sci., 50, 67 (1985).
--

