

2ej
125



**UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO**

FACULTAD DE QUIMICA

**OBTENCION DE PROTEINA
SOLUBLE DE SOYA**

T E S I S

**Que para obtener el Título de
Químico Farmacéutico Biólogo
p r e s e n t a**

YOLANDA TERREROS BARROS



1 9 8 6



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**Obtención de proteína
soluble de soya.**

T E S I S

**Que para obtener el título de
QUIMICO FARMACEUTICO BILOGO**

presenta

YOLANDA TERREROS BARROS

1986

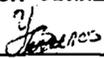


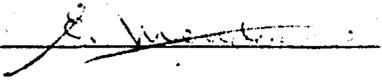
EXAMENES PROFESIONALES
FAC. DE QUIMICA

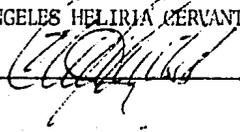
JURADO ASIGNADO SEGUN EL TEMA

PRESIDENTE:	NINFA GUERRERO DE CALLEJAS
VOCAL:	HECTOR BOURGES RODRIGUEZ
SECRETARIO:	EDUARDO MENDOZA MARTINEZ
1ER. SUPLENTE:	JUAN MANUAL DIAZ ALVAREZ
2DO. SUPLENTE:	JESUS ALVARES DEL CASTILLO MUNGUIA

SITIO DONDE SE DESARROLLO EL TEMA:	INSTITUTO NACIONAL DE LA NUTRICION "SALVADOR ZUBIRAN" DEPTO. CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.
---------------------------------------	--

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL SUSTENTANTE	YOLANDA TERREROS BARROS 
--	---

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL ASESOR DEL TEMA:	I.B.Q. EDUARDO MENDOZA MARTINEZ 
---	--

NOMBRE COMPLETO Y FIRMA DEL SUPERVISOR TECNICO:	Q.F.B. ANGELES HELIRIA CERVANTES NOVA 
--	--

C O N T E N I D O

INTRODUCCION -----	1
JUSTIFICACION -----	13
OBJETIVOS -----	16
MATERIAL Y METODOS -----	17
RESULTADOS Y DISCUSION -----	27
CONCLUSIONES -----	44
BIBLIOGRAFIA -----	46

I. INTRODUCCION

Uno de los principales problemas que existen en el mundo, es el de asegurar una alimentación adecuada para la población, la cual es numerosa y se encuentra en rápido crecimiento. Este problema no es igual en todas las regiones del mundo, por una parte en los países desarrollados se cuenta con suficientes alimentos y por otra, los países de escaso desarrollo (que son las dos terceras partes de la población mundial) sufren de múltiples carencias de alimentos con serias consecuencias económicas y de salud. (11).

En México una proporción importante de la población (más del 70%) tiene una dieta insatisfactoria, particularmente en lo que se refiere al contenido de proteínas y a la calidad de las mismas, lo que es similar a muchos otros países en vías de desarrollo entre los que se encuentran los latinoamericanos. (6).

Los distintos estudios realizados en el Instituto Nacional de la Nutrición, indican que la etiología de este consumo insuficiente es muy compleja. Intervienen factores económicos, socioculturales, geográficos e históricos que se mezclan en multitud de posibles combinaciones, pero que finalmente conducen al mismo trágico resultado, la mala alimentación. (6).

Este problema es más grave en el sector rural de la población y afecta más profundamente a los niños y a las madres embarazadas y lactantes. (4).

La leche humana ha sido desde siempre el alimento que ocupa un lugar importante para el adecuado desarrollo del individuo durante sus primeros años y a partir del tercer mes es insuficiente por lo que se ha recurrido a utilizar la leche de vaca.

En muchas partes del mundo, la leche de vaca no alcanza a cubrir las necesidades de los infantes, debido a su alta demanda y baja producción lo que hace que exista un déficit permanente de este producto, marginando su consumo a la población de escasos recursos. (14).

El alto costo y la disponibilidad limitada de las proteínas de origen animal hacen necesario el desarrollo de productos con proteína vegetal al alcance de los sectores más necesitados. (14).

La soya, la cual es ya tradicional en las dietas asiáticas, ha probado su extraordinaria capacidad de proporcionar una fuente aceptable y económica de proteínas de buena calidad. (41).

La soya (según Vavilov) es originaria de China, desde donde se extendió a la mayor parte de los países de Asia, algunos países de Europa y posteriormente al Continente Americano. (38).

En países latinoamericanos como México y Colombia, la soya no ha sido sembrada extensamente, en los demás países la siembra de esta leguminosa es eventual y solamente para fines experimentales. (38).

En México, el cultivo de la soya fue introducido en 1912 sin que se haya cultivado en forma comercial sino dejada en abandono, siendo hasta 1959 en que se le dió una mayor importancia a esta leguminosa y-

se inició el cultivo en escala comercial, siguiendo técnicas proporcionadas por el CIANO (Centro de Investigaciones Agrícolas del Noroeste) - en el Valle del Yaqui, zona en que se inició cultivando 1600 hectáreas y en 1962 se cultivaron 28,530 hectáreas. Por esos mismos años también se comenzó a cultivar en Culiacán, Los Mochis y otras zonas de los Estados de Sinaloa y Sonora. Posteriormente buscando una ampliación de este cultivo, se ha experimentado en el Bajío, Chihuahua, Tamaulipas, Veracruz y algunas otras regiones. (35).

En el cuadro 1 se presentan para efectos de comparación la superficie cultivada, el rendimiento y la producción de los cultivos básicos y de la soya. (18).

CUADRO 1

COMPORTAMIENTO HISTORICO DE LOS CULTIVOS BASICOS

Concepto	Año	Producto					
Superficie (miles de hectáreas)		Maíz	Frijol	Trigo	Sorgo	Arroz	Soya
	1975	6,694	1,753	778	1,445	256	344
	1980	6,955	1,763	739	1,579	132	155
	1985	7,573	1,783	1,218	1,891	216	477
Rendimiento (Kg/Ha)	1975	1,262	586	3,596	2,855	2,792	1,738
	1980	1,780	551	3,769	3,018	3,455	2,014
	1985	1,849	507	4,275	3,511	3,565	1,948
	Producción (miles tons)	1975	8,449	1,027	2,798	4,126	717
1980		12,383	971	2,785	4,812	456	312
1985		14,002	902	5,208	6,641	772	929

Sin embargo, ni la producción del grano, ni la de sus derivados - satisfacen la demanda, por lo que se ha tenido que recurrir a importaciones, que con frecuencia han sido mayores que lo producido.

CUADRO 2

DISPONIBILIDAD DE SOYA 1975 - 1980

Año	Superficie cosechada ha	Rendimiento medio X ha kg	Producción ton	Precio medio rural \$/ton	Valor de la producción \$	Comercio exterior Imp. ton	Exp. ton	Consumo Nacional ton	Per cápita kg
1975	344 450	1 733	593 694	3 350	2 005 841 350	22 033		629 733	10,363
1976	172 379	1 754	302 432	4 151	1 255 633 439	347 902		650 594	10,523
1977	314 276	1 642	516 275	5 212	2 690 690 050	525 653		1 041 355	16,347
1978	216 514	1 542	333 950	5 727	1 912 454 000	681 367		1 015 309	15,478
1979	330 352	1 844	701 595	5 970	4 184 881 000	528 939		2 012 683	29,525
<i>Promedio 1975/79</i>	295 600	1 704	490 603	4 892	2 409 508 956	433 066		923 089	14,521
1980	154 784	2 014	311 663	7,404	2 307 583 872	521 552		833 220	12,015

Fuente: PRONASE (Productora Nacional de Semillas)
Ing. Ramón Sepúlveda Lerma
Cerencia de Comercialización, Abril 1984.

El frijol de soya contiene aproximadamente 8% de cáscara, 90% de cotiledón y 2% de hipocotiledón, los cuales están constituidos fundamentalmente por proteínas, grasas y carbohidratos. (4) .

Las proteínas de la soya son fundamentalmente globulinas, por lo que son solubles en soluciones diluidas de varias sales. (4) .

Los carbohidratos están compuestos por polisacáridos, algunos oligosacáridos como estaquiosa (3.8%) y rafinosa (1.1%) y monosacáridos como arabinosa y glucosa en muy pequeñas concentraciones. Los polisacáridos de la soya son insolubles en agua y en alcohol. (4) .

La soya ha sido utilizada durante muchos siglos por la población de países orientales en la preparación de numerosos productos alimenticios frescos, fermentados y secos, los cuales constituyen una parte importante de su dieta (35) .

Algunos productos alimenticios derivados de la soya, proporcionan únicamente sabor pero muchos otros proveen de una cantidad considerable de proteínas entre los que se encuentra la mal llamada "leche de soya" . (47) .

La "leche de soya" que se puede definir como el extracto acuoso de la soya entera o proteína soluble de soya, tuvo su origen en China en el siglo 2 A.C. (43) .

En 1936, se lanzó al público el primer producto de "leche de soya" en Shangai, China, el cual sirvió de base para el desarrollo de un producto similar realizado por el estadounidense Miller. El producto de-

Miller fue elaborado a nivel industrial y se introdujo en el mercado a precios menores que las bebidas hechas a base de leche de vaca; en 1937, Miller patentó la primera fórmula infantil a base de "leche de soya" a la cual llamó Soyalac. (43).

En 1940 el Sr. Lo, comenzó con el desarrollo de los productos de soya en Hong Kong, lo cual trajo como consecuencia la formación de pequeñas fábricas de "leche de soya". En 1942, la compañía se fue a la quiebra, pero en 1945 después de la guerra un producto llamado "Vitasoy" se introdujo en el mercado no como sustituto a la leche, sino como la primera bebida refrescante a base de "leche de soya". En 1953 "Vitasoy" se comercializó como bebida en envases de vidrio del tipo de refrescos, la cual se esterilizaba para aumentar la vida de anaquel -- del producto sin necesidad de refrigeración. Las ventas de este producto alcanzaron los 150 millones de botellas en el año de 1974 superando a la coca cola. En 1978 la compañía produjo 50,000 botellas por día en envases de cartón en sabores dulce y malteado. (43).

Desde 1976 en Japón empezaron a ponerse en operación una serie de plantas para la producción de "leche de soya" y en 1979 más de 25 empresas formaron la Asociación Nacional Japonesa de "leche de soya" la cual produjo más de 3,000 toneladas al año con sabores de chocolate, café, fresa y naranja. También en 1979 Mitsubishi Kosen, una de las compañías más grandes de Japón, empezó a producir una bebida en base de "leche de soya" de alta calidad con sabor naranja o piña. Este producto llamado Mapurón se vendió en cartones de 200 ml en supermercados a precios relativamente menores a los productos similares a la leche de vaca. (43).

Hoy en día hay más de 35 productores a gran escala de productos - hechos a base de "leche de soya" alrededor del mundo. El hecho de que la leche de soya no se haya convertido en un producto muy popular en - el Occidente puede ser resultado de varios factores, entre los que se pueden contar:

- 1) los productos no han sido eficazmente comercializados.
- 2) Los precios de la "leche de soya" son algunas veces relativamente altos.
- 3) No existe una demanda lo suficientemente alta por las bebidas- refrescantes proteicas a base de vegetales, y
- 4) no han sido desarrollados productos con sabores realmente aceptables para el consumidor. (43).

Las harinas de soya cruda tienen un sabor amargo lo que representa un problema; este sabor puede ser parcialmente eliminado por tratamientos térmico o alcalino, pero el tratamiento alcalino desnaturaliza las proteínas y afecta la solubilidad. El tratamiento térmico también reduce las propiedades de suspensión de sólidos y produce partículas - duras y granulosas que exhiben una textura pobre al ser suspendidas en agua. En adición a estos factores, se presenta la alta viscosidad, lo cual ha hecho a las harinas de soya difíciles de aplicar a la producción de bebidas. (31).

Debido a estos problemas, se han desarrollado una serie de métodos para tratar de evitarlos.

La extracción de la proteína soluble de soya se hace tradicionalmente en el Oriente por medio del remojo del frijol de soya, moliendo con agua, filtración y calentamiento del extracto. (32).

Se han hecho modificaciones a este procedimiento para la eliminación de olores y sabores desagradables, las cuales consisten en un remojo alcalino, molienda en medio ácido y una extracción con agua caliente. Estas modificaciones dan como resultado un producto de mejor-disminución en la recuperación de la proteína que la que se tiene por medio del método Oriental. (32).

En 1964 Hand y colaboradores describen el método para la obtención de "leche de soya" en polvo partiendo de frijol de soya entera. (32).

Otro método es el descrito por Nelson y colaboradores (1976), para la preparación de la "leche de soya" a partir del frijol de soya crudo o descascarillado, lo cual da como resultado un producto estable de buena aceptación. (32).

En México, la "leche de soya" sólo ha sido producida experimentalmente, por lo que su consumo actual es mínimo. Existe gran interés por desarrollar mejores productos a base de soya por parte de Universidades y Centros de Investigación, empresas gubernamentales e Iniciativa privada. Entre los productos ya desarrollados se pueden mencionar las papillas, purés y cereales infantiles. (9).

Los productos mencionados deben tener buenas propiedades sensoriales y un precio relativamente bajo. La elaboración de este tipo de productos trae consigo una serie de problemas relacionados tanto con el procedimiento como con la naturaleza de la soya. Es por esto que su manejo es difícil principalmente debido a la gran cantidad de reacciones desfavorables que se suscitan durante algunos procesos. La - -

soya contiene algunos compuestos antifisiológicos que impiden su uso - en la alimentación de los humanos. (12).

Afortunadamente, a través del tratamiento térmico es posible inactivar sustancias tales como el inhibidor de tripsina, evitar la disminución de nitrógeno soluble y la cantidad de sólidos solubles en alcali. (44).

Durante el tratamiento térmico que se dá a la soya, cabe la posibilidad de que los nutrimentos de la misma, sean dañados. Dado que el valor de la soya como alimento se debe a su alto contenido de proteína, es importante poder medir el grado en el cual la calidad proteica del producto pudo haber sido dañada durante el proceso. (49).

Debido a lo anterior, se deberá proporcionar un tratamiento térmico óptimo para eliminar los factores antifisiológicos sin afectar las características nutricionales y organolépticas de la soya. (4).

En cuanto al contenido de lisina, el mínimo disponible para considerarse como aceptable un producto, deberá de ser de 5g/16g de nitrógeno; valores inferiores indican que hay pérdidas de lisina debido a que el calor ha dañado la proteína.

La proteína soluble de soya tiene varias ventajas y propiedades - entre las que se pueden mencionar las siguientes: (43).

- 1.- Altamente nutritiva. La leche de soya tiene una buena concentración proteica (ver cuadro 3), si se reconstituye con el mismo contenido de sólidos que el de la leche de vaca, la leche de soya alcanza un contenido de proteínas más elevado.

- 2.- Su obtención no necesita una tecnología compleja. La leche de soya puede ser preparada con un mínimo de tiempo y a bajo costo por cualquier persona.
- 3.- Libre de colesterol.- La leche de vaca contiene colesterol y una alta proporción de grasas saturadas. La proteína soluble de soya como todos los productos de origen vegetal no contiene colesterol. Este sólo contiene una tercera parte de la -- grasa que tiene la leche de vaca. Estas grasas son insaturadas y ricas en lecitina y ácido linolítico, el cual ayuda a -- dispersar las grasas saturadas que tienden a obstaculizar el flujo sanguíneo.
- 4.- Altamente versátil.- Además del uso que se le da a la proteína soluble de soya como bebida tipo leche, ésta puede también ser usada para elaborar bebidas refrescantes con alto contenido de proteínas, helados, yogourt, mayonesa, natillas, tofu, etc.

Cuadro 3

Composición de la leche de vaca, leche materna y "leche de soya"

Componente (g/100g)	leche de vaca	leche materna	"leche de soya"
Proteína cruda	2.90	1.40	4.40
extracto etereo	3.30	3.10	2.50
hidratos de carbono	4.50	7.20	3.80
cenizas	0.70	0.20	0.62
calcio (mg)	100.00	35.00	18.50
sodio	36.00	15.00	2.50
fósforo	90.00	25.00	60.30
hierro	0.10	0.20	1.50
tiamina (B ₁)	0.04	0.02	0.04
Riboflavina (B ₂)	0.15	0.03	0.02
Niacina	0.20	0.20	0.62

Fuente: Tablas estándar de la Composición de Alimentos (Japón).

JUSTIFICACION

Uno de los problemas más importantes que se presentan en nuestro país es el de la desnutrición, la cual afecta a grandes sectores de la población, especialmente a los niños lactantes y preescolares sobre todo a los que se encuentran en el medio rural, lo que trae como consecuencia un retraso en el desarrollo físico, mental y social de los niños y en general de toda la población.

Las causas de este problema son varias, entre las que podemos mencionar las siguientes: el bajo poder adquisitivo de la mayor parte de la población, los hábitos inadecuados de consumo y el elevado precio que tienen las proteínas de buena calidad, como son las de la carne, leche, huevo, etc. , por lo cual es necesario buscar alternativas de utilización de las proteínas de origen vegetal como recurso para la obtención de alimentos de alto valor nutritivo y bajo costo.

El frijol de soya resulta un valioso recurso de proteína de buena calidad, por lo que actualmente se está estudiando con mayor énfasis, para utilizarse directamente en la alimentación humana.

En el Instituto Nacional de la Nutrición, se han desarrollado productos en los cuales la soya ha tomado parte importante de los mismos dadas las características que posee. Sin embargo, su mayor consumo es todavía como harina integral o desgrasada; poco se ha usado como extensor o sustituto en carne y leche, ya que presenta una serie de problemas principalmente en cuanto a las características de sabor y de sedimentación.

Una forma de evitar esos problemas es usar la proteína soluble de soya.

La proteína soluble de soya ha despertado un interés considerable debido a su composición como posible sustituto de la leche de vaca, en lugares donde no se encuentra disponible o tiene un costo muy elevado.

Existen muchos procedimientos para la obtención de proteína soluble de soya en los que se varía principalmente el tiempo, las condiciones de remojo, la temperatura. Por lo que es importante hacer una evaluación de los mismos y compararlos para conocer cuales ofrecen mejores resultados desde el punto de vista de rendimiento propiedades -- sensoriales y fisicoquímicas, así como la facilidad de adaptarlos a -- nuestros recursos.

El rendimiento es importante porque en el proceso debe obtenerse la mayor parte de la proteína ya que es una porción muy valiosa del -- grano.

De las propiedades sensoriales destaca el sabor, ya que en la soya existen compuestos que le dan sabores poco agradables, el método se leccionado deberá de eliminar en lo posible este problema.

En lo que se refiere a las propiedades fisicoquímicas la solubilidad juega un papel muy importante, ya que el producto final debe de -- mantenerse en suspensión por períodos de tiempo prolongado; si se sedimenta fácilmente el producto tendrá poca aceptación.

La facilidad de adaptación a nuestro medio y recursos es importante; no debe de requerir tecnologías complicadas y/o equipos poco disponibles ya que se desea que el producto final tenga un precio accesible a la población de escasos recursos.

II OBJETIVOS

1.- Evaluar los principales procedimientos de obtención de proteína soluble del frijol soya para seleccionar el método más adecuado con base en sus características físicas, químicas, y sensoriales.

2.- El procedimiento seleccionado debe conducir a la obtención de un producto que reúna las siguientes características:

a) Composición química

Proteína cruda	35 - 45 g/100 g
Extracto etéreo	20 - 25 g/100 g
Cenizas	4 - 6 g/100 g
Humedad	3 - 4 g/100 g
Contenido de lisina disponible	mayor de 5g/16g de nitrógeno.

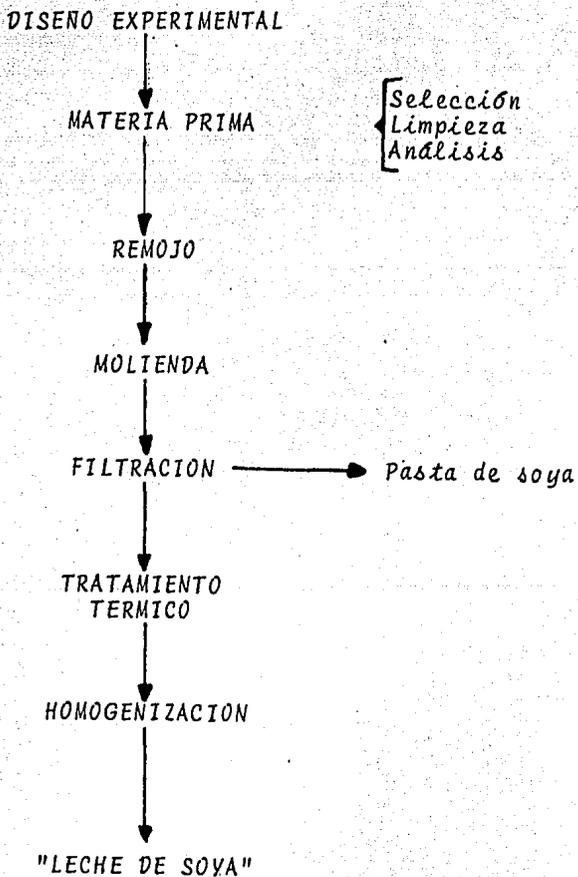
b) Factores antifisiológicos.- que el tratamiento térmico sea adecuado para la destrucción de por lo menos el 80% del inhibidor de tripsina.

c) Propiedades sensoriales.- sabor aceptado por lo menos por el 80% del panel y con una calificación no menor de 7 en una escala hedónica del 1 - 9.

d) Calidad microbiológica.

	col/g
Mesófilos aerobios	30,000 - 50,000
Hongos y levaduras	10 - 20
Coliformes totales	10 - 20
Coliformes fecales	negativo

MATERIALES Y METODOS.-



3.1 Materia Prima

3.1.1 Selección.

La Selección de la materia prima se efectuó con base en la información obtenida sobre producción, lugar de cultivo y costo (cuadros 4 y 5). En éstos se puede observar que en México se cultivan diferentes variedades de frijol de soya, teniéndose la mayor producción en la variedad Cajeme con 18,150 toneladas; sin embargo en el momento de la adquisición del frijol de soya (Abril 84), sólo se encontró la variedad Júpiter (la cual ocupa el 2º lugar en cuanto a producción, además de ser una de las que tienen el costo más bajo.

3.1.2 Obtención de la materia prima

La materia prima se obtuvo de Industrial de Alimentos*, la cual tuvo un costo de \$ 52.00/Kg; se adquirieron 50kgs de frijol de soya - perlada variedad Júpiter.

40Kg de frijol soya entero variedad Júpiter, fueron donados por Aclites Polimerizados, S.A.**

* Domicilio en Poniente 146 # 789 Col. Industrial Vallejo, México, D.F.

** Localizado en Inguarán # 5719, México, D.F.

CUADRO 4

PRODUCCION Y LUGAR DE CULTIVO DE LAS PRINCIPALES

VARIETADES DE FRIJOL SOYA

L U G A R		JUPITER	CAJEME	TETABIATE	BRAGG	DAVIES	YAQUI	MAYO
Cd. Obregón, Sonora	CULTIVO (Hs)	--	8,825	2,160	--	1,650	250	1,360
	PRODUCCION (ton)	--	12,825	3,060	--	2,400	380	1,860
Casas Grandes, Chihuahua	CULTIVO (Hs)	--	1,500	--	--	--	--	--
	PRODUCCION (ton)	--	2,250	--	--	--	--	--
Río Bravo, Tamaulipas	CULTIVO (Hs)	2,800	--	--	--	--	--	--
	PRODUCCION (ton)	2,800	--	--	--	--	--	--
Delicias, Chihuahua	CULTIVO (Hs)	--	2,050	--	1,535	1,700	--	--
	PRODUCCION (ton)	--	3,075	--	2,300	2,550	--	--

Fuente: PRONASE (Producción Nacional de Semillas)
 Ing. Ramón Sepúlveda Lerma,
 Gerencia de Comercialización, Abril, 1984.

CUADRO 5

PRODUCCION TOTAL EN TONELADAS, HECTAREAS CULTIVADAS
Y COSTO DE LA SOYA POR VARIEDAD

VARIEDAD	Ha. CULTIVADAS	TONELADAS	COSTO/KG*
Júpiter	9,600	9,600	\$ 109.00
Cajeme	12,375	18,150	117.00
Tetabiate	4,210	6,135	102.00
Bragg	1,525	2,300	102.00
Davies	3,185	4,950	102.00
Yaqui	265	380	102.00
Mayo	1,360	1,860	102.00

Fuente: PRONASE (Productora Nacional de Semillas).

Precios al menudeo, Abril, 1984.

3.1.3 Limpieza

La limpieza del frijol de soya que se utilizó para los diferentes procedimientos de obtención de proteína soluble de soya se llevó a cabo manualmente para eliminar la materia extraña y granos rotos que pudieran afectar el proceso.

3.1.4 Análisis de materias primas

La materia prima utilizada fue frijol de soya perlada variedad Júpiter a la cual se le efectuó el análisis químico (3) y microbiológico (42).

Se adquirió una muestra de "leche de soya" comercial obtenida en Nutricasa y se le efectuó el análisis químico para fines de comparación.

3.2 Procedimientos de obtención de proteína soluble de soya

De la revisión bibliográfica, se encontró que los métodos más adecuados y que proporcionan un producto de buena calidad son los siguientes:

- | | |
|-------------|--------|
| 1) Illinois | (32) |
| 2) Cornell | (45) |
| 3) Nigeria | (14) |
| 4) Khaleque | (25) |
| 5) Johnson | (23) |

6) Wilkens	(51)
7) Snyder I	(21)
8) Snyder II	(21)
9) Snyder III	(21)

Los tratamientos de los procedimientos anteriores se presentan en el cuadro 6.

3.3 Evaluación Física y Química de los Procedimientos

Se realizó una evaluación física y química de cada uno de los métodos en sus diferentes etapas. La evaluación comprendió la medición del efecto de las condiciones de remojo sobre el volumen final del -- frijol de soya, efecto de los diferentes pasos a través del molino co loidal sobre la proporción de sólidos solubles, medición del rendi- - miento en cada uno de los productos obtenidos, efecto de la homogeni- zación sobre la proporción de sólidos solubles, medición de viscosi- - dad, contenido de proteínas y cantidad de recuperación de proteínas.

CUADRO 6

TRATAMIENTOS SELECCIONADOS PARA LA OBTENCIÓN DE PROTEÍNA SOLUBLE DE SOYA

TRATAMIENTO	REMOJO	TRAT. ALCALINO	MOLIENDA	FILTRACION	TRAT. TERMICO	FILTRACION	HOMOGENEIZACION
Illinois	12 hs. en -- Na ₂ CO ₃ 0.5% 1:3	30 min. NaHCO ₃ 0.5% 1:3	+H ₂ O (92°C) hasta 12% - de sólidos.	Malla 30	93°C, 15 min.	--	1o. 3,500 psias 2o. 500 psias
		TRAT. TERMICO					
Cornell	12 hs. en -- agua 1:3	Agua a 92°C - 1:3	+H ₂ O (50°C) hasta 12% - de sólidos.	--	95°C, 10 min. con agitación	Malla 30	--
Nigeria	12 hs. en -- agua 1:3	Agua a 92°C - durante 5 mi- nutos 1:3	+H ₂ O (83°C) hasta 12% - de sólidos.	Malla 30	93°C, 3 min.	--	--
Khalequa	18 hs. en - Na ₂ CO ₃ 0.4M a 4° amb. - 1:3	--	+H ₂ O (T°amb) durante 4 -- min. hasta - 12% de sólidos.	--	30 min. 92°C	Malla 30	--
		REMOJO					
Snyder I	6 hs. en -- etanol al -- 15% +NaOH -- 0.1M 60°C 1:3	Remojo en agua 18 hs. 1:10 -- 4°C.	+H ₂ O (T° amb) 9 veces aju- gar el peso - 0.9 durante - 10 min.	--	93°C, 10 min.	Malla 30	3,500 psias 500 psias
Snyder III	6 hs. EtOH al 15% Na ₂ CO ₃ -- 0.1M 60°C 1:3	"	"	--	"	"	"
Snyder II	6 hs. EtOH - al 15% + -- NaHCO ₃ 0.2M 60°C 1:3	Remojo en agua 18 hs. 1:10 -- 4°C.	+H ₂ O (T°amb) 9 veces aju- gar el peso - 0.9 durante 10 min.	--	93°C, 10 min.	Malla 30	3,500 psias 500 psias
Milkens	12 hs. en -- agua (25 -- 30°C) 1:10	--	80°C + agua relación -- 1:10, 5 min.	Malla 30	90-98°C, 10 - min.	--	--
Johnson	18 hs. en -- agua.		Precalenta- miento - -- 15-20 seg. - 95-100°C.	Malla 30	--	--	3,500 psias 500 psias

3.4 Evaluación sensorial de los productos obtenidos con los diferentes tratamientos.

Para evaluar los productos obtenidos en los diferentes tratamientos se utilizó un panel integrado por 8 jueces entrenados. Al panel se le pidió que evaluara únicamente el aroma considerando que esta característica era fundamental para la aceptación del producto. Los jueces tuvieron que clasificar las muestras por orden de intensidad de aroma a soya de mayor a menor. Como referencia se utilizó una muestra de pasta de soya. Debido a que el número de muestras era muy grande (nueve), la evaluación se hizo en dos partes.

3.4.1 El primer grupo de métodos evaluados, fue el siguiente:

- 1.- Cornell
- 2.- Johnson
- 3.- Nigeria
- 4.- Snyder I
- 5.- Snyder II
- 6.- Snyder III

3.4.2 Los métodos Khaleque, Illinois y Wilkens.- Se evaluaron con los tratamientos seleccionados del primer grupo (Snyder II y Snyder III). Ambas evaluaciones se hicieron por duplicado.

3.4.3 También se hizo una evaluación preliminar en cuanto a sabor por medio de una prueba triangular.

El panel de evaluación sensorial estuvo formado por 30 jueces no entrenados.

La agrupación se hizo con base en la similitud del procedimiento.

Grupo 1 ^o	Cornell, Nigeria, Johnson
Grupo 2 ^o	Snyder I, Snyder II, Snyder III
Grupo 3 ^o	Wilkens, Khaleque e Illinois

3.5 Selección del método más apropiado para la obtención de protelna soluble de soya.

Para seleccionar el método que proporcione las condiciones óptimas del procedimiento y del producto terminado, se tomó en cuenta la evaluación física y química (citada en el punto 3.3); así como la evaluación sensorial, ya que esto indica la calidad en cuanto a sabor y aroma del producto.

3.6 Determinación de los índices de efectividad del tratamiento térmico.

Una vez seleccionado el método de obtención de protelna soluble de soya se probaron diferentes tiempos y temperaturas a fin de seleccionar aquellas condiciones bajo las cuales se destruye el 80% del inhibidor de tripsina; la evaluación de éstos tratamientos se llevó a cabo de terminando el % de actividad de ureasa (10) y el % del inhibidor de tripsina (10), estas determinaciones se hicieron en el producto seco.

3.7 Desecación del producto

El producto se deshidrató en un secador por aspersion y se determinó la proporción de sólidos insolubles y solubilidad (10).

3.8 Evaluación final del producto terminado.

Al producto final se le hicieron las siguientes determinaciones:

3.8.1. Análisis Químico (3)

3.8.2 Análisis Microbiológico (42)

3.8.3 Análisis sensorial; se hizo con un grupo de 50 jueces no entrenados por medio de una escala hedónica, del 1 al 9.

3.8.4 Determinación de lisina disponible (36).

IV. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1.3 Limpieza de Materia Prima

El porcentaje de materia extraña en el frijol de soya fue de 2.4%; este valor esta dentro de los valores reportados. (2).

4.1.4 Análisis de Materias Primas

Los resultados obtenidos del análisis químico efectuado al frijol de soya se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO 7

Análisis Químico del frijol soya variedad Júpiter

	(g/100g)
Proteína cruda	36.7
Extracto etéreo	22.9
Fibra cruda	4.2
Humedad	6.7
Cenizas	4.8
* Hidratos de carbono	24.5

* Por diferencia

Los datos anteriores no presentan diferencias marcadas con respecto a los reportados, es decir,, se encuentran cantidades elevadas de -

proteínas y extracto etéreo.

El análisis químico efectuado a la "leche de soya" que se vende comercialmente, se muestra en el cuadro siguiente:

CUADRO 8

Análisis Químico de "Leche de Soya"

	(g/100g)
Proteína cruda	31.5
Extracto etéreo	1.1
Fibra cruda	2.9
Humedad	6.6
Cenizas	6.2
*Hidratos de carbono	51.5

*Por diferencia

Los datos anteriores revelan un contenido de proteína y de hidratos de carbono, similares a la composición de las leches modificadas para -infantes. (29). Este análisis sirve como patrón de comparación para el producto obtenido.

En el cuadro 9 se presentan los resultados del análisis microbiológico efectuado a la materia prima utilizada para llevar a cabo el procedimiento de obtención de proteína soluble de soya.

CUADRO 9

Análisis microbiológico del frijol de soya

Mesófilos aerobios	370,000 col/g
Hongos y Levaduras	400 col/g
Coliformes totales	93 NMP
Coliformes fecales	3 NMP

Debido a la cuenta de microorganismos que resultó bastante elevada, la materia prima adquirida tuvo que ser sujeta a un tratamiento térmico para lograr un producto de calidad sanitaria aceptable.

4.3 Evaluación Física y Química de los diferentes procedimientos - de obtención de proteína soluble de soya.

El cuadro 10 muestra el efecto del remojo sobre el volumen final - del grano. Con base en los resultados obtenidos, los mayores volúme-- nes se alcanzan en los tratamientos que incluyen etanol a 60°C. El -- aumento del volumen del grano es consecuencia de su mayor hidratación, lo cual facilita la molienda. Como resultado se obtiene una mayor can- tidad de sólidos solubles en menor tiempo.

La molienda se realizó en un molino coloidal con abertura 1 corres- pondiente a la malla 100; posteriormente se evaluó la cantidad de sólidos solubles al hacer la suspensión y en cada paso a través del molino coloidal. Los resultados se muestran en el cuadro 11, en el que se --

puede observar que los procedimientos que requieren el menor número de pasos para alcanzar el 12% de sólidos solubles (era el contenido deseado, ya que la leche entera contiene 12% de sólidos solubles) son el -- Wilkens e Illinois. Esto pudo haberse debido a que en el método Illinois tiene un tiempo largo de remojo, y al uso de carbonato de sodio, el cual ablanda más el grano; en el método Khaleque, se tuvo un tiempo largo de remojo y en el caso del método Wilkens fue también un remojo durante un tiempo prolongado y la proporción granos: solución fue de 1: 10 por lo que tuvo mayor cantidad de agua para hidratarse.

El rendimiento de la proteína soluble de soya y cantidad de pasta obtenida, así como la cantidad de sólidos solubles después de la filtración para cada uno de los procedimientos, se muestra en el cuadro-12.

La viscosidad de los productos obtenidos con los métodos Johnson y Snyder II fue de 409 cps y 430 cps respectivamente, presentándose como líquidos fluidos y fueron los de mayor contenido de proteínas.

Con base en lo anterior se puede decir que los métodos Johnson y Snyder II presentaron las mejores características de acuerdo con los objetivos propuestos.

CUADRO 10

EFECTO DE LAS CONDICIONES DE REMOJO SOBRE EL
VOLUMEN FINAL DEL FRIJOL DE SOYA

METODO	REMOJO (soln)	TIEMPO (hrs)	TEMPERATURA (°C)	PROPORCION (gramos:soln)	AUMENTO DE VOL. (%)
Cornell	agua	12	20	1:3	100.9
Nigeria	agua	12	20	1:3	100.6
Johnson	agua	18	20	1:3	101.3
Snyder I	Et-OH 15% +NaOH 0.1M	6	60	1:3	104.0
Snyder III	Et-OH 15% +Na ₂ CO ₃ 0.1M	6	60	1:3	107.0
Snyder II	Et-OH 15% +NaHCO ₃ 0.1M	6	60	1:3	130.0
Wilkens	agua	12	20	1:10	103.0
Khaleque	CaCO ₃ 0.4M	18	20	1:3	104.3
Illinois	NaHCO ₃ 0.5%	12	20	1:3	105.6

CUADRO 11

EFECTO DE LOS DIFERENTES PASOS A TRAVES DEL
MOLINO COLOIDAL SOBRE LA PROPORCION DE SOLIDOS SOLUBLES EN
LOS DIFERENTES TRATAMIENTOS

M E T O D O	NUMERO DE PASOS A TRAVES DEL MOLINO COLOIDAS (%5.5)					Nº DE PASOS NECESARIOS PARA ALCANZAR 12% S.S.
	INICIAL	1º	2º	3º	4º	
Cornell	9	10	12	12	--	2
Nigeria	8	10	11	12	12	3
Johnson	10	12	12	--	--	1
Snyder I	7	10	11	12	--	3
Snyder III	7	8	10	12	--	3
Snyder II	7	12	12	--	--	1
Wilkens	10	12	12	--	--	1
Khaleque	10	12	12	--	--	1
Illinois	10	12	12	--	--	1

CUADRO 12

COMPARACION DE DIVERSOS METODOS PARA OBTENCION DE
PROTEINA SOLUBLE DE SOYA, PASTA DE SOYA Y % DE
SOLIDOS SOLUBLES DESPUES DE LA FILTRACION

M E T O D O	PROTEINA SOLUBLE DE SOYA (ml)	PASTA DE SOYA (g)	SOLIDOS SOLUBLES (%)
Cornell	1280	1800	12
Nigeria	1750	1630	12
Johnson	1780	1650	10
Snyder I	1360	2200	8
Snyder III	1500	2250	8
Snyder II	2000	2400	10
Wilkens	1000	2380	12
Khaleque	1400	2370	12
Illinois	1600	2240	10

4.4 Evaluación sensorial de los diferentes tratamientos.

4.4.1 De los resultados del primer grupo de métodos evaluados, se -- puede decir lo siguiente:

Las muestras de los métodos Cornell, Johnson, Nigeria y Snyder I, - presentaron mayor aroma a frijol de soya que las muestras Snyder II y Snyder III, por lo que éstas dos últimas muestras se utilizaron para - evaluar a las 3 muestras restantes (Khaleque, e Illinois) y las mues- - tras Cornell, Johnson, Nigeria y Snyder I se descartaron por la inten- - sidad del aroma a frijol de soya.

4.4.2 De los resultados del segundo grupo de tratamientos se puede - decir lo siguiente:

La muestra que presenta mayor aroma a frijol de soya es Wilkens; - entre las muestras Illinois y Snyder III no existe diferencia en cuan- - to a aroma a frijol de soya y la muestra con menor aroma a frijol de - soya es Snyder II.

De la evaluación preliminar se concluye que las mejores muestras - en cuanto a aroma son las de los procesos:

Snyder II
Snyder III
Illinois

Lo cual coincide con el mayor rendimiento y contenido de proteínas . de dichos procesos.

4.4.3 Con respecto a los resultados obtenidos en la evaluación preliminar con respecto a sabor se puede decir lo siguiente:

Del Grupo 1:

- a) No hay diferencia entre las muestras Cornell y Nigeria con un nivel de significancia del 5%.
- b) Si existe diferencia con un nivel de significancia del 5% entre las muestras Cornell y Johnson.
- c) Si hay diferencia entre las muestras Nigeria y Johnson con un nivel de significancia del 5%, ya que los jueces detectaron a la muestra diferente (Johnson).

En las pruebas b) y c) los jueces detectaron la muestra diferente (tratamiento Johnson) e hicieron los siguientes comentarios.:

- 1) La muestra diferente es menos desagradable.
- 2) Es mejor la diferente, en las muestras iguales el sabor amargo - - - ácido es muy fuerte.
- 3) Fue fácil la identificación, ya que la muestra diferente tiene buen sabor y buena consistencia.

Con base en la evaluación sensorial, rendimiento y contenido de - - - proteína, el tratamiento elegido del grupo 1 fue el Johnson.

Del Grupo 2:

- a) No hay diferencia entre las muestras Snyder II y Snyder III con

un nivel de significancia del 5%.

- b) No hay diferencia con un nivel de significancia del 5% entre las muestras Snyder I y Snyder III.
- c) No existe diferencia entre las muestras Snyder I y Snyder II con un nivel de significancia del 5%.

De las 3 pruebas realizadas se puede decir que los jueces no detectaron la diferencia en cuanto a sabor entre los tratamientos por lo cual es indistinto usar uno u otro tratamiento (Snyder I, Snyder II o Snyder III), pero en cuanto al rendimiento y contenido de proteína con el tratamiento - Snyder II se obtienen resultados más altos, por lo cual el método elegido del grupo 2 fue el Snyder II.

Del grupo 3:

- a) No existe diferencia entre las muestras Wilkens y Khaleque con un nivel de significancia del 5%.
- b) Sí existe diferencia con un nivel de significancia del 5% entre las muestras Wilkens e Illinois.
- c) Si hay diferencia entre las muestras Khaleque e Illinois con un nivel de significancia del 5%.

Los jueces que detectaron la muestra diferente, comentaron que dicha muestra tenía un sabor más agradable que las otras muestras; por lo cual el mejor tratamiento del grupo 3 fue el Illinois.

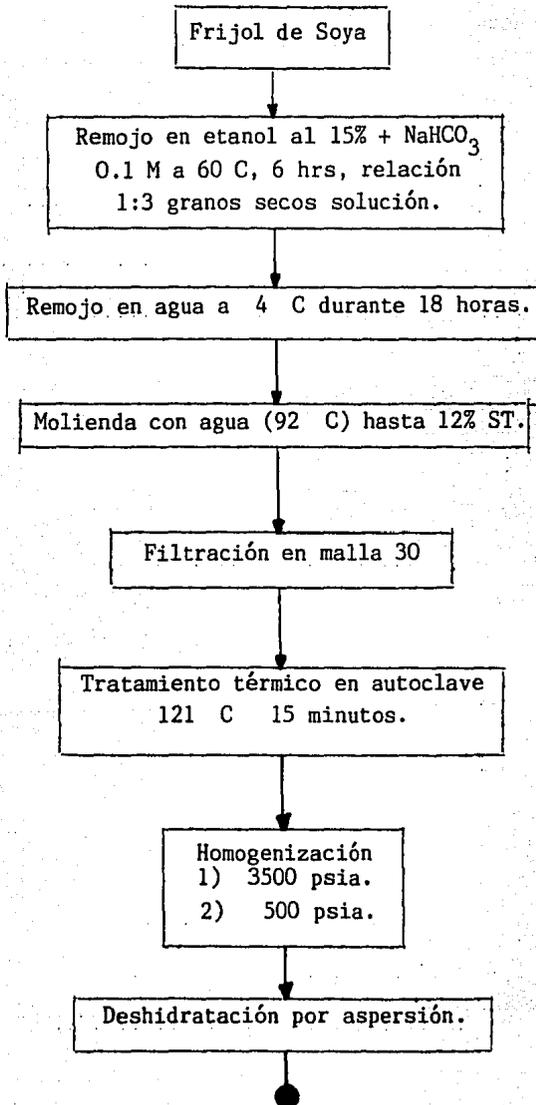
4.5 Selección del método más apropiado para llevar a ca-

bo la obtención de proteína soluble de soya.

Con base en los resultados obtenidos de la evaluación sensorial así como la evaluación física y química de los diferentes métodos de obtención de proteína soluble de soya, se estableció el procedimiento (fig. 1) más adecuado para la obtención de proteína soluble de soya en este estudio.

FIGURA 1

PROCEDIMIENTO SELECCIONADO PARA LA OBTENCION DE PROTEINA SOLUBLE DE SOYA



PROTEINA SOLUBLE DE SOYA

4.6 Detección de los índices de efectividad del tratamiento térmico.

4.6.1 Determinación de Actividad de Ureasa.

La actividad de ureasa para la materia prima (harina de soya cruda) fue de 2.1 (*) y en la "leche de soya" fue de 0 (*) lo que indica que en la materia prima la ureasa se encontraba presente casi en su totalidad ya que el incremento del pH estuvo dentro del intervalo más altamente esperado. Sin embargo en la "leche de soya" se muestra que la enzima se destruyó totalmente con lo cual se logró el resultado esperado para este producto.

(*) expresada como el incremento en unidades pH entre la muestra y el blanco.

4.6.2 Determinación del factor antitripsico

Las condiciones de temperatura y tiempo con las que se logró la destrucción de más del 80% del Inhibidor de tripsina fueron de 121°C y 5 minutos ya que en la materia prima había 58,294 UIT y la proteína soluble de soya contuvo 5,578 UIT.

4.7 Deshidratación por aspersion del producto

Las condiciones utilizadas para la proteína soluble de soya se presentan en el cuadro 13.

Cuadro 13

Condiciones de deshidratación de proteína soluble de soya

Temp. de entrada del aire ($^{\circ}\text{C}$)	138
Temp. de salida del aire ($^{\circ}\text{C}$)	85
Presión de alimentación (Kg/cm^2)	1.5
Presión de atomización (Kg/cm^2)	9.1

Por medio del establecimiento de las condiciones señaladas en el cuadro anterior, se obtuvo un producto con 93.14% de solubilidad y 2.43% de sólidos insolubles, lo cual es apropiado para este tipo de productos, ya que se requiere que se disuelva rápidamente y no queden sólidos en suspensión.

4.8 Evaluación final del producto terminado

4.8.1 Análisis Químico

En el cuadro 14, se presenta el análisis químico de la proteína soluble de soya, observándose que el porcentaje de proteína obtenido, es mayor al esperado por lo cual se concluye que el método de obtención es bueno.

Cuadro 14

Análisis Químico de Proteína Soluble de Soya

	(g/100 g)
Proteína Cruda	46.46
Extracto etéreo	25.12
Fibra Cruda	0.33
Humedad	5.04
Cenizas	3.63
*Hidratos de Carbono	19.42

* Por diferencia

4.8.2 Análisis Microbiológico

En el cuadro siguiente se muestra la calidad microbiológica del producto.

Cuadro 15

Análisis Microbiológico de Proteína Soluble de Soya

Mesófilos Aerobios	36,000 col/g
Hongos y Levaduras	110 col/g
Coliformes totales	3.6 NMP
Coliformes fecales	Negativo

La calidad bacteriológica presentada en el cuadro anterior se encuentra dentro de las especificaciones dadas para productos similares. (33).

4.8.3 Análisis Sensorial

Los resultados de la evaluación sensorial se muestran en el cuadro 16, de donde se puede observar que el 86% de los jueces dieron como mínimo una calificación de 6, lo cual quiere decir que el producto gusta poco, pero no es completamente desagradable al consumidor.

Cuadro 16

Análisis Sensorial de Proteína Soluble de Soya

No. de Jueces	Calificación
0	1
1	2
1	3
2	4

3	5
17	6
20	7
4	8
2	9

4.8.4 Determinación de Lisina Disponible

La cantidad de lisina disponible en la proteína soluble de soya fue de 5.89 g/16 g de N₂ lo cual es bastante aceptable en relación con la reportada bibliográficamente. (19).

V CONCLUSIONES

- El tratamiento con etanol a 60°C, facilita la molienda y permite una mayor extracción de sólidos solubles
- Se probaron 9 procesos para la obtención de la proteína soluble de soya y en base a los resultados de las pruebas físicas y químicas, se encontró que los mejores fueron el Johnson y el Snyder II. Con estos dos procesos se obtuvo un contenido mayor de proteínas, mayor rendimiento y una viscosidad más adecuada.
- Con el proceso de Snyder II se obtuvieron 2000 ml de "leche de soya", el promedio de los 9 procesos fue de 1552 ml.
- Con el proceso Snyder II se obtuvieron 2400 g de pasta de soya, el promedio de los 9 procesos fue de 2101 g.
- Los resultados de evaluación sensorial demostraron que con los procesos Snyder I y Snyder II se obtuvieron los mejores resultados en cuanto al aroma y en el resto el aroma a frijol era muy intenso.
- El tratamiento térmico a que se sometió la soya, que fue de 121°C y 5 minutos destruye más del 80% del inhibidor de tripsina.

Por lo tanto el tratamiento térmico fue adecuado.

- El producto final contiene una cantidad elevada de proteínas de más de 46% así como de extracto etéreo el cual es de más del 25%.
- Los resultados del panel efectuado revelan que el producto tuvo una calificación promedio de 6.2, o sea una aceptación regular.
- La lisina disponible fue mayor que el límite establecido que es de 5.0 g/ 16 g de N₂, lo que indica que el proceso térmico no tuvo un gran efecto sobre este aminoácido.
- Las variables que influyen en la calidad y rendimiento de la proteína soluble de soya son: el tiempo de remojo, las -- condiciones de remojo y la temperatura.

VI BIBLIOGRAFIA

- 1.- Aguilera, J.M. y Lusas, E.W. "Review of Earlier Soya Protein Fortified Foods to Relieve Malnutrition in Less Development Countries". *JAACS* 58(3): 514-520 (1981).
- 2.- Asociación Americana de la Soya. *Calidad Norteamericana de Soya de Exportación 1984*. N°8/86. Servicio Federal de Inspección de Granos (1985).
- 3.- AOAC. *Methods of Analysis 13 th. Ed. Association of Official Analytical Chemists*. Washington, D.C. 1980.
- 4.- Badui, D.S. "Química de los Alimentos". Ed. Alhambra. México (1982).
- 5.- Blain, J.A. y Shearer, G. "Inhibition of Soya Lipoxidase" *Journal Food Agr.* 16: 373-378 (1965).
- 6.- Bourges, R.H. *Experiencias del Programa Nacional de Alimentación con el uso de la soya, Memorias de la 1a. Conferencia Latinoamericana de Soya México*, (1976).
- 7.- Bourges, R.H. *Programa Nacional de Alimentación. Cuadernos de Nutrición*, 6(10): 39-43 (1983).
- 8.- Bressani, R. "The Quality of Soybean Protein as Tested in Children". *Institute of Nutrition of Central America and*

Panama (INCAP). Guatemala, C.A. 1978.

- 9.- Bressani, R. "The Role of Soybeans in Food Systems". JAOCS, 58 (3): 392-399 (1981).
- 10.- Calvo, C.C. "Manual de Técnicas de Laboratorio para el Análisis de Alimentos". División de Nutrición Experimental y Ciencia de los Alimentos. INNSZ. México (1984).
- 11.- Cárdenas, G. "Aporte Vitamínico de Madres del Medio Rural Tratadas con Suplemento Alimenticio". Tesis Profesional. Facultad de Química. México (1973).
- 12.- Costa da S.I. y Arcoll, D.B. "The Industrial Production of an Organoleptically Acceptable Soybean Milk". International Agr. Publ. Urbana, Ill. (1975).
- 13.- Chávez, A; Martínez, C. "Nutrición y Desarrollo Infantil" Ed. Interamericana, México (1979).
- 14.- Chen, S. "Nutrition and Production of Soymilk". Presented at the 10th. Asean Workshop "High Protein Low Cost Food - Supplement". Bangkok, Thailand (1980).
- 15.- Desrosier, N. "Elementos de Tecnología de Alimentos". Ed. CECSA. México (1983).
- 16.- Eldrige, A.C. "Comparación Química de una variedad de So

- ya Mexicana y una Norteamericana". *JAACS* 60(6): 1132-1134 (1983).
- 17.- Facultad de Química. UNAM. "Prácticas de Laboratorio - de Física III - Q.F.B. Coordinación de Física (1976).
- 18.- Gavaldón, E.E. "Desafíos Alimentarios de México". *Cuadernos de Nutrición* 9 (3): 17-32 (1986).
- 19.- Hackler, L.R., Van Beuren, J.P., Steinkraus. "Effect of Heat Treatment on Nutritive Value of Soymilk Protein Feed to Weanling Rats". *Journal Food Sci.* 30(1):723-728 (1965)
- 20.- Hand, D.B., Steinkraus, J.P., Van Buren. "Pilot Plant - Studies on Soymilk". *Food Technology*. 18: 139-142 (1964)
- 21.- Hea-Ran, Lee Ashraf y Snyder, H.E. "Influence of Ethano-lic Soaking of Soybeans on Flavor and Lipoxigenase Acti-vitiy of Soymilk. *J. Food Science* 46(4): 1201-1204 -- (1981).
- 22.- Herrera, J. "Desarrollo de una leche con triple concen-tración de sólidos totales". Tesis Profesional. Escue-la de Ciencias Biológicas. I.P.N. México (1975).
- 23.- Johnson, K.W. y Snyder, N. E. "Soymilk : A Comparison of Processing Methods on Yields and Composition". *Jour-nal of Food Sci.* 43: 349-353 (1978).

- 24.- Kantamani, S., Nelson, A.I., Steinberg, M.P. "Home Preparation of---
Soymilk: A new concept". *International Agr. Publ. Urbana, Ill.* -
(1978).
- 25.- Khaleque, A., Bannatyne, W.R., Wallace. "Studies on the Processing -
and Properties of Soymilk: 1. Effect of Preprocessing Conditions on
Flavor and Composition of Soymilks". *J. Sci. Food Agr.* 21: 579-583
(1970).
- 26.- Kon, Wagner, Guadagni, Horvart. "pH Adjustment Control of Oxidative
off-flavors During Grinding of Raw Legume Seeds". *J. of Food Science*,
35: 343-345 (1970).
- 27.- Martín, C.R.A. "Panorama sobre Alimentación Infantil, Preparación, -
Composición y Aspectos Nutritivos". *British Food Journal*, 85 (912):
10-12 (1983).
- 28.- Martínez, M.C. "La Nutrición de Lactantes de una Comunidad Indígena".
Tesis Profesional. Escuela de Nutrición. Dirección de Educac. Profe
sional en Salud Pública. México (1966).
- 29.- Mendoza, M.E. "Estudio de las leches maternizadas". Instituto Nacio-
nal de la Nutrición Salvador Zubirán. División de Nutrición Experimen
tal y Ciencia de los Alimentos. Departamento de Ciencia y Tecnología
de Alimentos.
- 30.- Morales, J., Bourges, H., Camacho, J.L. "Utilization of Soy Protein in
Highly Nutritious Low-Cost Products in Mexico". *JAACS* 58(3):374-376 (1981).

- 31.- Mustakas, W.J., Albrech, G.N. "New Process for low-cost, Hight Protein Beverage Base". *Food Technology* 25(5):80-86 (1971).
- 32.- Nelson, A.I., Steinberg, M.P. y Wei. "Illinois Process for Preparation of Soymilk". *J. of Food Science* 41:57-61 (1976).
- 33.- Norma Oficial de Calidad para Leche en Polvo. D.G.N. F- 26 (1971).
- 34.- Ohren, J.A. "Process and Product Characteristics for Soy Concentrates and Isolates". *JAOCS* 58(3): 333-335 (1981).
- 35.- Pastor, N. "La Soya en México". Tesis Profesional. Escuela Superior de Agricultura. Cd. Juárez Chihuahua (1969).
- 36.- Pellet, Peter y Young, Vernon. "Nutritional Evaluation of Protein - Foods". The United Nations University, Massachusetts. (1980).
- 37.- Rackis, J. "Significance of Soya Trypsin Inhibitors in Nutrition". *JAOCS* 58(3): 495-500 (1981).
- 38.- Robles, R. "Producción de Granos y Forrajes". Ed. LIMUSA (1976).
- 39.- Sainz, F. "El Cultivo de la Soya en México". Ediciones Gaceta Agrícola. México (1974).
- 40.- Schutte, L. "Propiedades y Aprovechamiento de las Proteínas de Soya en los Alimentos". *Food Manufac.* 58 (5): 21,23,27 y 77. (1983).
- 41.- Scrimshaw, N.S. "World Need for Protein". *JAOCS* 58(3):389-392 (1981).

- 42.- Secretaria de Salud. "Técnicas generales para análisis microbiológico de alimentos". Dirección General de Investigación de Salud Pública (1979).
- 43.- Shurtieff, W. y Aovagi, Akiko. "Tofu and Soymilk Production. The Book of Tofu". Vol. II, Published by the Soy Foods Center. (1984).
- 44.- Smith and Circle. "Soybean: Chemistry and Technology". Ed. AVI. Westport, Conn. (1981).
- 45.- Steinkraus, K. "Soybean Milk Processing and Technology". *Applied Nutrition* 4(2): 49-62 (1976).
- 46.- Tomislav, Konic y Lauric. "Productos Lácteos a partir de la Soya". *La Alimentación Latinoamericana*. pp. 34, 37 y 38.
- 47.- Torun, Viteri, Young. "Nutritional Role of Soya Protein for Humans". *JAACS* 58(3): 400-406 (1981).
- 48.- Valle, F.R. "Nutritional Qualities of Soya Protein as Affected by -- Processing". *JAACS* 58(3): 419-427 (1981).
- 49.- Van Buren, Steinkraus, Hackler. "Heat effects on Soymilk: Indices of Protein Quality in Dried Soymilk". *J. Agr. Food Chem.* 12(6): 524-528 (1964).
- 50.- Wilcke, H., Hopkins, D., Waggle, D. "Soy Protein and Human Nutrition" Academic Press, St. Louis, Mo. (1979).

- 51.- Wilkens, W.F., Mattik, L.R., Hand, D.B. "Effects of Processing Method on Oxidative off-flavors of Soymilk". Food Tech. 21: 1630-1633 (1967).
- 52.- Wright, N.N. "Soybean Meal Processing and Quality Control". JAACS 58(3): 294-296 [1981].