

Universidad Nacional Autónoma de México

FACULTAD DE QUIMICA

**Producción de Concentrados de Proteína de Soya
por Crecimiento de Saccharomyces cerevisiae**

T E S I S

Que para obtener el título de :

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

p r e s e n t a :

LIGIA MENDIZABAL ORIZA

México, D. F.

1984



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

INDICE

PAGINA

I	INTRODUCCION	1
II	GENERALIDADES	3
	1. Generalidades del frijol soya	3
	1.1. Antecedentes históricos	3
	1.2. Descripción de la semilla	4
	1.3. Composición	6
	1.4. Características nutricionales	10
	1.5. Características antinutricionales	12
	II. Productos derivados del frijol soya para consumo humano	17
	II.1. Harinas de soya. Grits de soya	17
	II.2. Texturizados de soya	19
	II.3. Concentrados de soya	19
	II.4. Aislados de soya	19
	II.5. Productos de soya de origen oriental obtenidos por procesos no fermentativos.	21
	III. Generalidades sobre concentrados de soya	24
	III.1. Definición	24
	III.2. Métodos comerciales para la obtención de concentrados de soya	24
	III.3. Composición	26

IV.	Productos de soya obtenidos por métodos fermentativos	26
IV.1.	Miso	27
IV.2.	Shoyu	29
IV.3.	Natto	31
IV.4.	Hamanatto	32
IV.5.	Tempel	32
IV.6.	Sufu	33
IV.7.	Leche de soya fermentada	33
III	MATERIALES Y METODOS	34
I.	Preparación de la Materia prima	34
II.	Descripción del fermentador	35
III.	Selección de los parámetros físico-químicos que influyen en la producción de concentrados	37
III.1.	Parámetros fijos	37
III.2.	Parámetros variables	37
IV.	Determinaciones durante la fermentación.	40
V.	Determinaciones realizadas al producto.	40
V.1.	Análisis bromatológico	40
V.2.	Análisis bacteriológico	41
V.3.	Determinación de fitatos	41
V.4	Determinación de nitrógeno α amino	42

V.5.	Propiedades funcionales	42
V.5.1.	Indice de dispersabilidad de proteina	42
V.5.2.	Absorción de agua	42
V.5.3.	Absorción de aceite	42
V.5.4.	Gelificación	42
V.5.5.	Propiedades de espumado	43
V.5.6.	Propiedades de emulsificación	43
V.5.7.	Inhibidores de tripsina	44
V.5.8.	Actividad ureásica	44

IV RESULTADOS Y DISCUSION

1.	Análisis de la materia prima	47
2.	Análisis de la harina de soya des- grasada después del tratamiento -- con vapor	47
3.	Rendimiento del tratamiento con -- vapor	48
4.	Efecto de la concentración de sólidos en el medio	48
5.	Efecto de la variación de pH en el medio	49
6.	Concentración de oxígeno disuelto	49
7.	Adición de nitrógeno al medio	50
8.	Adición de carbono al medio	50
9.	Adición de nitrógeno y carbono al medio	51
10.	Adición de urea	51
11.	Adición de vitaminas	51
12.	Adición de enzimas	51

IV	13.	Determinaciones realizadas al producto de fermentación	52
	13.1.	Análisis bromatológico	53

	PAGINA
13.2. Análisis bacteriológico	53
13.3 Resultados de las determinaciones de actividad ureásica, inhibidor de tripsina, fitatos y nitrógeno α amino	54
13.4 Propiedades funcionales	54
13.4.1. Absorción de agua, aceite y propiedades de gelificación	54
13.4.2. Propiedades de espumado	55
13.4.3. Propiedades de emulsificación	55
13.4.4. Proteína soluble	56
V APLICACIONES	58
I. Panificación	58
1.1. Donas	58
1.2. Pan blanco	61
II. Embutidos. Chorizo	64
III. Tortillas	66
IV. Papilla	68
VI CONCLUSIONES	70
VII BIBLIOGRAFIA	73

INTRODUCCION

El derecho de cada ser humano a una alimentación suficiente está hoy universalmente aceptado y es proclamado más ampliamente que nunca. Pero es también una realidad que, hoy día, el número de personas que padecen de hambre y malnutrición es mayor que nunca y no deja de aumentar.

La crisis por la que actualmente pasa nuestro país, ha ocasionado que un sector muy importante como lo es la clase media, consuma menos proteínas animales y grasas debido a la disminución en su poder adquisitivo, ocasionando que su nivel alimenticio o nutricional se deprima, siendo necesario sustituir las proteínas animales por proteínas vegetales de bajo costo.

Del frijol soya, oleaginosa que se cultiva en distintos países y que contiene un porcentaje alto de proteínas, se derivan harinas, integral y desgrasada, texturizados, concentrados y aislados de proteína de soya. En México se producen harinas y texturizados de proteína de soya, sin embargo es necesario importar concentrados y aislados, ya que la inversión a nivel industrial para producirlos es multimillonaria y las condiciones actuales del país no lo permiten.

Se pensó en desarrollar un nuevo proceso que resultase económico, para la elaboración de un concentrado de proteína de soya. Este proceso requeriría de un equipo sencillo, in-

versión mínima y debería presentar las ventajas de eliminar los factores antitripsicos, disminuir consistentemente el porcentaje de fitatos, disminuir los oligosacáridos causantes de la flatulencia, eliminar los productos volátiles que provocan mal sabor e incrementar el porcentaje de complejo B.

Dentro de las alternativas posibles, se llegó a la conclusión de que este nuevo proceso podría basarse en una fermentación realizada con Saccharomyces cerevisiae. Por esta razón se decidió buscar las condiciones óptimas de fermentación para obtener concentrados con un elevado contenido de proteína, de buen sabor, bajo costo y alto valor nutricional.

GENERALIDADES

II.1. GENERALIDADES DEL FRIJOL SOYA

II.1.1. Antecedentes Históricos

El frijol soya es originario del este de Asia, región en la cual se ha utilizado durante miles de años como parte importante de la dieta humana. Los primeros reportes chinos en los cuales se hace mención a la soya datan de la época de la construcción de las pirámides egipcias. En el año 2838 A. C. el emperador Shang-Nung publicó el libro Pen Ts'ao Kong Miu, en donde describe a las plantas de China incluyendo la soya.

La soya tiene diferentes nombres dependiendo éstos del país de origen. Se dice que su nombre se deriva del chino -- Chiang-yiu que significa salsa de soya y en japonés se pronuncia "Sho-yu".

De Asia llegó el producto a Estados Unidos. La primera mención de la soya en la literatura americana se remonta a -- 1804 en la Willics Domestic Encyclopedia.

Algunos países europeos especialmente Inglaterra empezaron a importar de Manchuria frijol soya en 1908. Se procesó el frijol para la extracción de aceite y la obtención de pasta de soya. El aceite se utilizó básicamente para la producción de jabón y la pasta para alimentación animal. Como consecuencia de esto se desarrolló en Estados Unidos gran inte--

rés por la industrialización de la soya, instalándose la primera planta en 1911.

Alrededor de 1920 se abrieron diferentes plantas procesadoras en Estados Unidos. Su cultivo se incrementó especialmente después de la Segunda Guerra Mundial.

Fué en 1940 cuando por primera vez en México se estableció una industria para procesar el frijol soya.

En nuestro país se inició la producción de alimentos para consumo humano a base de soya en el año de 1966.

En la actualidad se tienen dos enfoques en el uso de las proteínas de la soya; en el primero se da énfasis al aspecto nutricional tan importante en los países en vías de desarrollo y en el segundo a la funcionalidad de las proteínas, trascendente en los países desarrollados.

11.1.2. Descripción de la Semilla.

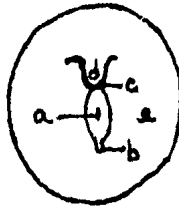
El frijol soya pertenece al género Glycine-max, es un miembro de la familia Leguminosae y de la subfamilia Papilionoideae.

Es una semilla típica de oleaginosa que difiere en tamaño, forma y color dependiendo de la variedad. La forma varía de redonda a larga oblonga. El color de amarillo a café, verde a negro o una combinación de éstos.

Su peso promedio es de 120-180 mg.

Las partes de la semilla son:

a)hilio b)chalaza c)micrópilo d)hipocotiledón e)cotiledón.



Los cotiledones son verdes antes de la madurez. Conforme la semilla madura adquiere un color amarillo. La coloración del hilio varía de negro a gris, a café, a verde y amarillo siendo un parámetro importante para la identificación de la variedad.

La superficie del cotiledón está cubierta por la epidermis y el interior está repleto de numerosas células elongadas que contienen proteína y aceite. La proteína está almacenada en los cuerpos protéicos que varían de 2 a 20 μ de diámetro.

El aceite se encuentra almacenado o localizado en estructuras pequeñas llamadas esferosomas diseminados entre los --- cuerpos protéicos y tienen de 0.2 a 0.5 μ de diámetro.

El porcentaje de aceite aumenta rápidamente después de --- que la semilla alcanza 30 mg y llega a su porcentaje final --- cuando la semilla ha llegado a la mitad de su desarrollo.

La concentración de proteína es elevada en la semilla -- joven y aumenta poco durante el desarrollo de ésta.

11.1.3. Composición

La semilla de soya comercial está constituida aproximadamente por un 8% de cascarilla, 90% cotiledón y un 2% de hipocotiledón.

La composición promedio del frijol soya y de sus componentes se presenta a continuación.

Composición en Base Seca. Kawamura (1)

Fracción	Proteína (Nx6.25) % B.S.	Extracto Etéreo % B.S.	Carbohidratos % B.S.	Cenizas % B.S.
Semilla completa	40	21	34	4.9
Cotiledón	43	23	29	5.0
Cascarilla	8.8	1	86	4.3
Hipocotiledón	41	11	43	4.4

La composición del frijol soya difiere de una variedad a otra.

La composición promedio de 5 variedades diferentes se -- presenta en la tabla 1.

Los constituyentes de mayor importancia son: El aceite y la proteína que representan un 60% de la semilla.

TABLA 1

VARIEDAD	PROTEINA (N x 6.25) % B.S.	EXTRACTO ETEREO % B.S.	CENIZAS - % B.S.	FIBRA CRUDA %B.S.
Mandarin	46.42	18.16	5.37	5.39
Mükden	45.76	19.26	5.00	5.33
Dunfield A	41.38	20.97	4.65	5.34
Illini	42.59	19.99	4.81	5.26
Manchu	44.06	19.40	5.12	5.42

Carter and Hopper (2)

Aceite:

El contenido de aceite del frijol soya y su composición de ácidos grasos se ven afectados por el clima y el medio ambiente durante el cual se produce el aceite. El contenido de aceite varía de un 12 a un 24%.

Composición

Acidos Grasos Saturados	12	-	13.5	%
Acidos Grasos Insaturados	86	-	88.5	%
Acido Oleico	11.5	-	60	%
Acido Linoléico	25	-	63	%
Acido Linolénico	2.9	-	12.1	%
Indice Iodo	102.9	-	151.4	%

Proteína:

El contenido de proteína varía de un 30 a un 40%. El -- contenido de aminoácidos se mencionará posteriormente.

El frijol soya contiene pequeñas cantidades de péptidos y aminoácidos con dimensiones moleculares variables que pueden presentarse como un residuo de síntesis protéica no completa o de una degradación protéica.

Vitaminas:

Se encuentran presentes en el frijol soya el ácido ascórico, el caroteno, tiamina, riboflavina, niacina y ácido fólico.

Nitrógeno no protéico de la soya:

Muller y Ambrüst (1940) reportaron que un extracto libre de proteína de soya madura contiene adenina, arginina, -- colina, glicina, betaina, trigomelina, guanidina, triptofano y probablemente canavanina.

Se han identificado cualitativamente al glutation, aminos cuaternarias y otros compuestos orgánicos nitrogenados.

Acidos Nucléicos. Di Carlo et al (1955) reportaron un valor de 1.05% de ácidos nucleicos en el frijol soya y un 1.3% en harina de soya desgrasada. La soya contiene poco DNA.

Cenizas:

El contenido principal de elementos de los minerales pre sentes en las cenizas es de potasio, fósforo, magnesio, sodio, calcio y azufre. Los valores de cada uno de estos minerales varían según la variedad, suelo y localización de cultivo.

Constituyentes del grupo del fósforo:

Entre los compuestos que contribuyen al grupo del fósforo en el frijol soya se cuentan el fósforo inorgánico, el áci do fítico, fosfolípidos y ácidos nucleicos. La principal --- fuente de fósforo es la fitina (sal de calcio, magnesio y potasio del inositol hexafosfórico o ácido fítico).

Los fitatos son especialmente importantes por su efecto en la solubilidad de la proteína y su aspecto nutricional.

Fosfolípidos:

Contienen nitrógeno y fósforo. El fósforo generalmente se presenta como ácido fosfórico o inositol y el nitrógeno -- como lecitina o cefalina.

Son buenos agentes emulsificantes, solubles en alcohol e insolubles en acetona.

Carter et al (1958) aislaron y caracterizaron parcialmente un fitoglucolípido descrito como fitoesfingosina de cuya - hidrólisis se obtuvieron: Ácidos grasos libres, fosfatos, ino sitol, glucosamina, ácido hexurónico, galactosa, arabinosa y manosa.

Compuestos orgánicos menores:

Ácidos fenólicos. Son importantes por su influencia en el sabor. Se han identificado los siguientes ácidos: El sín gico, vanílico, fenílico, gentílico, salicílico, p-cumárico, -clorogénico y p-hidroxibenzoico.

Carbohidratos solubles:

O'Kelly I Gieger 1937 reportaron un valor del 17.93% - - 30.18%.

Los principales azúcares son el disacárido sacarosa, el trisacárido rafinosa y el tetrasacárido estaquiosa. El penta sacárido verbascosa se encuentra en muy pequeña concentración.

La glucosa y algunos azúcares reductores se encuentran -

presentes en la soya verde o inmadura, pero desaparecen al alcanzarse la madurez de la semilla.

Del extracto alcohólico de harina de soya desgrasada se obtiene sacarosa, rafinosa, estaquiosa, fructosa, galactosa, - ramnosa, arabinosa y ácido glucurónico.

El almidón se reporta en semillas no maduras pero rara vez en maduras.

Rango de Carbohidratos en semilla madura +

VALCR CHC PCR DIFERENCIA %	VALOR DE AZUCARES TOTALES %	VALOR DE AZUCARES REDUCTORES %
31.1-43.9	7.6-10.4	-

+ Fuente Mac. Masters 1941 (6)

Carbohidratos insolubles:

Se han detectado polisacáridos ácidos y arabinogalactanos.

11.1.4. Características nutricionales

El valor nutritivo de las proteínas vegetales tiende a ser menor que el de las proteínas animales, por la limitación de algunos aminoácidos esenciales.

El contenido de lisina y metionina es de gran importancia.

Por un lado el alto contenido de lisina en la proteína de la soya la hace factible para una suplementación de los cereales ya que éstos son limitantes en lisina. Desde otro punto de vista la metionina es el principal aminoácido limitante en la soya lo que debe tomarse en consideración cuando la proteína se utiliza con fines nutricionales.

A continuación se presenta el contenido de aminoácidos esenciales en la proteína de soya comparada con otros alimentos, y el patrón de aminoácidos de la soya contra el patrón de aminoácidos de la FAO 1965 (Tabla 2), (Tabla 3).

La relación de PER, NPU, BV y digestibilidad de la proteína de soya en comparación a otras fuentes de proteína se muestran a continuación. (Tabla 4).

Como se podrá observar existen diferencias considerables de PER entre el frijol soya y la harina dependiendo de las condiciones de proceso.

TABLA 2

AMINOACIDOS ESENCIALES EN PROTEINA DE SOYA Y OTROS ALIMENTOS

(mg/g N)

AMINOACIDO	SOYA	MAIZ	CARNE	LECHE
ISOLEUCINA	336	289	327	407
LEUCINA	482	810	512	626
LISINA	395	180	546	496
FENILALANINA	309	284	257	309
TIROSINA	199	382	212	325
CISTEINA	111	81	79	57
METIONINA	84	116	155	156
TREONINA	246	249	276	294
TRIPTOFANO	86	38	73	90
VALINA	328	319	347	438

Bressani "The role of soybean in food systems" JAOCs --
 March 1981 (8)

TABLA 3

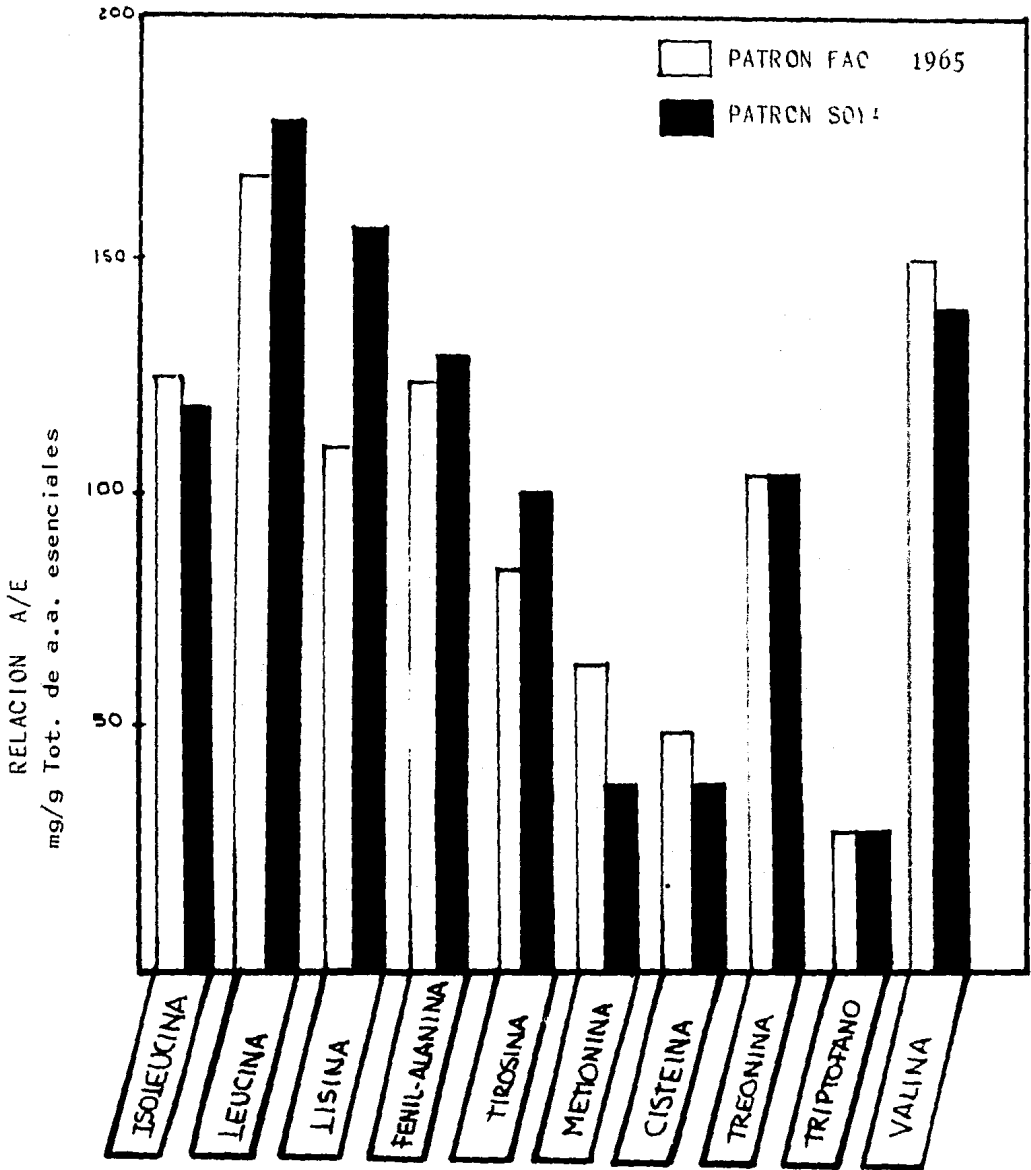


TABLA 4

Valor nutritivo de diferentes fuentes de proteína

Fuente de Proteína	PER	BV	NPU	Digestibilidad %
Huevo entero	3.8 *	87-97 *	91-94 *	73-86 +
Leche de vaca	2.5 *	85-90 *	86 *	69-77 +
Carne	3.2 *	76 *	71-76 *	73-82 +
Frijol soya crudo	1.1 **	58 **	48 **	-
Harina soya cocida	1.5-2.4 ++	60-75 ++	-	82-96 ++

+Hopkins D. T. 1980 (9)

* Altschul (1965) y FAO (1965) (10) (11)

** Everson et al (1944) (12)

++ Kuppuswamy et al (1958) (13)

11.1.5. Factores antinutricionales.

Se clasifican en:

- | | |
|--------------------------------|-----------------------------------|
| a) Térmicamente lábiles | b) Estables al calor |
| - <u>Inhibidor de tripsina</u> | Saponinas |
| Hemaglutininas | Estrógenos |
| Goitrógenos | <u>Productores de flatulencia</u> |
| Antivitaminas | Lisinoalanina |
| <u>Fitatos</u> | Alergenos |

Inhibidores de tripsina:

Se han estudiado en detalle dos inhibidores el de Kunitz y el de Bowman-Birk. La presencia de ellos ocasiona una hipertrofia del páncreas en ratas y pollos. La represión del crecimiento por la ingestión de inhibidores de tripsina se ha -- atribuído a una pérdida endógena de aminoácidos esenciales en las enzimas secretadas por el páncreas. La presencia de inhibidores de tripsina impide que la colecistocinina se una a la mucosa intestinal. Sin embargo no se sabe si estos inhibidores afectan el páncreas de los humanos.

Desde un punto de vista práctico los inhibidores de tripsina no representan un problema serio para la alimentación, ya que son inactivados por la temperatura. Por ejemplo si se inyecta vapor (100°C) a una harina de soya desgrasada se elimina el 95% del inhibidor de tripsina en 15 min, según se observa en la fig. 1.

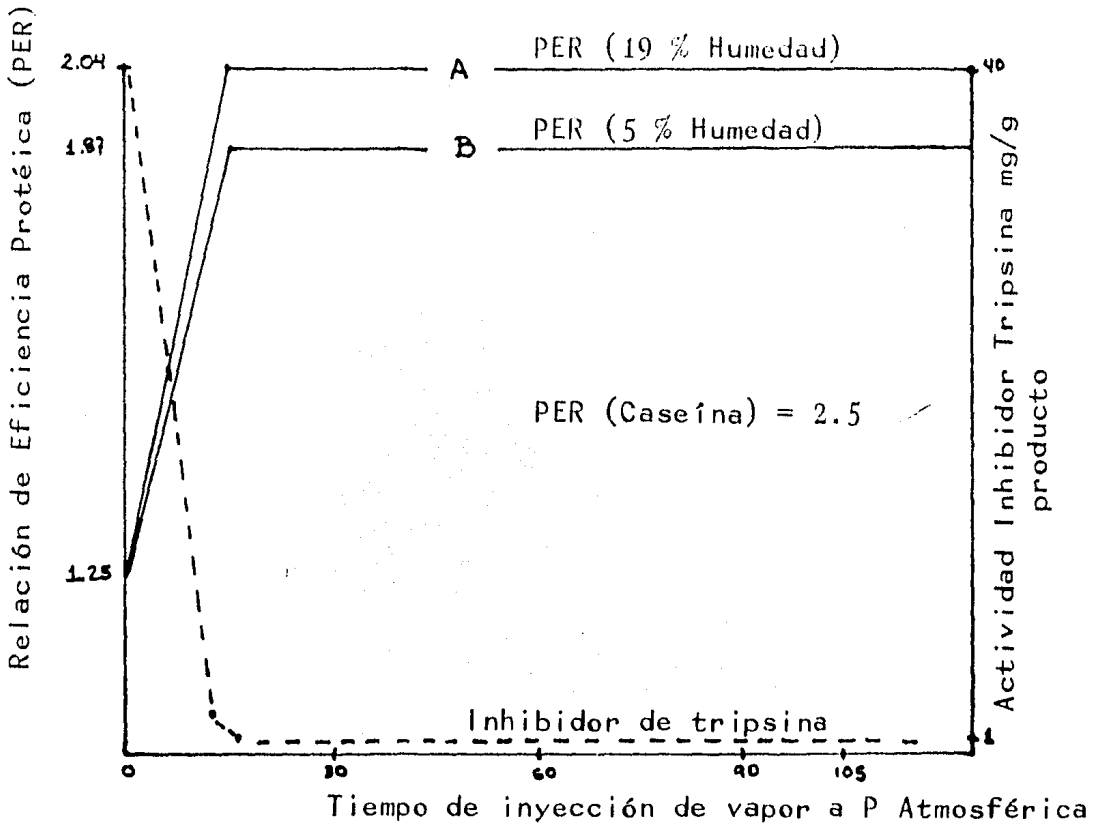


Fig. 1

Efecto de inyección de vapor en los inhibidores de tripsina y en el PER de una pasta de soya cruda.

Rackis (1965) (14)

Hemaglutininas:

Son enzimas proteolíticas que tienen la capacidad de --- aglutinar las células de glóbulos rojos. Se han detectado 4 hemaglutininas en la soya la A, B, C y D. Son glicoproteínas que se concentran en la fracción protéica del suero de soya.--- El Ld50 de hemaglutinina de soya para la alimentación de ra---

tas jóvenes es de 50 mg por kg. La harina de soya cruda contiene aproximadamente un 3% de hemaglutininas. Son inactivadas in vitro por calentamiento y por degradación con pepsina.

Goitrógenos:

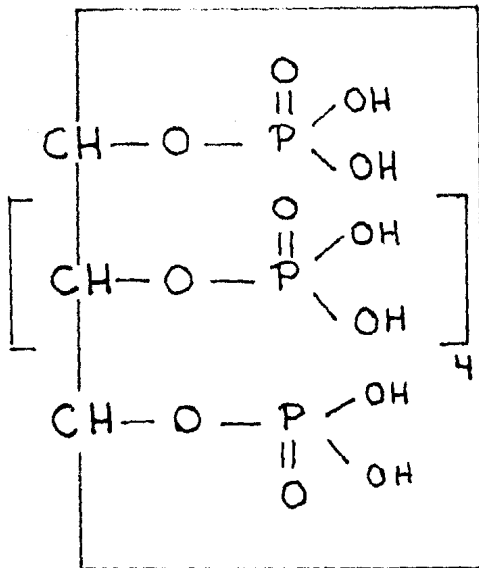
Se encuentran en el cuajo. Es un oligopéptido de bajo peso molecular. Se encuentra en bajas concentraciones en la harina de soya tostada, concentrados y aislados. Actúa evitando la reabsorción de tiroxina. La goitrogenidad está relacionada con el estado alimenticio de la persona que consume la soya. En casos normales no existen problemas de deficiencia de iodo.

Antivitaminas:

La soya no tratada térmicamente produce raquitismo en ratas. Se sugiere que el ácido fítico está muy relacionado con los factores antivitaminicos. La soya aumenta los requerimientos de vitamina B₁₂, D₂ y D₃; así como los de calcio, fósforo, zinc y otros minerales.

Fitatos:

Representan una clase de compuestos complejos que pueden influir significativamente en las propiedades funcionales y nutritivas de los alimentos. El ácido fítico es el ácido mioinositol hexafosfórico ó 1,2,3,4,5,6-hexakis (di-hidrogenofato) mioinositol.



Acido Fítico

El fitato es el mono-dodeca-anión del ácido fítico. Se ha comprobado que el ácido fítico y sus derivados se pueden unir a los minerales de la dieta haciendo no disponible o parcialmente disponible la absorción de éstos. Principalmente cuando hay más de dos minerales, ya que existe sinergismo.

El mayor impacto del ácido fítico es en el zinc y en menor proporción en el fierro y el calcio.

Saponinas:

La soya contiene aproximadamente un 0.5% de saponinas. Aún en cantidades al triple de los contenidos en la soya son desdobladas por las bacterias que se encuentran en el tracto intestinal, por lo tanto deberían de ser eliminadas como factores antinutricionales de la soya.

Estrógenos:

Son isoflavonas que se encuentran en las plantas como glicógenos. Para que llegaran a afectar nutricionalmente hablando se requeriría de una dieta totalmente a base de soya.

La actividad estrógena del frijol soya se atribuye a la genistina.

Productores de flatulencia:

Debido a la ausencia de galactosidasa en el intestino delgado de los humanos, los galacto-oligosacáridos como rafinosa, estaquirosa y verbascosa no son digeribles. La fermentación de estos azúcares por los microorganismos intestinales produce grandes cantidades de CO_2 y de H_2 . La flatulencia varía para cada producto de soya; si es un aislado o concentrado la flatulencia es menor, ya que se han eliminado los azúcares.

Considerando que en México el consumo de frijol, que presenta los mismos problemas de flatulencia es elevado, la flatulencia provocada por el frijol soya no es de gran importancia.

Lisinoalanina:

Alergenos.- Se forma porque al obtener aislado de soya por extracción alcalina se destruye la cisteína dando dehidroalanina que actúa con lisina dando el complejo lisinoalanina.

Lo mismo sucede en combinaciones con cereales.

Factores alergénicos:

La gente sensible a éstos sufre de náuseas, vómitos, diarreas, dolor estomacal. La fracción que da reacción es la 2s globulina. También se piensa en el inhibidor de tripsina como responsable de este efecto.

II.II. PRODUCTOS DERIVADOS DEL FRIJOL SOYA PARA CONSUMO HUMANO

II.II.1. Harinas de soya. Grits de soya.

Las harinas de soya son productos obtenidos a partir de los cotiledones de soya o de hojuelas desgrasadas, seguidas por un tratamiento térmico. Posteriormente se lleva a cabo una molienda para obtener el tamaño de partícula deseado.

Los grits de soya son productos obtenidos a partir de los cotiledones de soya o de hojuelas desgrasadas y tienen la misma composición que el harina de soya. La diferencia se presenta en la granulometría del producto.

Tanto los grits de soya como la harina se clasifican por el tamaño de partícula.:

PRODUCTO	TAMAÑO MALLA
Grits	
Normal	10-20
Medio	20-30
Fino	40-80
Harinas	100 o más fino

D.H. Waggle and C.W. Kolar 1978. (15)

Los principales tipos de harina de soya son:

- 1) Harina de soya desgrasada, producida a partir de hojuelas de soya desgrasadas, su contenido de grasa es de 1.5% o menos (B.S.)
- 2) Harina de soya integral, producida a partir de frijol soya descascarillado. Contiene un mínimo de 18% de grasa (B.S)
- 3) Harina de soya con bajo contenido de grasa. Se produce -- adicionando lípidos al harina de soya desgrasada. Su contenido de grasa varía de un 4.5 a un 9% (B.S.)
- 4) Harina de soya lecitinada. Se produce adicionando lecitina al harina de soya desgrasada. El contenido de grasa es superior a un 15% (B.S.)
- 5) Harina de soya enzimáticamente activa. Contiene de un 19 a un 21% de grasa (B.S.)

11.11.2. Texturizados de soya

Este tipo de productos se obtienen por medio de una extrusión. El cocimiento por extrusión se define como el proceso en el que materiales expandibles amiláceos y/o protéicos, previamente humedecidos se plastifican en un tubo mediante la combinación de humedad, presión, calor y trabajo mecánico; -- esto produce una elevación de temperatura en el tubo que provoca la gelatinización de los componentes amiláceos, la desnaturalización de las proteínas, el alargamiento y reestructuración de los compuestos y la expansión exotérmica del material extruído.

Los alimentos estructurados por extrusión se han desarrollado por una orientación tecnológica de los principios de la termodinámica con una selección funcional de los ingredientes y controles de proceso, estos factores se combinan para producir alimentos como: Cereales, botanas, harinas integrales de soya, texturizados de proteína de soya, etc.

11.11.3. Concentrados de soya

Se discutirán en el capítulo siguiente.

11.11.4. Aislados de soya

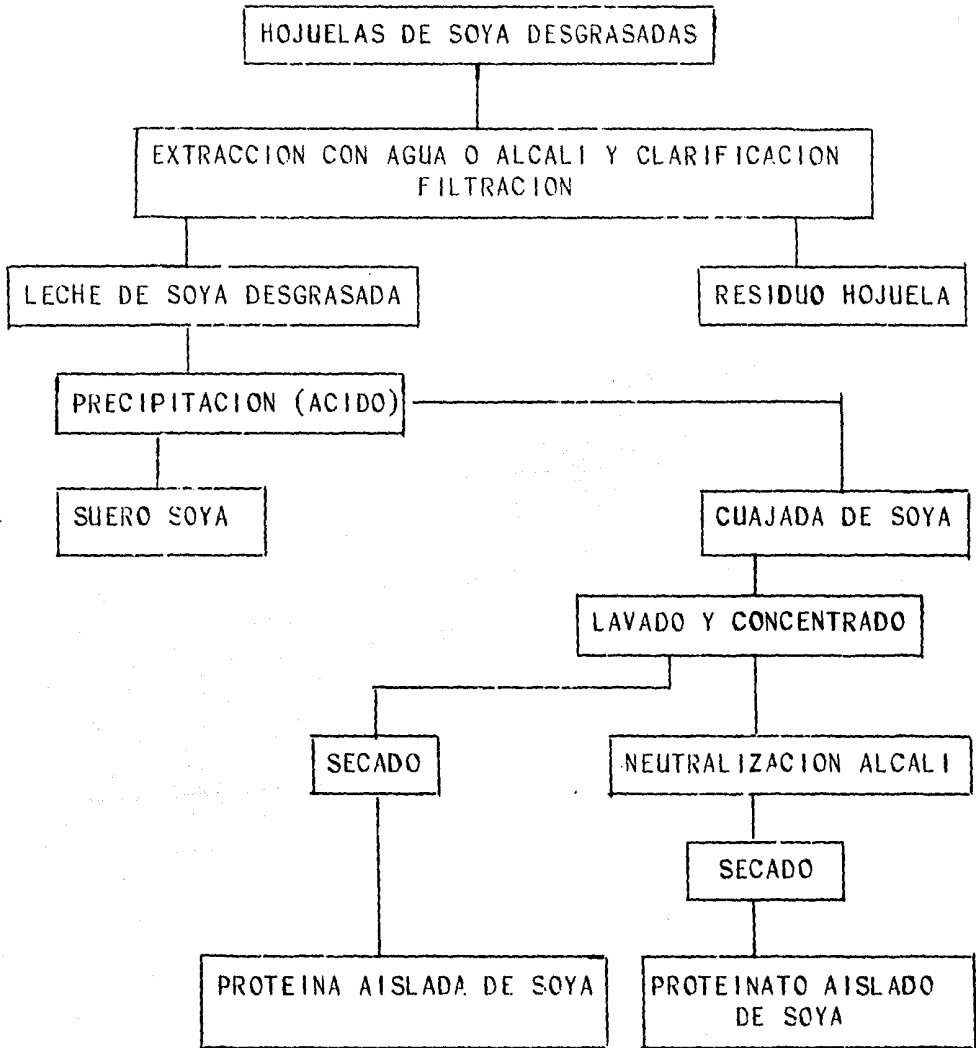
AISLADOS DE SOYA

Definición:

Es la mayor fracción del frijol soya preparada por la elimina

ción de los compuestos no protéicos. Contiene por lo menos 90% de proteína (N x 6.25) en base seca.

PROCESO DE OBTENCION COMERCIAL DE AISLADO DE SOYA



El rendimiento de obtención de aislados es de un 42% en laboratorio y de un 30% en operaciones comerciales basada en la materia prima.

COMPOSICION PROXIMAL DE AISLADOS

MUESTRA	HUMEDAD %	PROTEINA % B.S.	FIBRA %B.S.	CENIZAS %B.S.	pH
Aislado I	5.0	94.5	0.2	2.5	5.0
Aislado II	6.9	90.6	0.1	2.5	4.6
Aislado III	0.0	92.5	0.1	1.2	5.0

11.11.5. PRODUCTOS DE SOYA DE ORIGEN ORIENTAL OBTENIDOS POR -
PROCESOS NO FERMENTATIVOS

Los productos más importantes son:

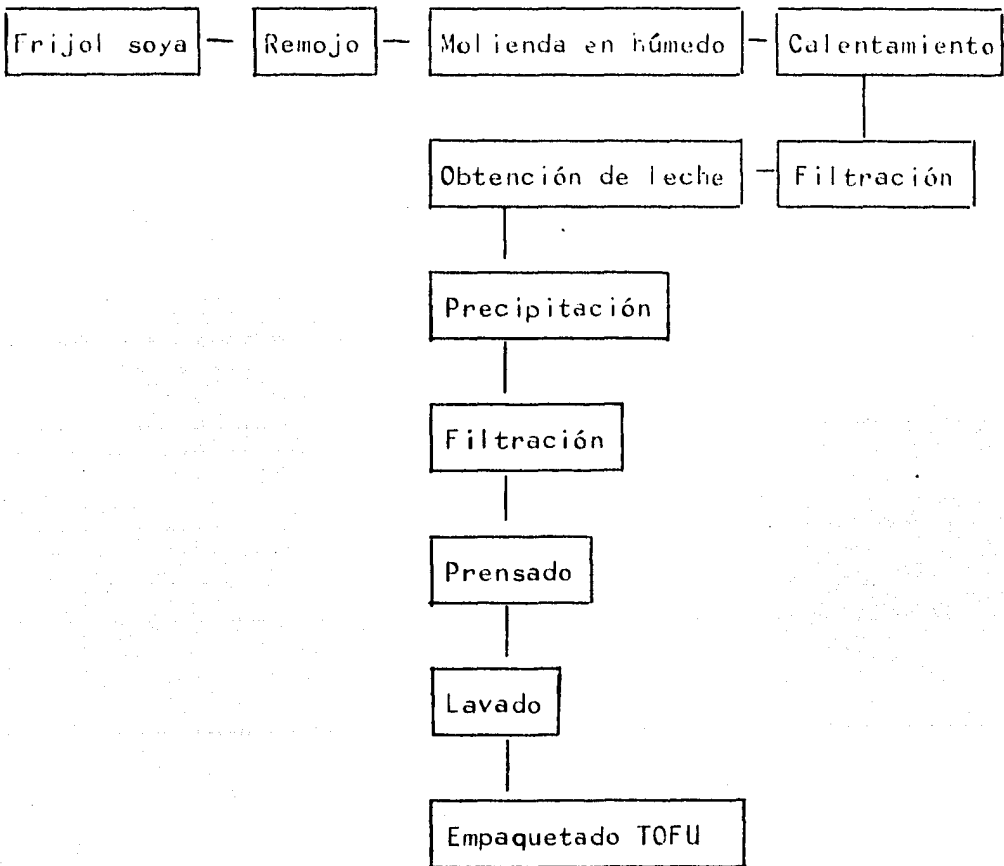
La leche de soya, tofu, yuba, kinako y el frijol de soya germinado.

Leche de soya.- Se obtiene por medio de una extracción con agua del frijol soya. Debido a su sabor característico - su uso se ha limitado considerablemente.

Tofu.- Es el producto de soya más importante que provee de proteína al pueblo oriental. El tofu tradicional es un --

producto gelatinoso que contiene un 88% de agua. Su consistencia es parecida a un queso cottage. Se fabrica diariamente y se debe de consumir fresco.

PROCESO DE OBTENCION DE LA LECHE DE SOYA Y DEL TOFU



Con el fin de preservar el producto se ha llevado al cabo un congelamiento del tofu obteniéndose el KORI TOFU cuya -

vicia de anaqueles es de 6 a 12 meses cuando en su defecto se corta el tofu en rebanadas pequeñas y se frie.

Yuba.- Se obtiene calentando la leche de soya casi a ebullición por 20 ó 30 minutos. Se forma una capa superficial compuesta por proteína y grasa. Cuando esta capa se endurece, se separa y se deja secar o se frie.

Kinako.- Se produce tostando el frijol soya con todo y cascarrilla por 30 minutos. Se enfría y muele.

Frijol de soya germinado.- Se produce colocando el frijol soya en recipiente y rociándole agua 3 veces al día. Se tapa el recipiente para evitar el paso de la luz. Se adiciona una pequeña cantidad de hipoclorito de calcio para prevenir el crecimiento de microorganismos. Se mantiene la temperatura aproximadamente a 30°C, se deja germinar de 5 a 7 días.

COMPOSICION DE LOS PRODUCTOS ORIENTALES OBTENIDOS
POR PROCESOS NO FERMENTATIVOS

		Humedad	Proteína	Extracto	Cenizas
		%	N x 6.25	Etéreo	% B. S.
			% B. S.	% B. S.	% B. S.
TOFU	°	88.0	6.7	3.5	0.6
KORI	°	10.4	58.8	26.4	2.6
YUBA	°	8.7	57.6	24.1	3.0
KINAKO	°	5.0	42.1	19.2	5.0

° Watanabe 1969 (16)

11.111. GENERALIDADES SOBRE CONCENTRADOS DE SOYA

11.111.1. Definición

Es el producto preparado a partir del frijol soya, descascarillado, limpio y de calidad, por medio de la eliminación de la mayor cantidad de aceite y de compuestos no protéicos solubles en agua. Debe de contener no menos de un 70% de proteína ($\% N \times 6.25$) en base seca estrictamente hablando.

Sin embargo existen diversas patentes en Estados Unidos en las cuales se maneja el concepto de concentrado de proteína de soya como un producto que debe contener cuando menos un 60% de proteína en base seca ($N \times 6.25$).

11.111.2. Métodos comerciales para la obtención de concentrados de soya

Existen tres diferentes métodos de obtención para concentrados de soya (Tabla V). Varían básicamente en la forma utilizada para insolubilizar la mayor cantidad de proteínas mientras se eliminan los componentes de bajo peso molecular, carbohidratos solubles y sales.

En el primer caso los constituyentes no protéicos se extraen con una solución de alcohol. Los polisacáridos y la proteína son desolventizados y secados para obtener el concentrado.

En el segundo procedimiento la mayor cantidad posible de

proteína es insolubilizada por medio de la extracción con -- ácido diluido a pH 4.5 que es el punto isoeléctrico de las - proteínas. Como algunos compuestos protéicos menores son so lubles a pH 4.5 existe cierta pérdida de proteína por este - método.

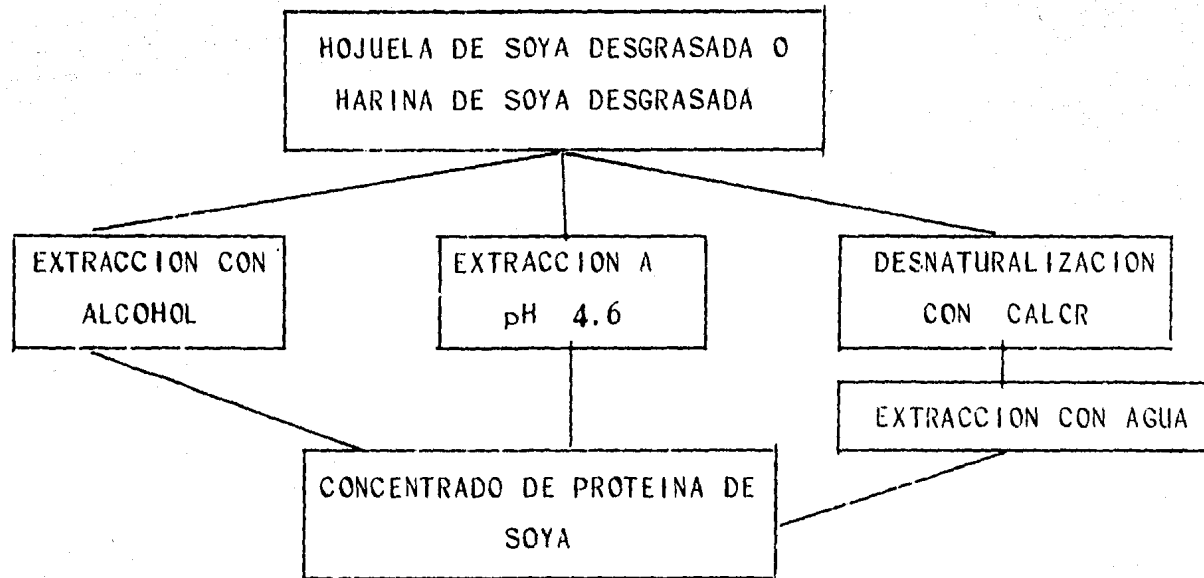
Después de la extracción con ácido, la mezcla insoluble de proteína y polisacáridos se neutraliza y se seca.

El tercer método se basa en la sensibilidad de las pro-- teínas al tratamiento térmico, de esta manera se lleva a cabo una desnaturalización de la proteína. Los constituyentes de bajo peso molecular y carbohidratos solubles se extraen ent onces con agua.

Entre los factores críticos en la manufactura de concen- trados podemos mencionar:

- 1) Calor para la desolventización de la hojuela
- 2) Método de extracción de aceite
- 3) Tamaño de partícula
- 4) Edad del frijol
- 5) Temperatura
- 6) Relación de solvente/pasta
- 7) pH
- 8) Concentración de sales
- 9) Diseño de equipo

EXISTEN TRES METODOS BASICOS PARA LA OBTENCION DE CONCENTRADOS DE SOYA:



11.111.3. Composición

COMPOSICION PROXIMAL DE LOS CONCENTRADOS DE SOYA OBTENIDOS -- POR LOS DIFERENTES METODOS

	EXTRACCION CON ALCOHOL	EXTRACCION ACIDO	CALENTAMIENTO Y EXTR. AGUA
PROTEINA % (N x 6.25)	66	67	70
HUMEDAD %	6.7	5.2	3.1
GRASA % (EXTR.ETER PETROLEO)	0.3	0.3	1.2
FIBRA CRUDA %	3.5	3.4	4.4
INDICE SOLUEILIDAD DE N ₂	5.0	6.9	3.0
pH de 1:10 AGUA	6.9	6.6	6.9

11. IV. PRODUCTOS DE SOYA OBTENIDOS POR METODOS FERMENTATIVOS

Los productos más importantes son:

- a) Miso
- b) Shoyu (salsa de soya)
- c) Natto
- d) Hamanatto
- e) Tempeh

f) Sufu

g) Leche de soya fermentada

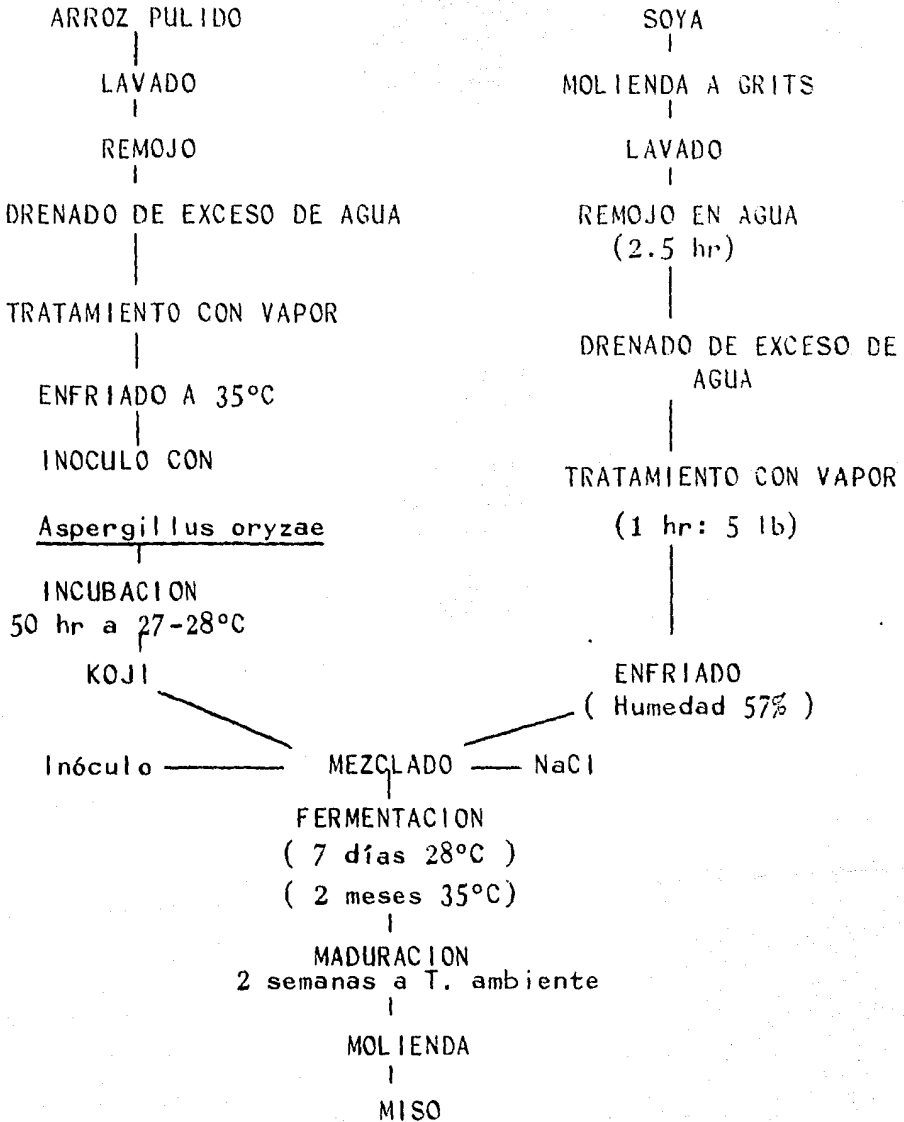
11.IV.1. Miso

Es un producto elaborado por medio de una fermentación con soya, sal y algún cereal. Se pueden obtener diferentes variedades de miso dependiendo del sustrato utilizado, concentración de sal y tiempo de fermentación.

Su apariencia es la de una pasta semejante a una crema de cacahuete y de textura suave. Su color varía de amarillo claro a café oscuro. Entre más oscuro es el producto más fuerte es su sabor. El producto es salado y tiene un olor característico y agradable. Por lo general no se consume directamente, se disuelve en agua y se utiliza para salsas, sopas, etc.

Los sustratos utilizados con la soya son: arroz y avena. Durante la fermentación las enzimas convierten el arroz en dextrinas, maltosa y glucosa que sirven como azúcares fermentables para el crecimiento de bacterias y levaduras. La proteína de soya es transformada a péptidos y aminoácidos. Uno de los aminoácidos más importantes que se producen es el ácido glutámico que contribuye al sabor del mismo. El aceite de soya se transforma en parte a ácidos grasos.

PROCESO DE OBTENCION



El inóculo consiste en una flora de bacterias y levaduras capaces de crecer en condiciones de anaerobiosis y altas concentraciones de sal. El microorganismo predominante es el Saccharomyces rouxii y algunas bacterias ácido lácticas.

11.IV.2. Shoyu

Es un producto con un sabor fuerte y salado. Se produce por medio de una fermentación utilizando como sustrato soya, trigo y sal. Es una salsa que se utiliza para condimentar todo tipo de productos.

La fermentación es básicamente un proceso de hidrólisis enzimática de proteínas, carbohidratos y otros constituyentes de la soya y el trigo a aminoácidos, azúcares, alcohol, ácidos y otros compuestos de bajo peso molecular por medio de las enzimas de hongos, levaduras y bacterias.

Además de la fermentación se lleva a cabo una hidrólisis ácida de proteínas y carbohidratos para la obtención del Shoyu.

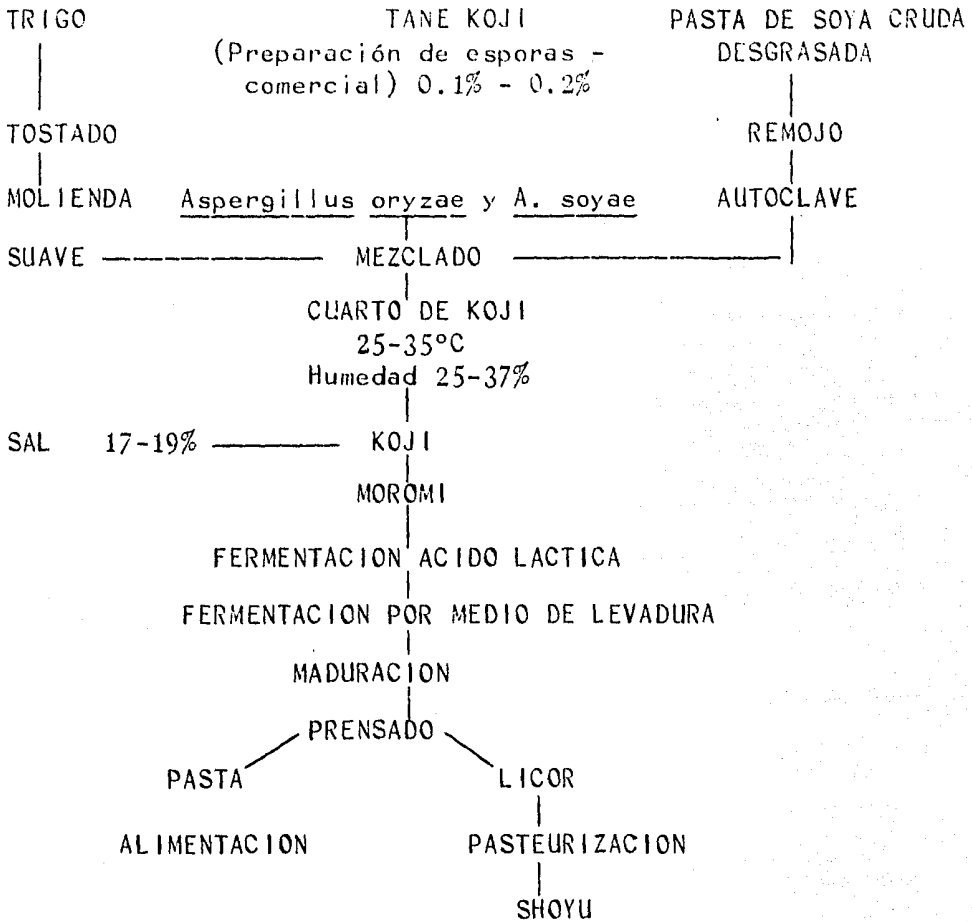
Para la segunda parte del proceso se utiliza como inóculo el Lactobacillus delbrueckii y diferentes cepas de Hansenula.

La masa obtenida o moromi se debe de agitar con cierta frecuencia para proveer la aereación al medio para el crecimiento de la levadura, evitar el crecimiento de microorganismos.

mos anaerobios indeseables, mantener la temperatura uniforme y remover el dióxido de carbono formado.

El tiempo de fermentación es de un año, el cual se puede reducir a dos meses cuando el koji es tratado con peptidasas.

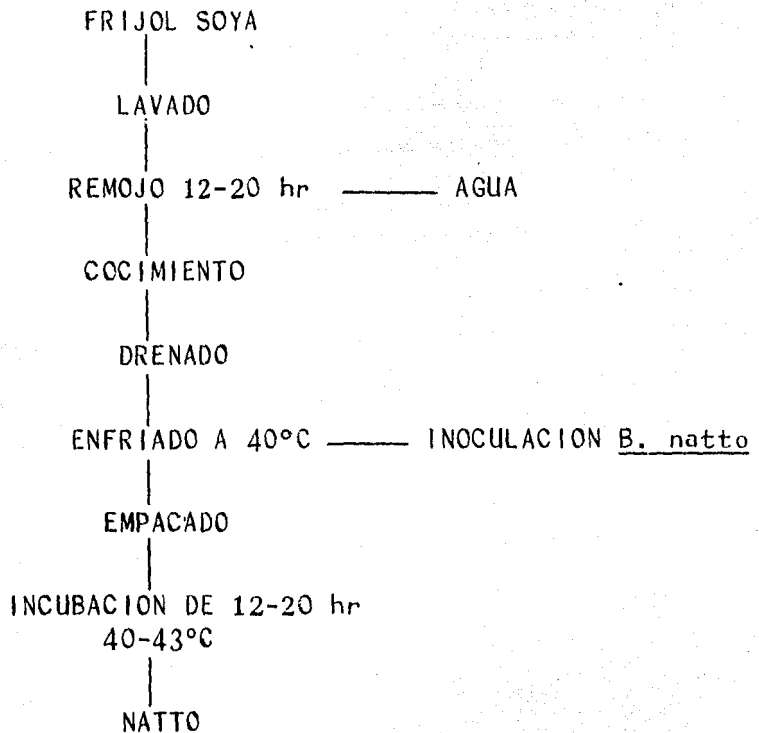
METODO DE OBTENCION



11.IV.3 Natto

Se obtiene por medio de una fermentación utilizando Bacillus subtilis, por lo cual el producto tiene un olor y sabor característicos de este microorganismo y está cubierto por -- una capa viscosa. En Japón se utiliza en la cena o el desayuno acompañando al arroz.

PROCESO DE OBTENCION



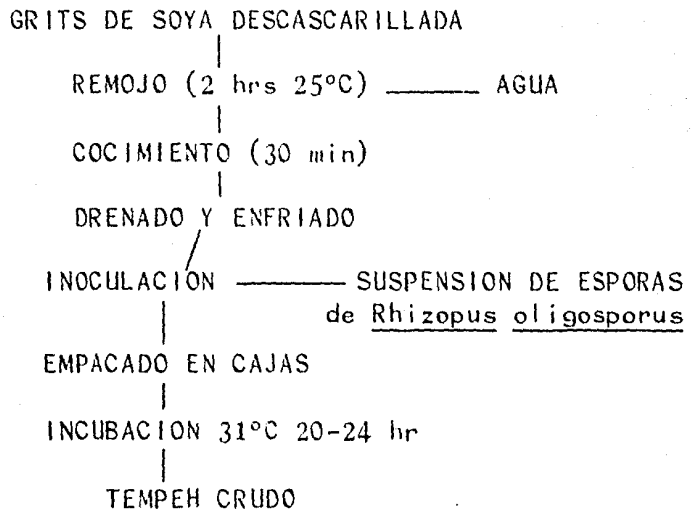
11.IV.4. Hamanotto

Su sabor es parecido al del shoyu, puede variar en el -- contenido de sal y humedad, siendo un producto más suave. Se utiliza para condimentar diferentes productos. Para esta fermentación se utiliza el Aspergillus oryzae como inóculo.

11.IV.5. Tempeh

Es un producto obtenido por medio de una fermentación -- con Rhizopus. Al freirlo en aceite se obtiene un producto de textura, sabor y aroma agradables. Debido a su alto contenido de proteína es una fuente de bajo costo.

PROCESO DE OBTENCION



Las proteasas y lipasas son las enzimas más importantes que actúan durante esta fermentación.

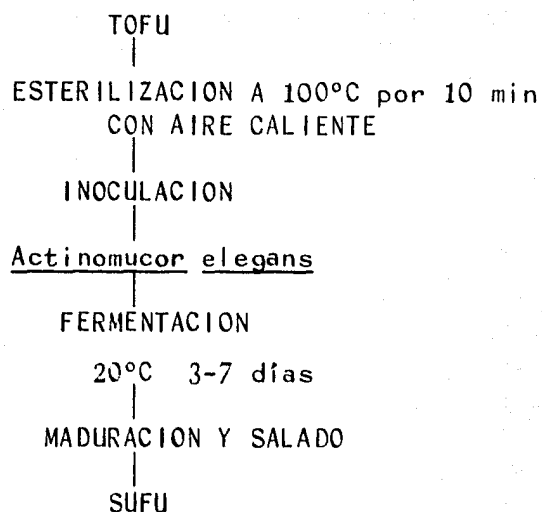
11.IV.6. Sufu

Es un producto obtenido al inocular el tofu con especies de *Mucor* y de *Actinomucor*.

Los tres pasos importantes para su fabricación son:

- 1) Elaboración del tofu con una humedad menor a la del tofu - que se utiliza para consumo directo.
- 2) Inoculación con el hongo
- 3) Salado

PROCESO DE OBTENCION



11.IV.7. Leche de soya fermentada

Se han utilizado inóculos como el Lactobacillus bulgaricus y el Lactobacillus acidophilus para la obtención de productos del tipo yoghurt.

III MATERIALES Y METODOS

III.1. PREPARACION DE LA MATERIA PRIMA

Para la obtención del concentrado se utilizó harina de -
soya desgrasada cruda, proveniente de frijol soya variedad Jú
piter (Cd. Mante, Tamaulipas) de la Compañía Industrial de --
Alimentos, S. A.

Análisis Bromatológico

En el momento de recibir la materia prima se hicieron --
las siguientes determinaciones:

- 1.- Humedad.- (27.3) AOAC
- 2.- Proteínas.- Método de Kjeldahl (2.25) AOAC. Se utilizó
el factor de 6.25
- 3.- Fibra cruda.- (27.28) AOAC
- 4.- Extracto etéreo.- Método de Soxhlet (27.25) AOAC
- 5.- Cenizas.- (27.9) AOAC
- 6.- Carbohidratos.- Método del fenol-sulfúrico (Dubois et al)
(1956).

Análisis Bacteriológico.- Métodos oficiales AACC

- 1.- Cuenta total de mesófilos aerobios. Método de cuenta es-
tandar en placa (42-11)
- 2.- Cuenta total coliformes (42-15)
- 3.- Cuenta total de hongos y levaduras (42-50)
- 4.- Cuenta de esporas a 55°C (42-40)
- 5.- Cuenta total de termófilos a 55°C (42-45)

INOCULO.- El medio de fermentación se inoculó con Saccharomy-

ces cerevisiae, levadura seca activa de Fleischmann. Marcas Alimenticias Internacionales, S. A. de C. V.

Preparación del Inóculo.-

Se utilizaron:

Dextrosa 50 g/l, extracto de levadura 5.0 g/l y levadura 20 - g/l.

La dextrosa y el extracto de levadura se disolvieron en agua en un matraz Erlenmeyer; se elevó la temperatura a 80°C durante un minuto. Inmediatamente se tapó el matraz con algodón y se dejó enfriar hasta llegar a una temperatura de 30°C. Se añadió la levadura y se mantuvo con agitación constante a esta temperatura por dos horas.

Preparación de la harina de soya.-

En el fermentador (III.11), se trató la harina durante 20 minutos con vapor sobrecalentado, con el fin de mejorar -- las características organolépticas y microbiológicas de la harina. Se realizó el análisis bacteriológico y se determinó -- el rendimiento de este tratamiento.

III.11. DESCRIPCION DEL FERMENTADOR

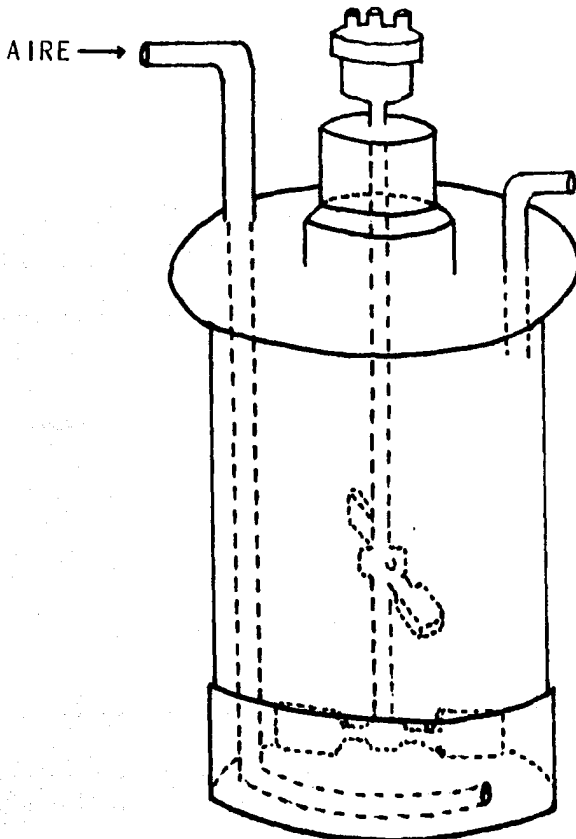
Se diseñó el fermentador en acero inoxidable tipo 316 -- con un motor de 6 polos de 0.25 CF 220 V 60Hz y reductor de velocidad.

La velocidad en la flecha impulsora del reactor es de -- 304 rpm., la flecha contiene 2 aspas sencillas con un ángulo de inclinación en las paletas de 45° y un diámetro de 12 cm.

La capacidad del fermentador es de 6.4 litros con un diámetro de 7.5 cm y 27 cm. de altura.

La entrada de vapor tiene un diámetro de 6 mm. con difusor inferior. El aire filtrado se regula en la descarga a -- una presión de 0.2 kg/cm^2 . El aire a presión lo suministra -- un compresor Jacuzzi de dos pistones.

A continuación se presenta un esquema del fermentador a escala.



ESC. 1:25

III.III. SELECCION DE LOS PARAMETROS FISICOQUIMICOS QUE INFLUYEN EN LA PRODUCCION DE CONCENTRADOS

III.III.1. Parámetros fijos

Temperatura.- Se fijó una temperatura de 30°C para la fermentación, ya que el rango óptimo de crecimiento de la levadura es amplio. (25-35°C). Se trata de una fermentación aerobia, el flujo de aire al medio de fermentación y la agitación ayudan a que no se presenten fluctuaciones considerables de temperatura.

Agitación.- La velocidad de agitación en el fermentador es de 304 rpm. siendo éste un parámetro importante para la distribución de oxígeno en el medio; al diseñarse el equipo se tomaron las medidas necesarias para que la agitación fuera óptima a esta velocidad (III.II).

Concentración del inóculo.- Este parámetro se escogió en base a la concentración del inóculo utilizado en las cervecías. Siendo éste de un 1.25% en peso, en base a la harina de soya desgrasada.

Tiempo de fermentación.- Se estableció un valor de 24 horas para cada fermentación.

III.III.2. Parámetros variables

Concentración de sólidos en el medio.- En base a las características de absorción de agua de la harina de soya se estudia

ron diferentes concentraciones de sólidos en el medio. Se ma mejoraron concentraciones de 15, 20, 25 y 30% de sólidos.

Concentración de oxígeno disuelto.- Siendo una fermentación - aerobia éste es un parámetro muy importante. Se estudió la - fermentación con inyección de aire al medio e inyección directa de oxígeno industrial.

pH.- El pH óptimo de crecimiento de la levadura es de 4.5-5.0 Se utilizó en algunos casos un pH de 7.0 que es el pH natural del medio y en otros se fijó un pH de 5.0 con el fin de evi-- tar la precipitación de la proteína de soya cuyo punto isoe-- léctrico se presenta a $\text{pH} = 4.6$.

Adición de fuentes externas al medio.-

a) Adición de nitrógeno.- Con el fin de obtener la concentra-- ción máxima de proteína se adicionó al medio un 13.4% de sul-- fato de amonio (R.A.) en base a la harina para mejorar la re-- lación de C/N en el medio y observar si éste era un parámetro limitante.

De igual manera en otro experimento se adicionó un 0.4% de sulfato de amonio (R.A.) y 0.1% de fosfato de potasio (R.- A.) en base a la harina de soya, para ver si variando la relación C/N se mejora el porcentaje de proteína alcanzado.

b) Adición de carbono.- Se estudió la adición de glucosa (R.- A.) al medio de tal manera que la levadura tuviera la fuente de carbono más fácil de ser utilizada y se pudiera incremen-

tar el porcentaje de proteína. Se adicionó un 10% de glucosa en base a la harina de soya.

c) Adición de nitrógeno y carbono - Se estudió el efecto de la adición de estas dos fuentes en una misma fermentación.

Se utilizaron 13.4% de sulfato de amonio y 10% de glucosa en base a la harina de soya.

d) Adición de urea.- El nitrógeno de la urea es convertido a nitrógeno protéico durante la fermentación alcohólica, por lo cual se adicionó un 1.74% de urea (R.A.) al medio en base a la harina de soya.

e) Adición de vitaminas.- Se adicionó al medio un 3% de una mezcla de leche descremada y vitaminas con la siguiente composición:

Leche en polvo descremada	96.438	%
Acido ascórbico	2.2	%
Niacinamida	0.7	%
Mezcla de vitaminas A-D 500-50	0.5	%
Riboflavina	0.1	%
Clorhidrato de tiamina	0.06	%
Vitamina B-12	0.0002	%

f) Adición de enzimas.- Se estudió el efecto de la adición de enzimas amilolíticas y proteolíticas. Se utilizó una alfa amilasa de 35 000 unidades modificadas Wohgemuth por gramo y una proteasa fúngica de 250 unidades Northrop por gramo.

III.IV. DETERMINACIONES DURANTE LA FERMENTACION

1. Proteínas.- Método Kjeldahl (2.25) AOAC
2. Carbohidratos solubles.- Los azúcares presentes se hidrolizaron con el fin de determinarlos como monosacáridos reductores. La extracción se realizó con una solución de sosa 0.025N por 15 min. con agitación ocasional, se bajó el pH a 4.2-4.3 se filtró, se ajustó el pH del filtrado a 1.6-1.8 con HCl concentrado. Se colocó en baño María por 30 min. Se enfrió a -60°C, se ajustó nuevamente el pH a 4.0. Se dejó sedimentar y se tomó una alícuota del sobrenadante para la determinación.

Se efectuaron las diluciones pertinentes, realizándose la determinación de azúcares por medio del método del fenol-sulfúrico (Dubois et al) (1956).

3. Humedad AOAC (27.3)
4. pH.- Se determinó el pH directamente en el mosto de fermentación utilizándose un potenciómetro EXTECH modelo 671.

Preparación de la muestra:

Las muestras se liofilizaron en una liofilizadora USIFROID Peitord, modelo SMJ. Posteriormente se molieron hasta obtener una granulometría de un 80% pasando através de malla 100 (especificaciones ASTM-AASHO).

III.V. DETERMINACIONES REALIZADAS AL PRODUCTO.

III.V.1. Análisis bromatológico.

1. Humedad.- Método del AOAC (27.3)
2. Proteínas.- Método Kjeldahl AOAC (2.25) Factor utilizado - 6.25.
3. Fibra cruda.- Método del AOAC (27.28).
4. Extracto etéreo.- Método Soxhlet. Método del AOAC (27.25).
5. Cenizas.- Método del AOAC (27.9).
6. Carbohidratos. Se siguió el procedimiento de extracción - utilizado para la determinación de carbohidratos durante la - fermentación y el método del fenol-sulfúrico.

III.V.2. Análisis bacteriológico

1. Cuenta total de mesófilos aerobios.- Método de cuenta es-- tandar en placa AACC (42.11).
2. Cuenta total de coliformes.- Método del AACC (42.15).
3. Cuenta total de hongos y levaduras.- Método del AACC (42.50)
4. Cuenta de esporas a 35°C.- Método del AACC (42.40).
5. Cuenta total de termófilos a 55°C.- Método del AACC (42.40)

III.V.3. Determinación de fitatos

Se utilizó el método empleado por D.B. Thompson y J. Erdwar Jr. La extracción se llevó al cabo por medio de ácido -- tricloroacético al 3% y sulfato de sodio al 10%. El extracto se centrifugó y filtró. Al sobrenadante se le agregó cloruro férrico para formar la sal férrica. Se lavó varias veces. El precipitado se disolvió con ácido clorhídrico 3N. Se adicio-- nó tiocianato de potasio y se leyó la absorbancia a 480 nm -- contra un blanco de agua.

Se realizó una curva estandar con una solución de cloruro férrico. Considerándose una relación de 6 de fósforo a 4 de fierro, se utilizó para la determinación de fitato un factor de 2.98.

III.V.4. Determinación de nitrógeno alfa amino.- Método del AACC (46.31).

III.V.5. Propiedades funcionales.

III.V.5.1. Índice de dispersabilidad de proteína (PDI).- Método del AACC (46.24).

III.V.5.2. Absorción de agua.

III.V.5.3. Absorción de aceite.

Para estas dos determinaciones se siguió el método de -- Beuchat (1977). Se pesó un gramo de muestra, se mezcló con 10 ml. de agua destilada o de aceite por 30 segundos. Se dejó reposar la mezcla por 30 minutos y se midió el volumen de sobrenadante en una bureta. La densidad del agua se determinó que era de 1g/ml y la del aceite de 0.923 g/ml a 20°C.

III.V.5.4. Gelificación.

Se siguió el método de Coffmann y García (1977) modificado. Se prepararon soluciones de la muestra al 2,4,6,8,10,-12,14,16,18 y 20% (peso/volumen) en 5 ml. de agua destilada.- Los tubos que contenían las soluciones se sumergieron por una

hora en baño María a 92°C. Inmediatamente se enfriaron a chorro de agua. Posteriormente se mantuvieron a 4°C por un lapso de dos horas. El tubo que al invertirse no pierde su contenido, se consideró como el de concentración mínima de gelificación.

II.V.5.5. Propiedades de espumado.

Se utilizó el método de Coffmann y García (1977). Se mezclaron 1 g de muestra en 50 ml de agua destilada por 5 min. en una licuadora Osterizer de alta velocidad. Se vertió la solución en una probeta de 100 ml. El volumen total se midió a diferentes intervalos de tiempo: 0, 5, 10, 15, 30, 45, 60, 120, 240 y 480 minutos. Se estudió también el efecto de la concentración preparando soluciones de 2, 6 y 10% (peso/volumen).

III.V.5.6. Propiedades de emulsificación.

En una licuadora Osterizer a alta velocidad se mezclaron 5 g de muestra en 100 ml de agua destilada y 100 ml de aceite, sin dejar de mezclar, se agregaron porciones de 5 ml de aceite. La disminución drástica en la consistencia, juzgada subjetivamente por la disminución en la resistencia al mezclado, se consideró como el punto para suspender la adición de aceite. La cantidad de aceite adicionada hasta este punto se anotó como la capacidad emulsificante de la muestra.

III.V.5.7. Inhibidores de tripsina.- Método de la AACC 71-10

III.V.5.8. Actividad ureásica.- Método de la AACC 22-90.

DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE OBTENCION DEL CONCENTRADO
DE PROTEINA DE SOYA

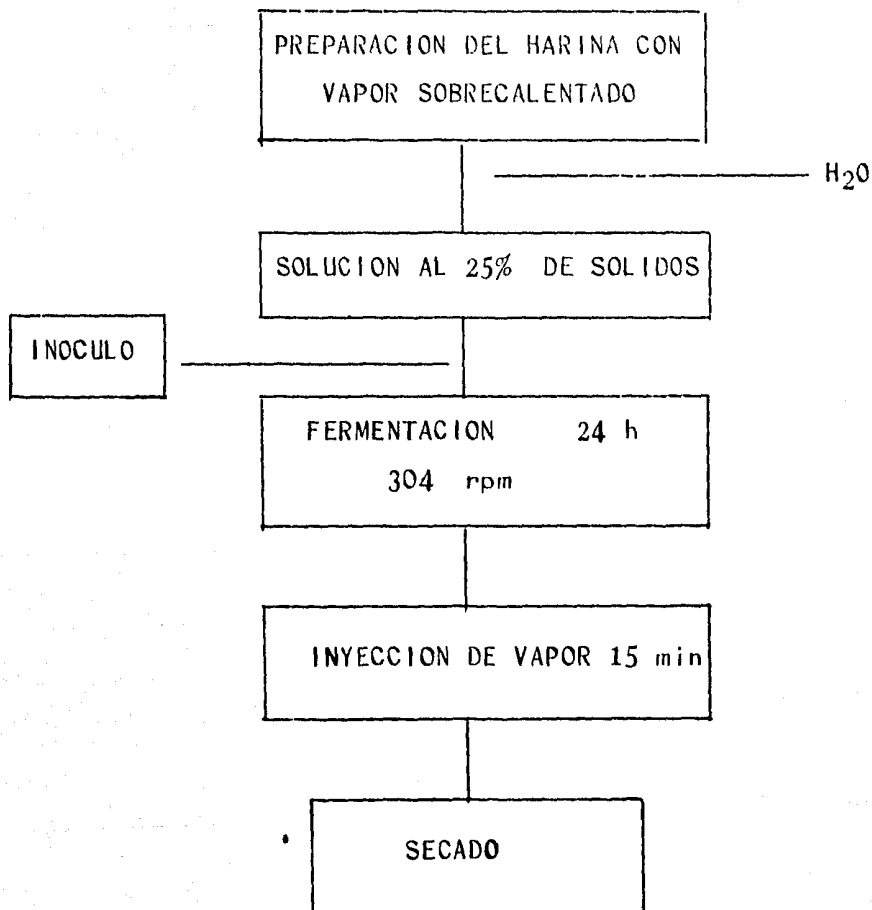
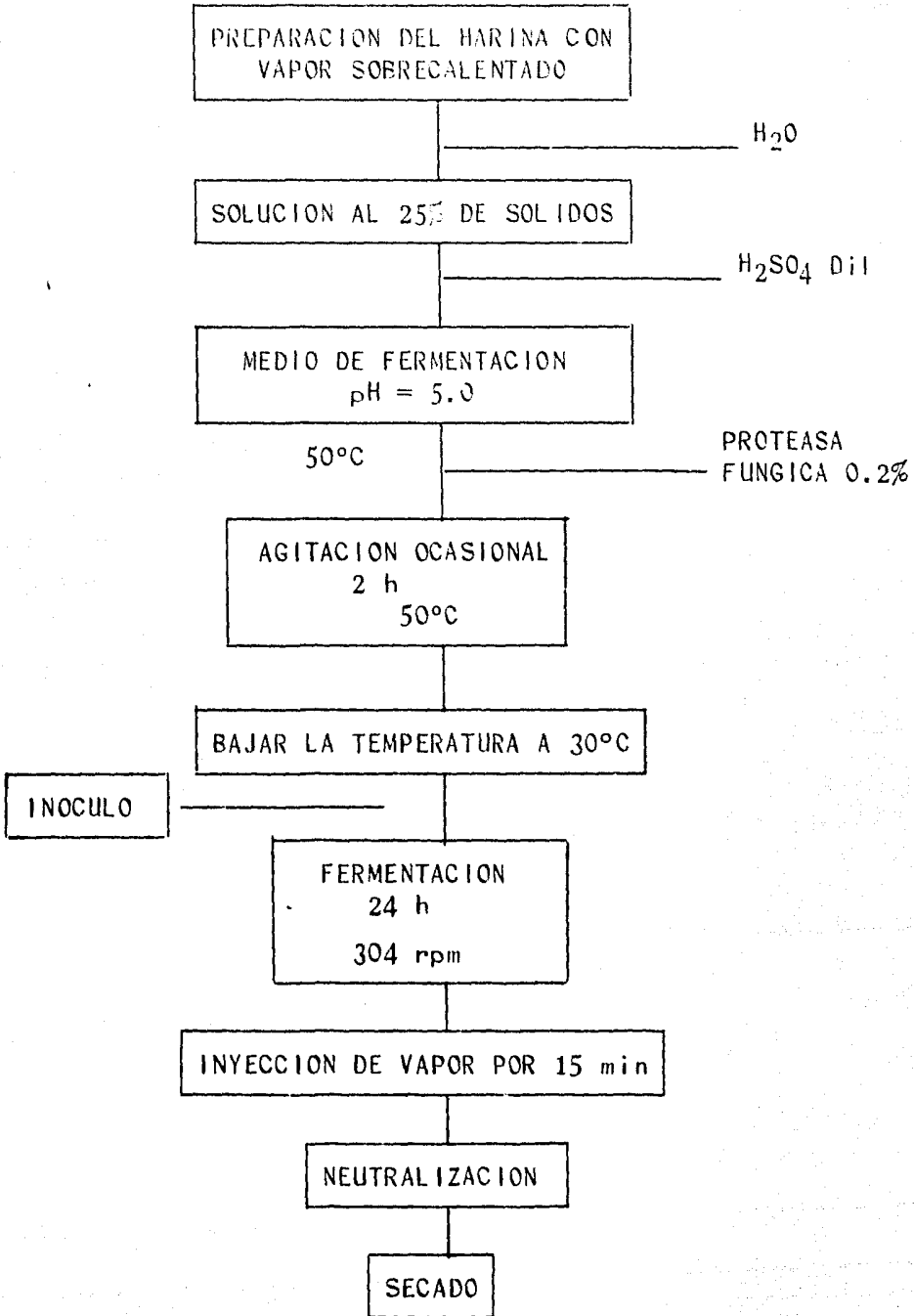


DIAGRAMA ESPECIAL DE FLUJO DEL PROCESO DE OBTENCION DEL CONCENTRADO DE PROTEINA DE SOYA



IV RESULTADOS Y DISCUSION

IV.1. ANALISIS DE LA MATERIA PRIMA

HARINA DE SOYA DESGRASADA CRUDA

Análisis bromatológico:

1. Humedad	7.0	%
2. Proteína B. S. (Nx6.25)	50.5	%
3. Fibra cruda B. S. (*)	3.5	%
4. Extracto etéreo B. S.	1.5	%
5. Cenizas B. S.	5.5	%
6. Carbohidratos solubles B. S.	11.5	%

(*) B. S. Base Seca

Análisis bacteriológico:

1. Cuenta total de mesófilos aerobios 35°C	225 000	col/g
2. Cuenta total de coliformes en placa	100	col/g
Cuenta total de coliformes NMP/g(°)	+ 1	100
Cuenta de coliformes fecales NMP/g	+ 1	100
3. Cuenta de hongos y levaduras	90	col/g
4. Cuenta de esporas a 35°C	122 000	col/g
5. Cuenta total de termófilos a 55°C	91 000	col/g

(°) NMP.- Número más probable

IV.2. ANALISIS DE LA HARINA DE SOYA DESGRASADA DESPUES DEL -- TRATAMIENTO CON VAPOR

Análisis bacteriológico:

1. Cuenta total de mesófilos aerobios 35°C	122 000	col/g
2. Cuenta total de coliformes en placa	100	col/g
Cuenta total de coliformes NMP/g	+ 1	100

Cuenta de coliformes fecales NMP/g	+ 1 100
3. Cuenta de hongos y levaduras	30 col/g
4. Cuenta de esporas a 35°C	120 000 col/g
5. Cuenta de termófilos a 55°C	20 000 col/g

IV.3. RENDIMIENTO DEL TRATAMIENTO CON VAPOR

El rendimiento fue de un 95% debido a que se recuperó exclusivamente la harina seca. Al existir condensación del vapor un 5% del producto se humedeció.

IV.4. EFECTO DE LA CONCENTRACION DE SOLIDOS EN EL MEDIO

En todas las fermentaciones se utilizó un pH = 7.0.

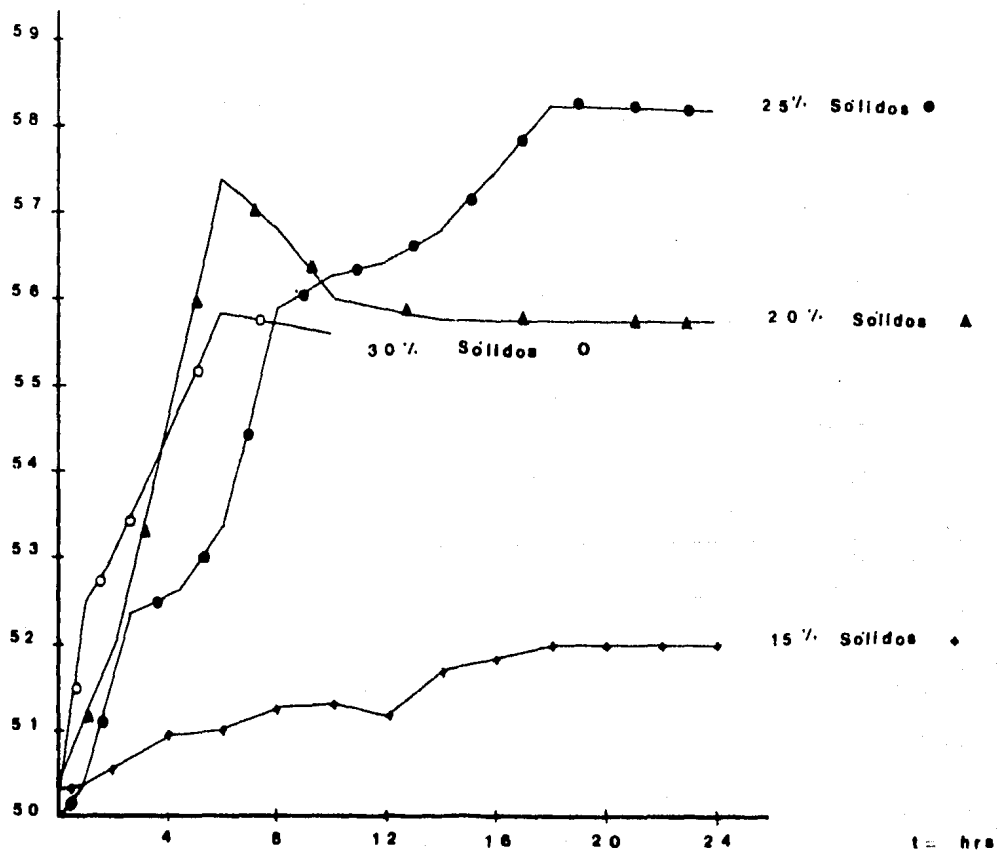
En la gráfica No. 1 se presentan los resultados obtenidos en las fermentaciones manejando diferentes concentraciones de sólidos en el medio. Como se podrá observar los mejores resultados se obtuvieron con una concentración de sólidos del 25%, lográndose valores de proteína en B. S. del 58.2% en 18 horas, siendo el incremento de proteína de un 16%.

Al trabajar con una concentración de sólidos del 15% se presentaron problemas de espuma en el fermentador. Se vió la necesidad de agregar antiespumante. El incremento de proteína en este caso fue de un 3.3% únicamente.

Los resultados obtenidos con una concentración de sólidos del 20% fueron satisfactorios, el incremento en proteína fue de un 13.5% lográndose en un tiempo de 6 horas, sin embar

% Proteína N.S.

Efecto de la concentración de sólidos en el medio pH=7



Grafica I

go a partir de este momento la concentración de proteína baja.

En base al incremento de la proteína, las características organolépticas y la concentración óptima para someter el producto a un secado, se escogió una concentración de sólidos del 25% en el medio.

IV.5. EFECTO DE LA VARIACION DE pH EN EL MEDIO

Este parámetro se estudió con una concentración de sólidos iniciales del 25% y un pH de 5.0. Se alcanzó un porcentaje de proteína del 58.5% en un lapso de 18 horas. Como se podrá observar no existieron practicamente diferencias entre la fermentación a pH 7.0 y a pH = 5.0 en cuanto a porcentaje máximo de proteína y tiempo de fermentación para alcanzarlo, sin embargo en las propiedades funcionales del producto si existieron variaciones. (Gráfica II y III).

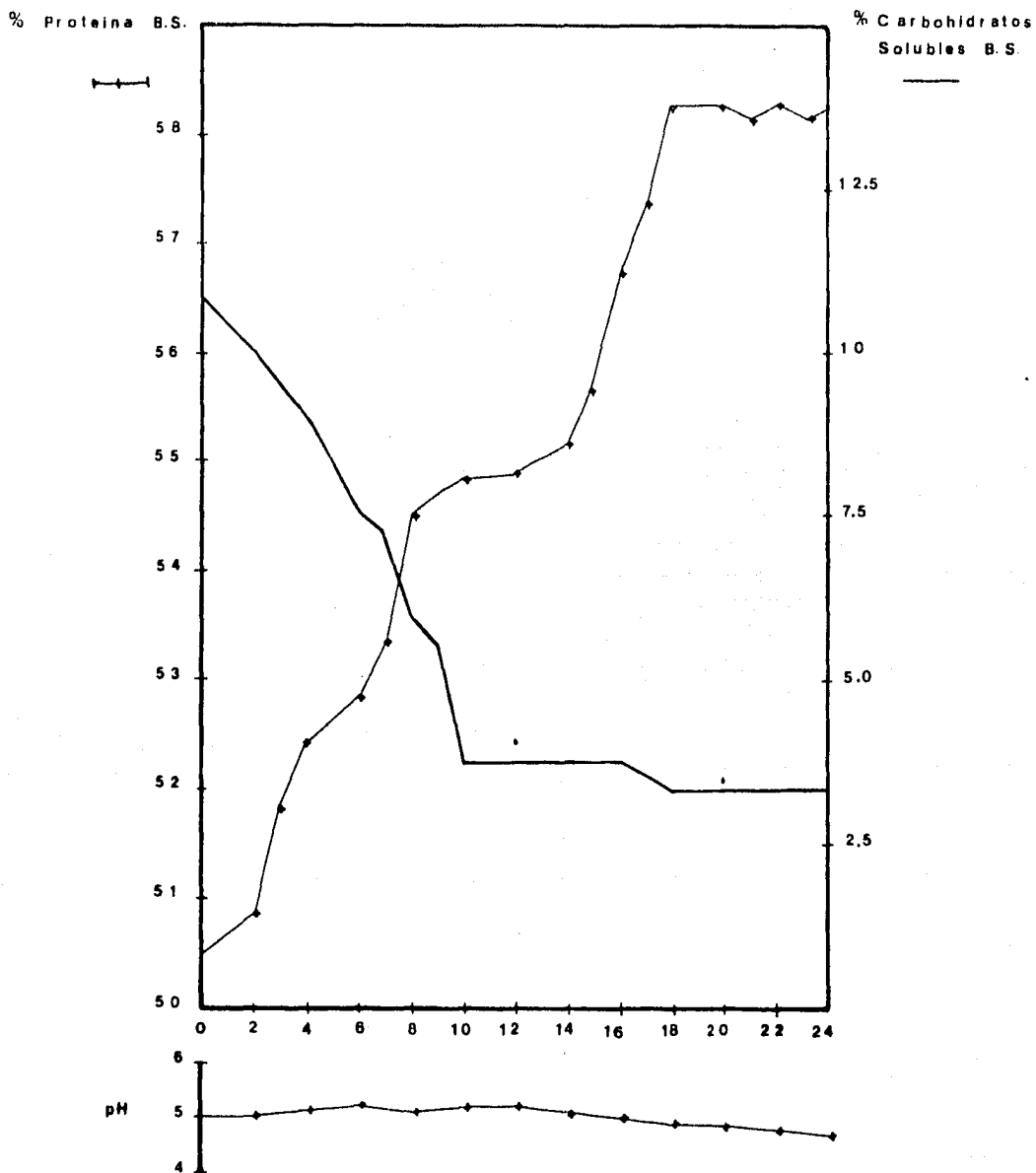
IV.6. CONCENTRACION DE OXIGENO DISUELTO

Este parámetro se estudió con una concentración de sólidos iniciales del 25% y un pH de 7.0.

En comparación a los resultados obtenidos inyectándose exclusivamente aire al medio se obtiene un incremento notable de proteína, ya que al tratarse de una fermentación aerobia se favorece el crecimiento del microorganismo.

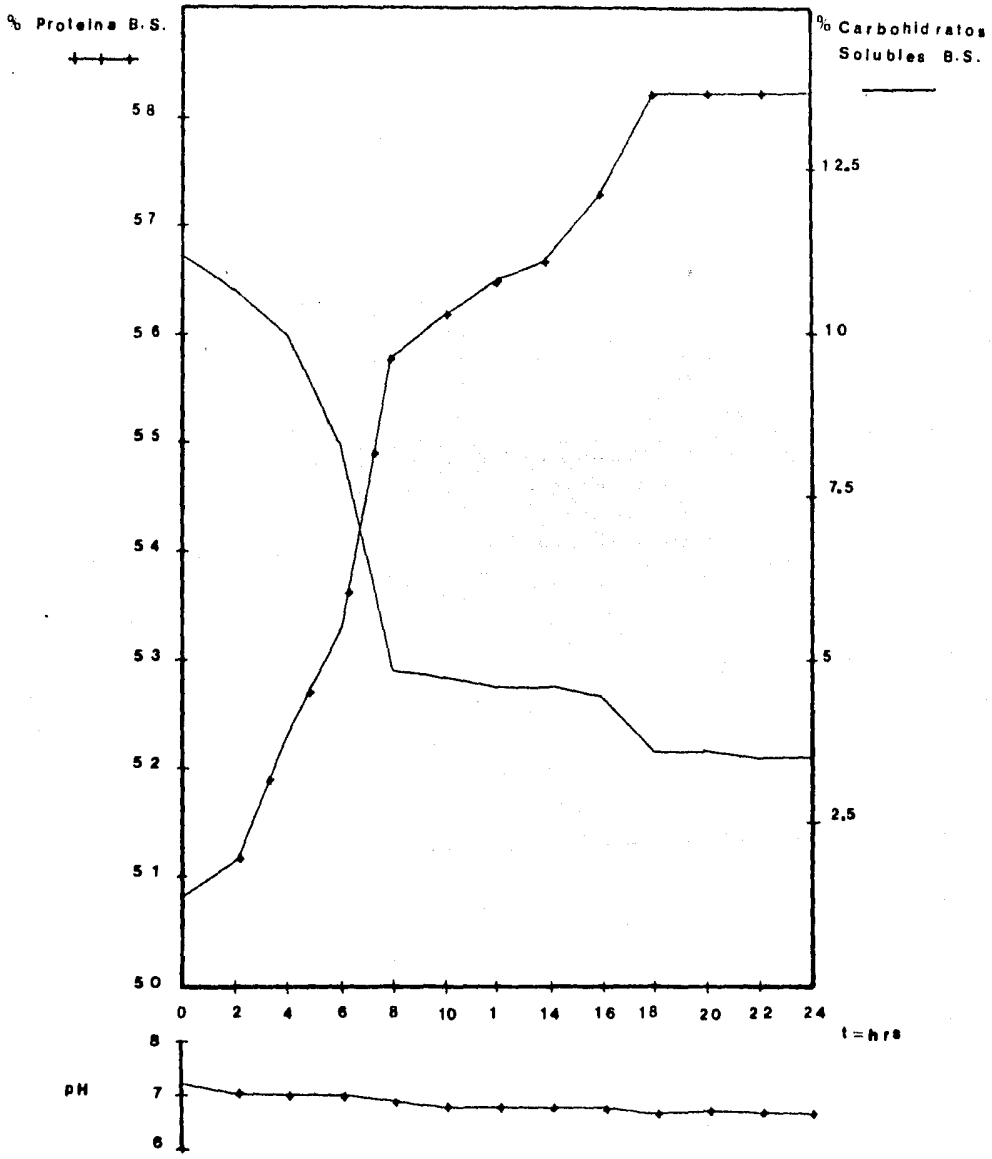
En este caso en las primeras cuatro horas se obtiene un incremento de proteína del 12.76% y a las 24 horas del 17.7 % (Gráfica IV).

Fermentación 25 % sólidos. pH= 5.0



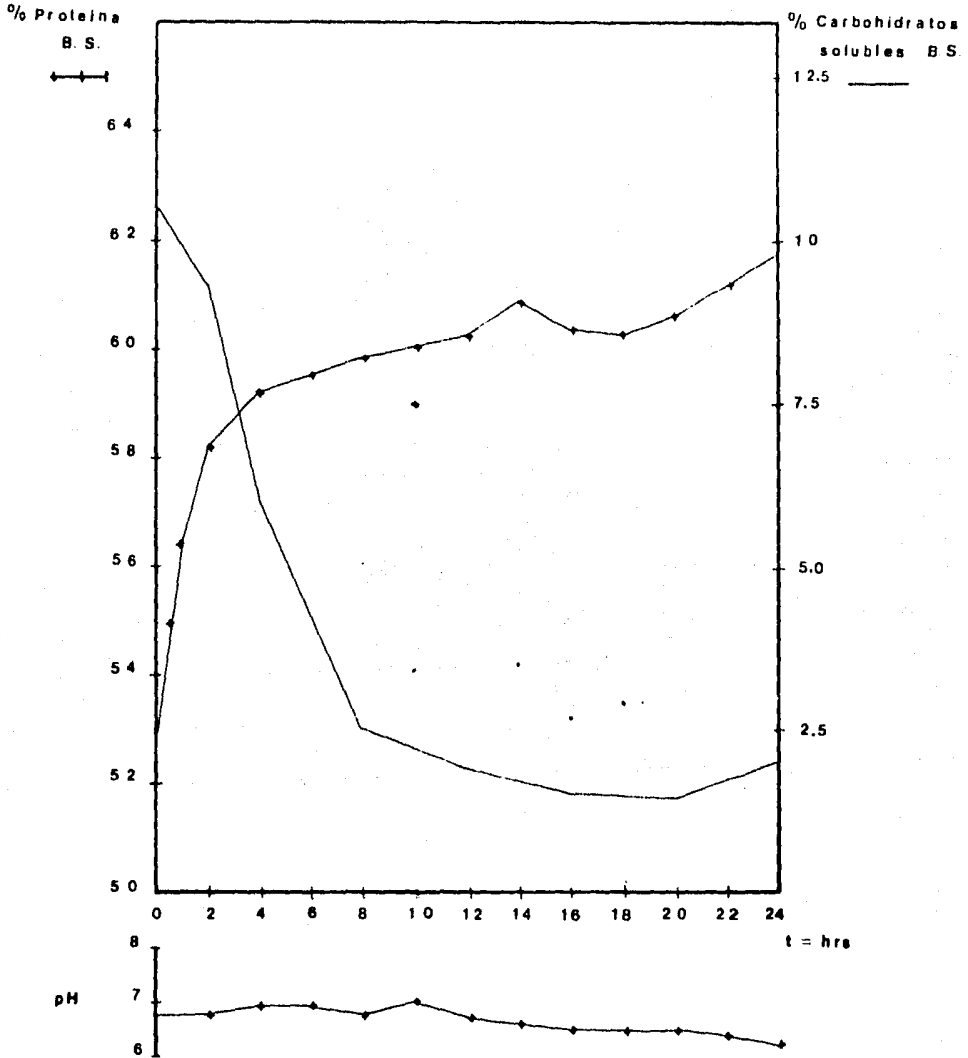
Grafica II

FERMENTACION 25% SOLIDOS pH = 7.0



GRAFICA III

Fermentación 25% solidos pH = 7.0 + Oxígeno



Grafica IV

IV.7. ADICION DE NITROGENO AL MEDIO

Este parámetro se estudió con una concentración de sólidos iniciales del 25% y un pH de 7.0. La adición del sulfato de amonio no mejoró los resultados obtenidos. Existe un incremento en la determinación de nitrógeno proporcional a la cantidad de sulfato de amonio agregada al medio. La adición del sulfato se llevó al cabo a las seis horas de fermentación y a partir de este momento el contenido de nitrógeno permaneció constante (Gráfica V).

Al adicionarse sulfato de amonio al 0.4% y fosfato de potasio al 0.1% a las cero horas de fermentación, el incremento en nitrógeno fue en 16 horas de un 3.0% exclusivamente (Gráfica VI).

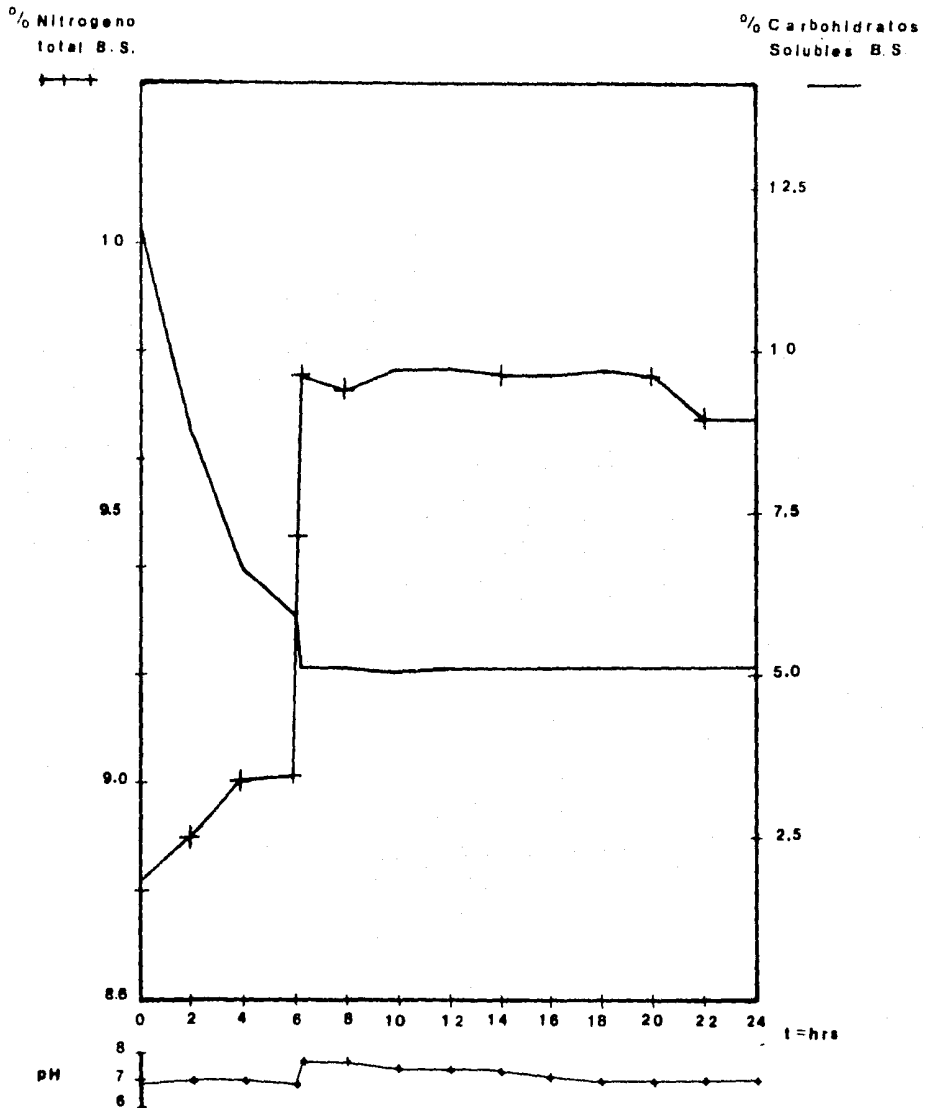
IV.8. ADICION DE CARBONO AL MEDIO

Este parámetro se estudió a una concentración de sólidos iniciales del 25% y un pH de 7.0.

Al adicionarse la glucosa al medio hubo una disminución de proteína proporcional a la cantidad de glucosa adicionada al medio.

Se añadió la glucosa a las 6 horas de fermentación y para las 12 horas el microorganismo había consumido la glucosa adicionada, sin embargo no se observó un incremento en el porcentaje de proteína alcanzado. (Gráfica VII).

Fermentación 25% sólidos
 pH=7.0+3.4% (NH₄)₂SO₄



GRAFICA V

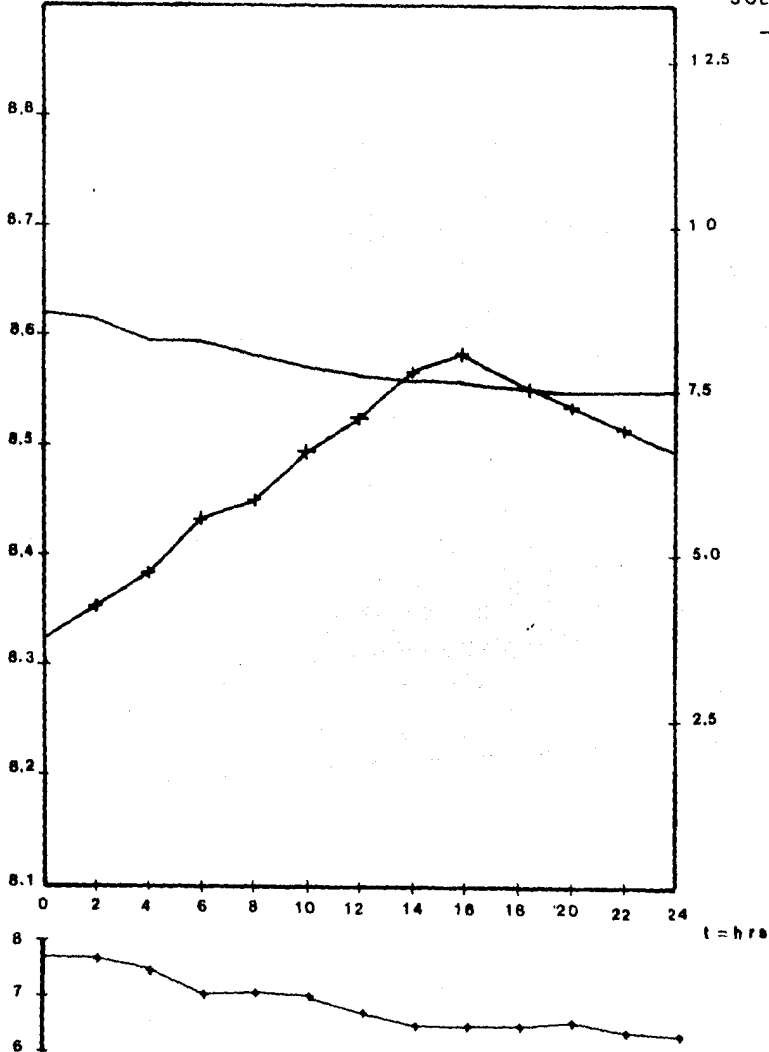
Fermentación 25 % sólidos

pH = 7.0 + 0.4 % $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$

+ 0.1 % K_3PO_4

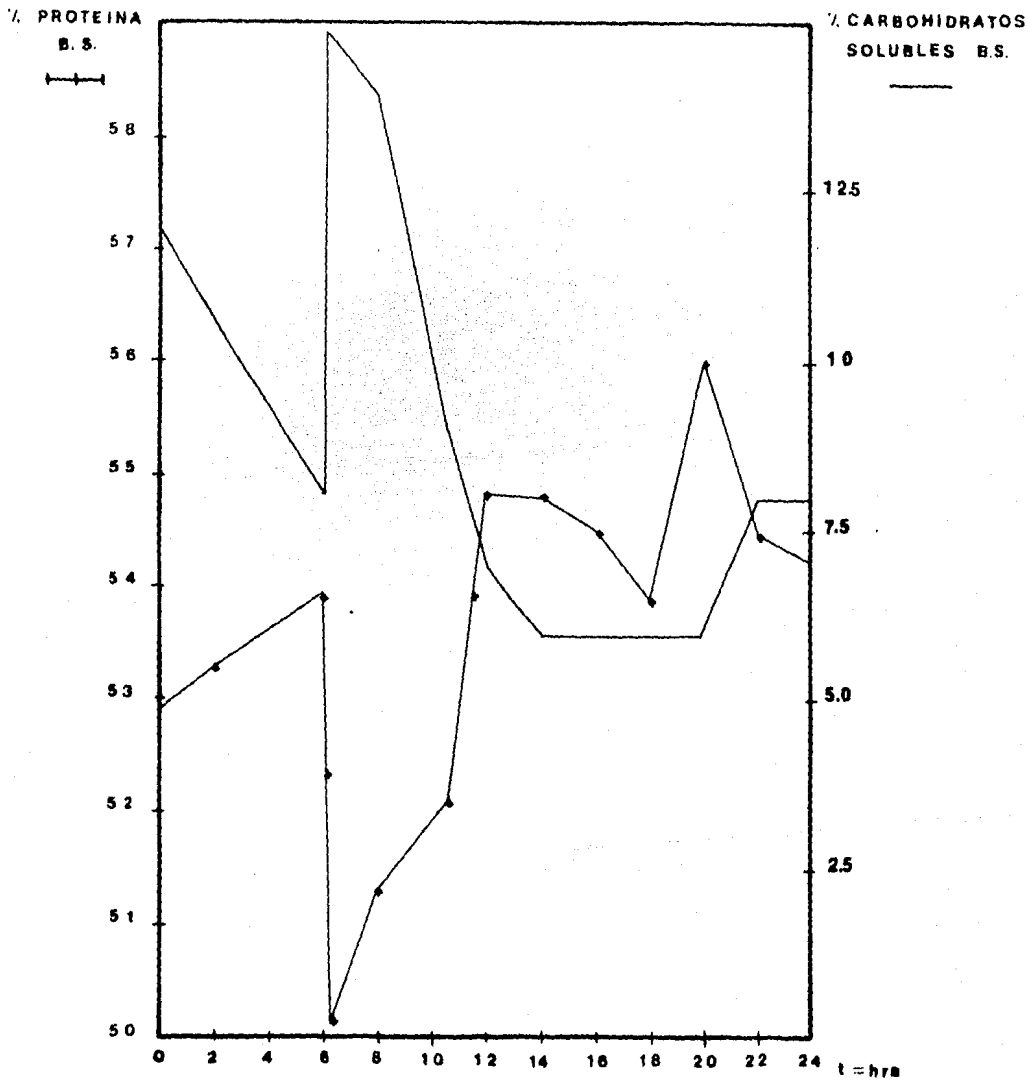
% NITROGENO
TOTAL B.S.

% CARBOHIDRATOS
SOLUBLES B.S.



Grafica VI

**Fermentación 25 % sólidos
pH = 7.0 + 10 % Glucosa**



Grafica VII

IV.9. ADICION DE CARBONO Y NITROGENO AL MEDIO

Estas dos fuentes adicionadas al mismo tiempo no lograron mejorar los resultados de proteína alcanzados con un 25 % de sólidos iniciales y un pH de 7.0.

IV.10. ADICION DE UREA

Este parámetro se estudió con un 25% de sólidos iniciales y un pH de 7.0. La adición de urea a las cero horas de fermentación, no incrementó la proteína como se esperaba y se obtuvo un producto con pésimas características organolépticas. De olor y sabor característicos a amoníaco (Gráfica VIII).

IV.11. ADICION DE VITAMINAS

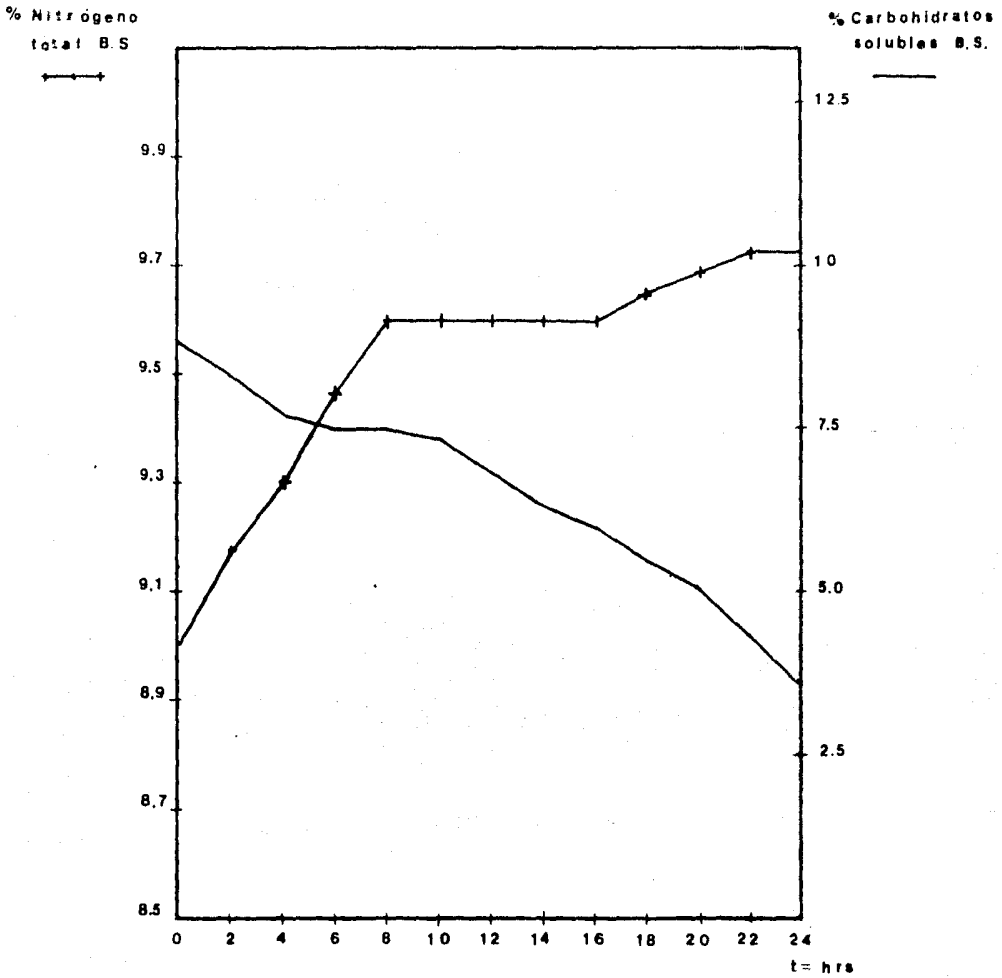
La mezcla vitamínica se agregó a las cero horas de fermentación, el incremento de proteínas a las 24 horas fue de un 5.0%, por lo cual la mezcla vitamínica no favoreció el crecimiento del microorganismo (Gráfica IX).

IV.12. ADICION DE ENZIMAS

Al utilizarse la amilasa al 1% se logró un aumento considerable de proteína de las 4 a las 6 horas de fermentación, sin embargo a partir de este momento la proteína fue bajando gradualmente. (Gráfica X).

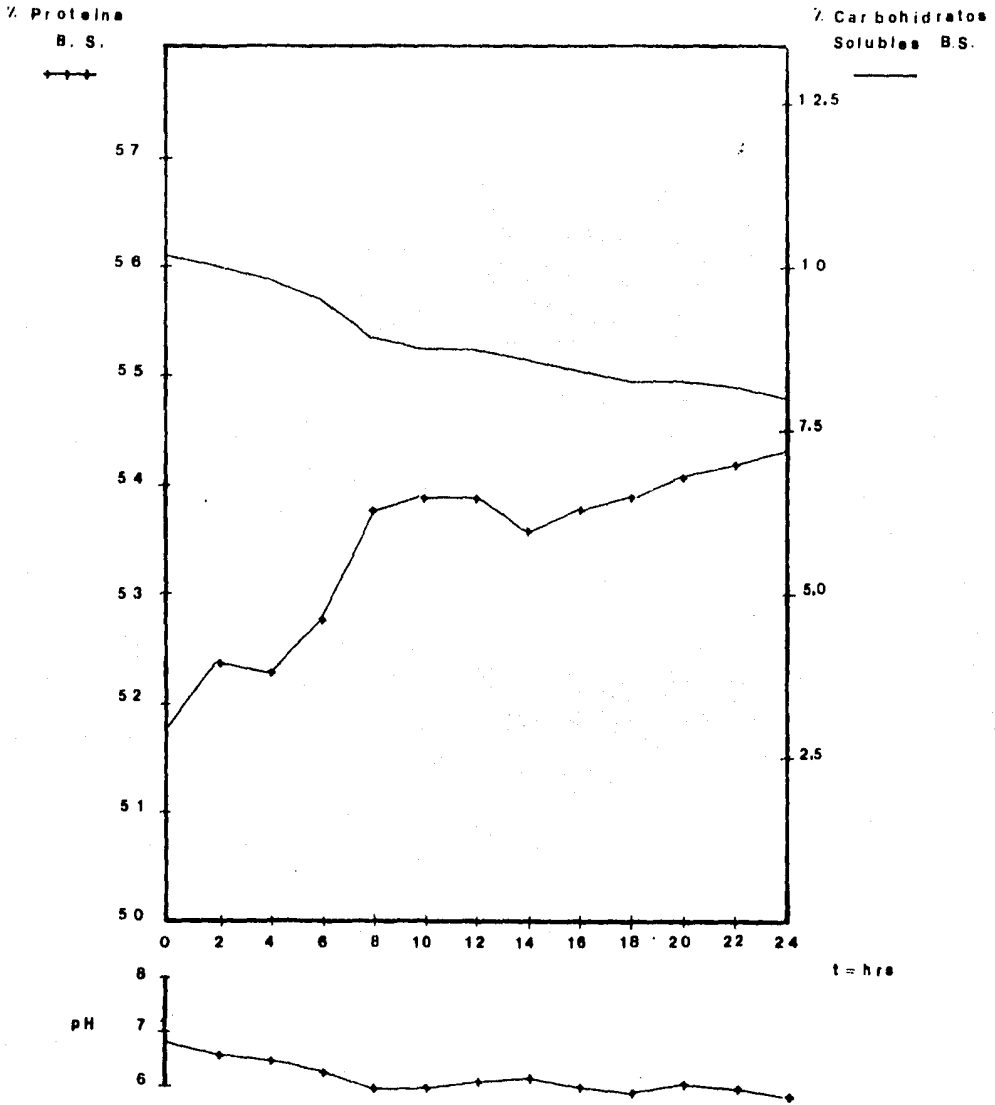
La adición de la proteasa fúngica dió buenos resultados; a pH de 7.0 se llegó a un 58.1% de proteína en B.S. en 22 horas. La curva obtenida es semejante a la de la Gráfica No. -

Fermentación 25% sólidos
pH = 7.0 + 1.74 % Urea



Grafica VIII

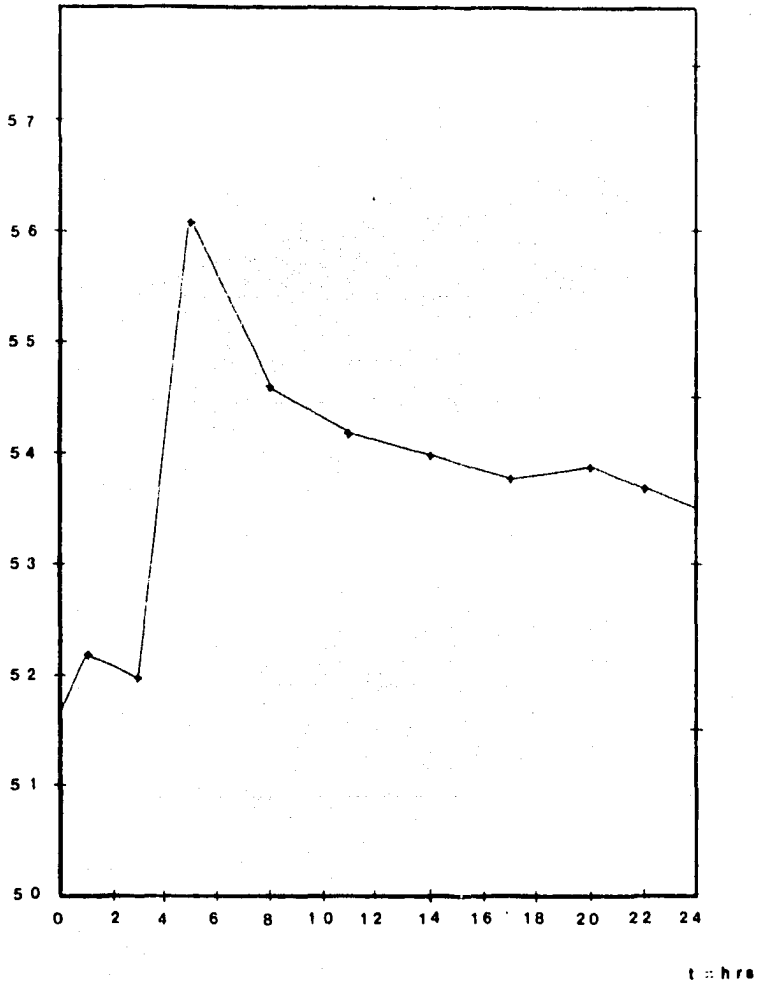
FERMENTACION 25% SOLIDOS pH = 7 + MEZCLA VITAMINICA



GRAFICA IX

Fermentación 25 % sólidos
pH = 7 + α amilasa 1 %.

% Proteína
B. S



Grafica X

III, alcanzándose en un menor tiempo el mismo porcentaje de proteína. (Gráfica XI).

Al utilizarse la proteasa fúngica a un pH de 5.0 se llegó a un 62.2% de proteína B. S. en 24 horas. (Gráfica XII).

La proteasa fúngica de alguna manera logra romper enlaces entre proteína y carbohidratos, lo que favorece el crecimiento del microorganismo.

En la tabla V se presentan el contenido de proteína y el sabor de los diferentes productos de fermentación, en base a estos parámetros se seleccionaron los productos para ser evaluados.

IV.13. DETERMINACIONES REALIZADAS AL PRODUCTO DE FERMENTACION

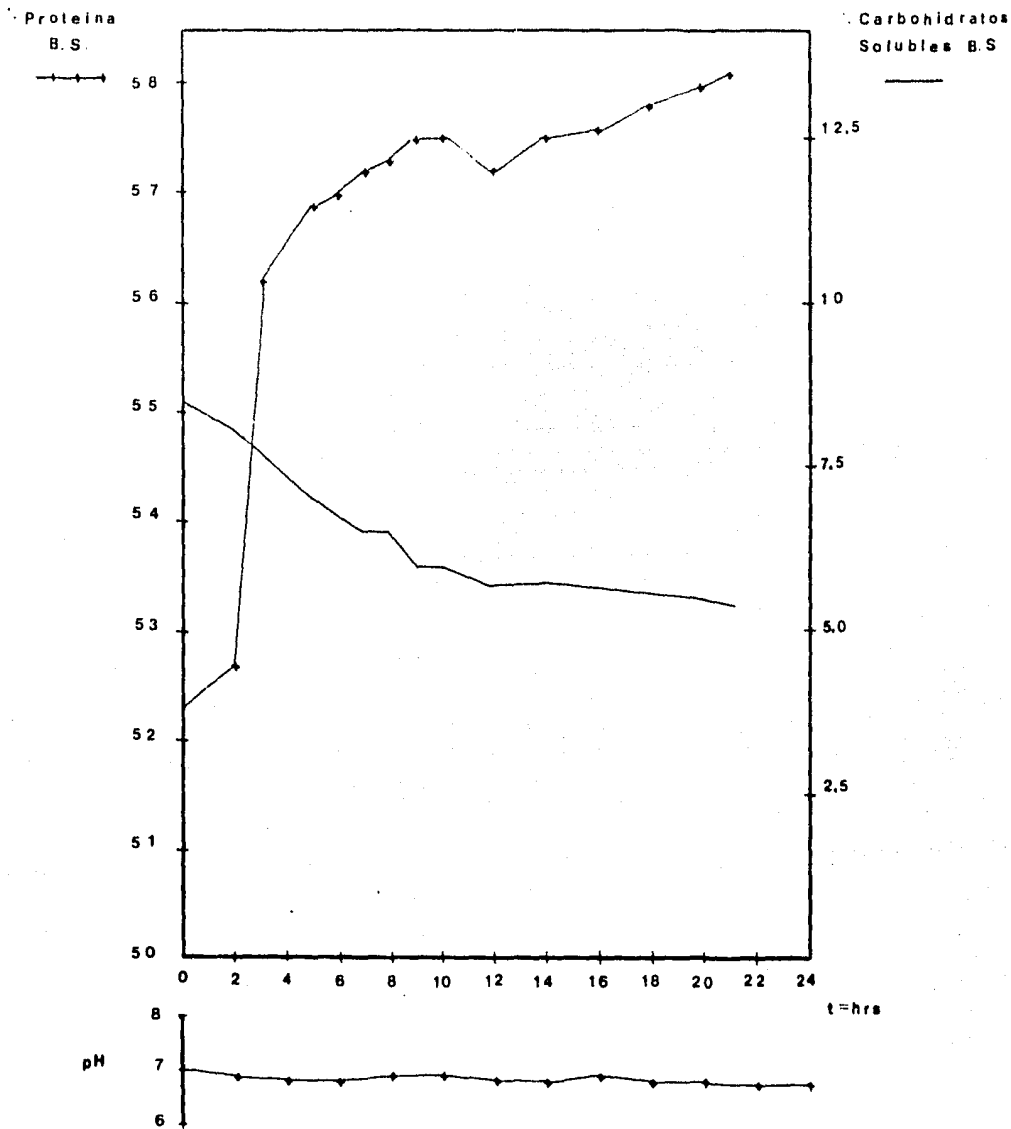
Para el análisis de producto terminado se escogieron las siguientes fermentaciones, las cuales se identificaron de la siguiente manera:

- A.- Producto de la fermentación a 25% de sólidos pH = 7.0.
- B.- Producto de la fermentación a 25% de sólidos pH = 5.0.
- C.- Producto de la fermentación a 25% de sólidos más oxígeno pH = 7.0.
- D.- Producto de la fermentación a 25% de sólidos más 0.2% de proteasa fúngica a pH = 5.0.

Con el fin de tener resultados comparativos todos los análisis se realizaron en: Harina de soya desgrasada cruda y harina de soya desgrasada cocida, ambas muestras procedentes de la compañía Industrial de Alimentos, S. A.

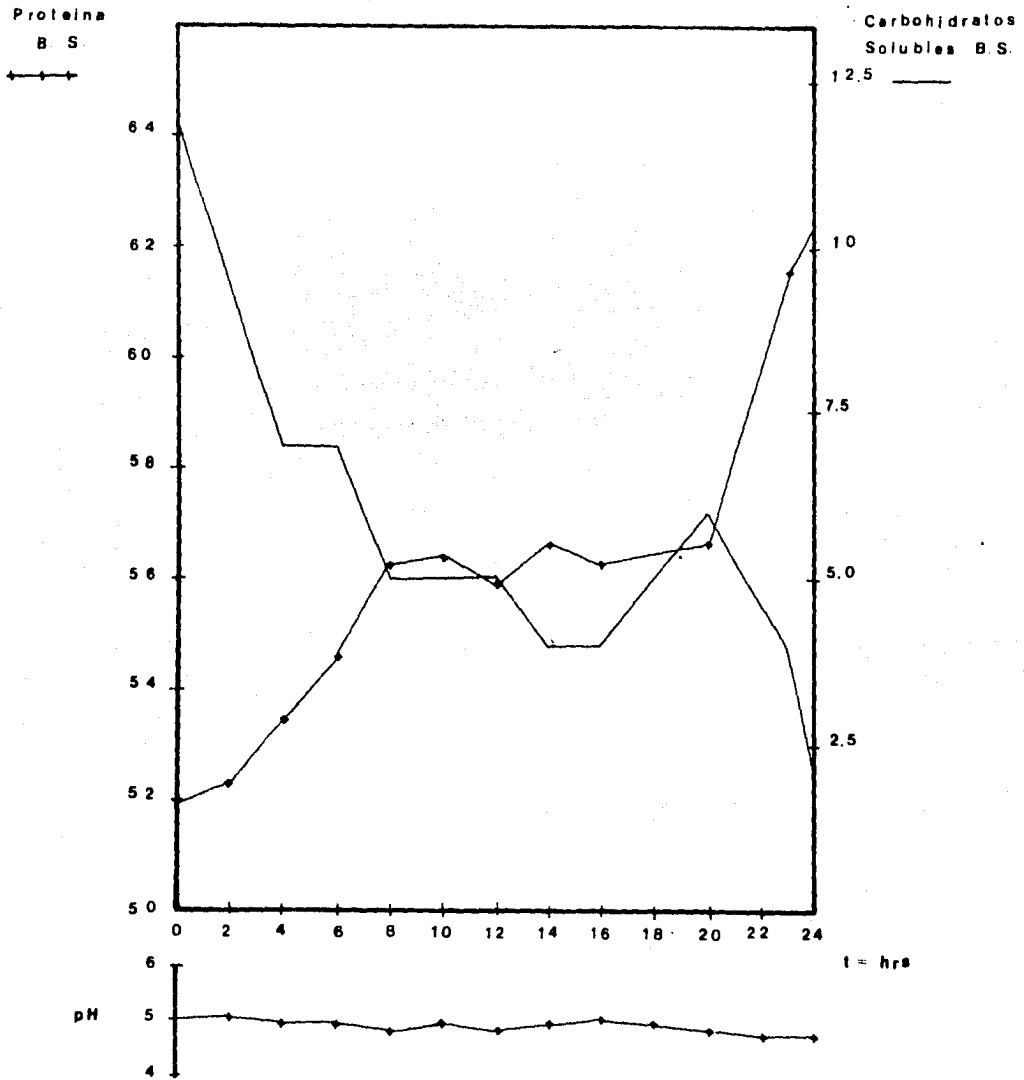
Concentrado comercial de proteína de soya "PROCON 2 000"

FERMENTACION 25 % SOLIDOS pH= 7.0 + PROTEASA FUNGICA 0.2 %



GRAFICA XI

Fermentacion 25% solidos
 pH: 5.0 + proteasa fúngica 0.2%.



Grafica XII

TABLA V

PARAMETRO	CONCENTRACION SOLIDOS	pH	% PROTEINAS B.S. (N×6.25)	% NITROGENO TOTAL B.S.	SABOR
Adición de oxígeno al medio	25%	7.0	61.9	9.9	Agradable
pH	25%	5.0	58.5	9.36	Agradable
pH	25%	7.0	58.2	9.31	Agradable
Adición de nitrógeno al medio. 3.4% - - - (NH ₄) ₂ SO ₄	25%	7.0	-	9.7	Desagradable
Adición de 0.4% de - (NH ₄) ₂ SO ₄ + 0.1% --- K ₃ PO ₄	25%	7.0	-	8.6	Desagradable
Adición de glucosa 10%	25%	7.0	56.2	8.99	Agradable
Adición de urea 1.74%	25%	7.0	-	9.7	Desagradable
Adición de vitaminas	25%	7.0	54.3	8.69	Desagradable
Adición de α amilasa	25%	7.0	56.1	8.97	Desagradable
Adición de proteasa Fúngica	25%	7.0	58.1	9.29	Agradable
Adición de proteasa Fúngica	25%	5.0	62.2	9.95	Agradable

Staley Manufacturing Company. Delatur, Illinois. E.U.A.

Aislado comercial de proteína de soya "PROFAM S-646". --
Grain Processing Corporation. Muscatine, Iowa. E.U.A.

IV.13.1. Análisis bromatológico

En el cuadro No. I se muestra el análisis bromatológico. Como se puede observar el porcentaje de proteína de los concentrados A, B, C y D es superior a el de una harina de soya cruda o cocida y menor a el de concentrado y aislado comercial - de proteína de soya.

En los valores de cenizas no existen diferencias, mientras que la fibra cruda es mayor en los concentrados y menor en los aislados.

El extracto etéreo es constante en las harinas de soya - cruda y cocida, el aislado y concentrado comercial, no así en los concentrados A, B, C y D, ya que el microorganismo pudo haber consumido parte de los lípidos.

Los carbohidratos solubles en los concentrados A, B, C y D son de concentración más baja que en las harinas de soya -- cruda y cocida debido a que el microorganismo los consume para su crecimiento.

IV.13.2. Análisis bacteriológico.

En el cuadro No. II se muestra el análisis bacteriológico de las muestras. Los concentrados A, B, C y D tienen cuentas totales de mesófilos aerobios, esporas, terrófilos y hongos bajas, no presentándose coliformes fecales.

CUADRO I

ANALISIS BROMATOLOGICO

	H. SOYA CRUDA	H. SOYA COCIDA	CONCENTRADO PROCON	AISLADO PROFAM	C O N C E N T R A D O S			
					A	B	C	D
Humedad	7.0	7.0	6.0	6.0	3.0	3.0	3.0	3.0
Proteínas %								
B. S.	50.5	51.0	68.5	90.0	58.2	58.5	62.5	62.2
Fibra cruda %								
B. S.	3.5	3.5	4.0	2.0	3.5	3.5	3.5	3.5
Extracto Etéreo %								
B. S.	1.5	1.5	1.5	1.5	0.9	1.2	0.8	0.9
Cenizas %								
B. S.	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5
Carbohidratos								
Solubles % B.S.	11.5	11.5	0	0	3.5	3.3	2.0	2.0

CUADRO 11

ANALISIS BACTERIOLOGICO

	H. SOYA CRUDA	H. SOYA COCIDA	CONCEN- TRADO PROCON	AISLADO PROFAM	CONC. A	CONC. B	CONC. C	CONC. D
CUENTA TOTAL DE MESOFILOS AEROBIOS col/g	225,000	50,000	10,000	7,000	40,000	70,000	45,000	30,000
CUENTA TOTAL DE COLIFORMES PLACA col/g	100	10	0	0	0	0	0	0
CUENTA DE COLIFOR MES TOTALES NMP/g +	1,100	93	<3	<3	7.2	23	<3.0	93
CUENTA DE COLIFOR MES FECALES NMP/g +	1,100	<3	<3	<3	<3	<3	<3	<3
CUENTA DE HONGOS Y LEVADURAS col/g	90	50	10	0	120	160	10	10
CUENTA DE ESPORAS a 35°C col/g	122,000	25,000	5,000	4,000	25,000	35,000	20,000	15,000
CUENTA DE TERMOFI LOS a 55°C col/g	91,000	20,000	5,000	6,000	30,000	50,000	40,000	25,000

IV.13.3. Resultados de las determinaciones de actividad ureásica, inhibidor de tripsina, fitatos y nitrógeno alfa amino.

Estos se presentan en el cuadro No. III. Los valores de actividad ureásica y de inhibidor de tripsina en los concentrados A, B, C y D son bajos, al reducirse estos factores antinutricionales, se mejora la asimilación de la proteína.

El porcentaje de fitatos en los concentrados A, B, C y D es menor en relación a los otros productos, esto se debe a -- que el microorganismo contiene la enzima fitasa que actúa sobre los fitatos. Al tenerse un valor más bajo de fitatos los minerales se encuentran más disponibles para ser aprovechados por el organismo, debiendo ser el PER de estos concentrados -- superior al de los productos comerciales.

El contenido de nitrógeno alfa amino se encuentra relacionado a las características organolépticas siendo menor en los concentrados A, B, C y D.

IV.13.4. Propiedades funcionales.

IV.13.4.1. Absorción de agua, aceite y propiedad de gelificación.

Estas propiedades influyen en las funciones que tiene la proteína de soya en los sistemas cárnicos y de panadería prin cipalmente.

La capacidad de absorción de agua, aceite y gelificación se presenta en el cuadro IV.

CUADRO III

M U E S T R A	ACTIVIDAD UREASICA DIFERENCIA UNIDADES pH	INHIBIDOR DE TRIPSINA % ACTIVIDAD RESIDUAL	FITATOS %	NITROGENO AMINO mg-N AMINO por gramo
H. SOYA CRUDA	2.34	100 %	1.8	0.004
H. SOYA COCIDA	0.20	1 %	1.8	0.004
CONCENTRADO PROCON	0.43	2.5 %	1.7	0.003
AISLADO PROFAM	0.01	0.06 %	1.7	0.003
CONCENTRADO A	0.12	0.7 %	1.28	0.002
CONCENTRADO B	0.10	0.6 %	1.01	0.002
CONCENTRADO C	0.13	0.8 %	0.94	0.001
CONCENTRADO D	0.09	0.05 %	1.03	0.002

Los concentrados B y C presentan una alta capacidad de absorción de agua y los concentrados A, B y C presentan una alta capacidad de absorción de aceite.

En las propiedades de gelificación podemos observar que los concentrados A, B, C y D presentan una baja capacidad de gelificación en relación al aislado pero similar a la de un concentrado comercial.

IV.13.4.2. Propiedades de espumado.

La formación de espuma y la estabilidad de ésta es una propiedad importante para la fabricación de pasteles, souffles, cremas, etc.

Los concentrados A, B, C y D tienen una capacidad de espumado mayor que los otros productos. (Cuadro V).

En las gráficas XIII a XX se muestra la estabilidad de la espuma, presentando los cuatro concentrados A, B, C y D la mayor estabilidad. La concentración óptima de producto para obtener la mejor estabilidad de espumado fue del 6.0%.

IV.13.4.3. Propiedades de emulsificación.

Dentro de los sistemas cárnicos y de embutidos principalmente la capacidad de emulsificación es importante.

Los resultados se muestran a continuación:

$$\text{Capacidad de emulsificación} = \frac{\text{ml de aceite}}{\text{g de muestra}}$$

MUESTRA	CAPACIDAD DE EMULSIFICACION
HARINA DE SOYA CRUDA	64
HARINA DE SOYA COCIDA	58
CONCENTRADO PROCON	36
AISLADO PROFAM S-946	67
AISLADO PROFAM S-972	80
CONCENTRADO A	83
CONCENTRADO B	76
CONCENTRADO C	68
CONCENTRADO D	68
CASEINATO DE CALCIO	72

Como se podrá observar los concentrados obtenidos presen tan magníficas propiedades de emulsificación.

IV.13.4.4. Proteína soluble.

A continuación se muestra el valor obtenido de proteína soluble para las diferentes muestras:

MUESTRA	PDI %
HARINA DE SOYA CRUDA	65
HARINA DE SOYA COCIDA	12
CONCENTRADO PROCON	6
AISLADO PROFAM	20
CONCENTRADO A	20.0
CONCENTRADO B	17.5
CONCENTRADO C	19.4
CONCENTRADO D	19.0

CUADRO IV

PROPIEDADES FUNCIONALES.

Absorción de agua y aceite. Propiedad de gelificación.

M U E S T R A	ABSORCION DE AGUA g/g *	ABSORCION DE ACEITE g/g +	GELIFICACION % PESO/VOLUMEN
H. SOYA CRUDA	3.5	2.98	12
H. SOYA COCIDA	3.5	2.36	14
CONCENTRADO PROCON	3.2	1.87	16
AISLADO PROFAM	5.9	3.27	10
CONCENTRADO A	3.8	3.4	12
CONCENTRADO B	4.6	3.5	16
CONCENTRADO C	4.5	3.13	16
CONCENTRADO D	3.1	2.49	16

* g de agua / g de muestra.

+ g de aceite /g de muestra.

CUADRO V

PROPIEDADES FUNCIONALES.

CAPACIDAD DE ESPUMADO A CONCENTRACIONES DE 2, 6 y 10%. Los resultados se expresan en porcentaje de incremento de volumen. *

M U E S T R A	2 %	6 %	10 %
H. SOYA CRUDA	27.45	29.52	14.81
H. SOYA COCIDA	16.83	15.69	3.70
CONCENTRADO PROCON	8.54	5.76	2.94
AISLADO PROFAM	17.30	17.32	9.61
CONCENTRADO A	38.61	39.81	26.80
CONCENTRADO B	37.25	39.52	27.43
CONCENTRADO C	31.37	36.84	23.62
CONCENTRADO D	41.74	44.38	35.27

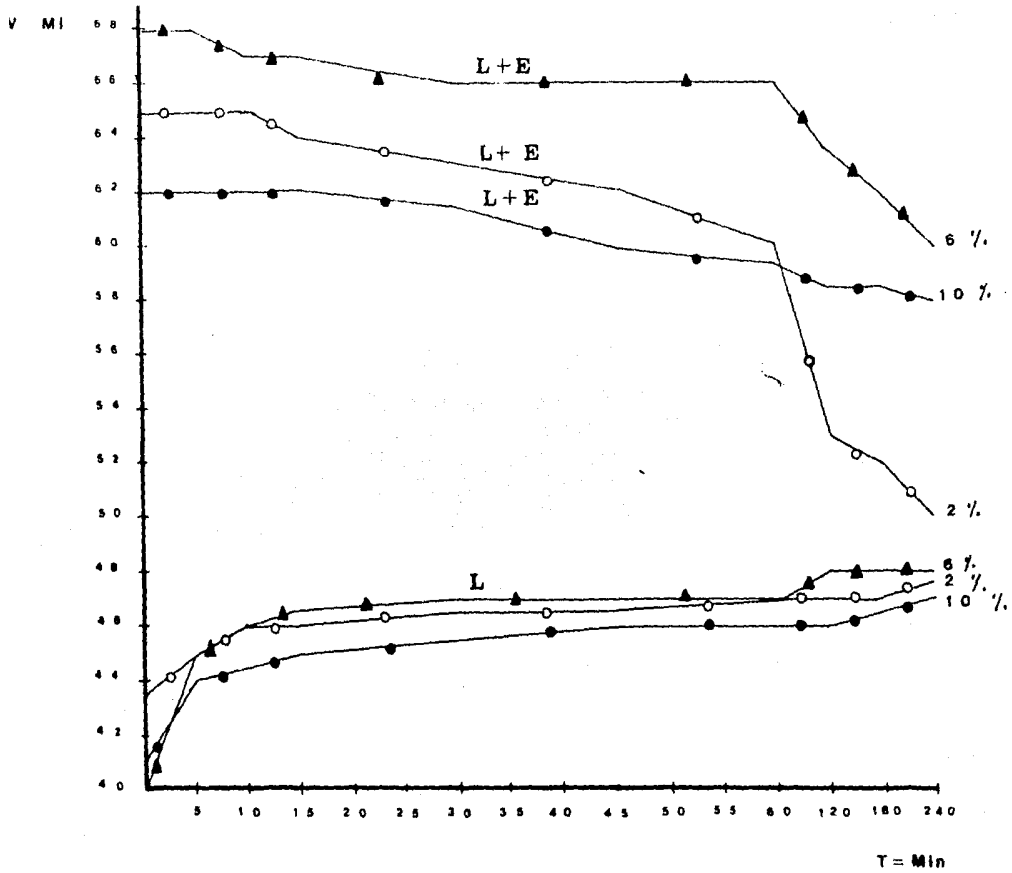
$$* \quad \% \text{ Incremento en Volumen} = \frac{\text{Volumen después del licuado (ml)} - \text{Volumen antes del licuado (ml)}}{\text{Volumen antes del licuado (ml)}} \times 100$$

La proteína soluble es alrededor de un 20% para los concentrados A, B, C y D siendo éste valor superior al de una harina de soya cocida y al del concentrado comercial.

Estabilidad de espumado.

H. SOYA CRUDA

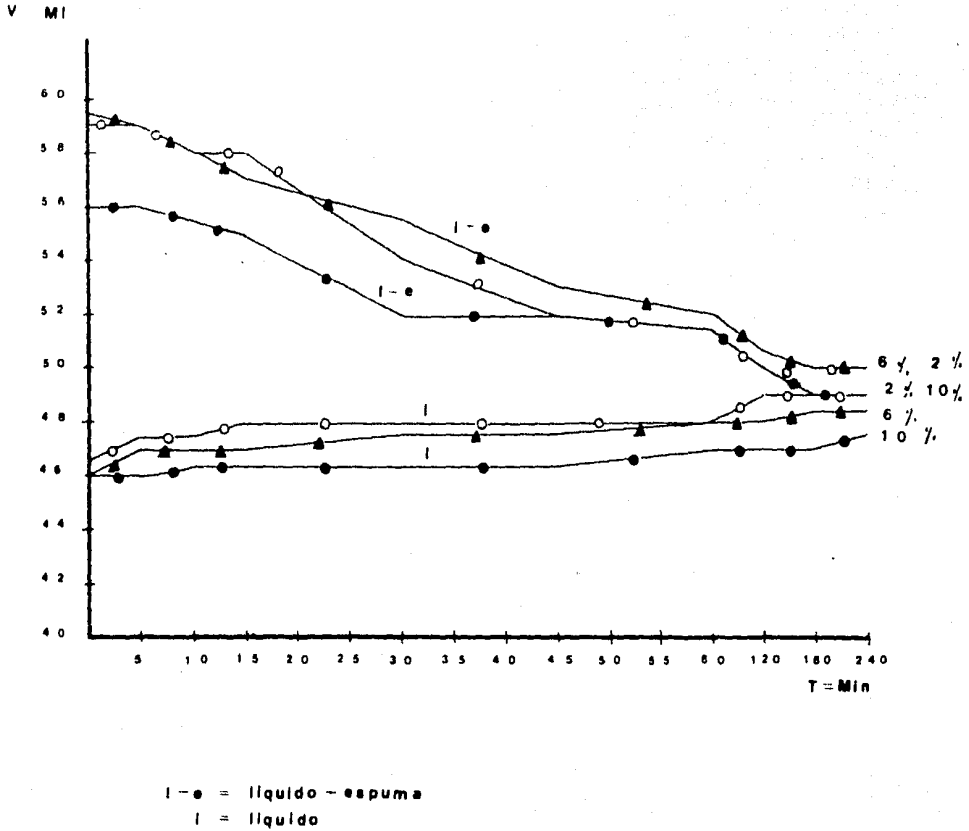
2, 6 y 10 %



L+E = Líquido + Espuma
L = Líquido

GRAFICA XIII

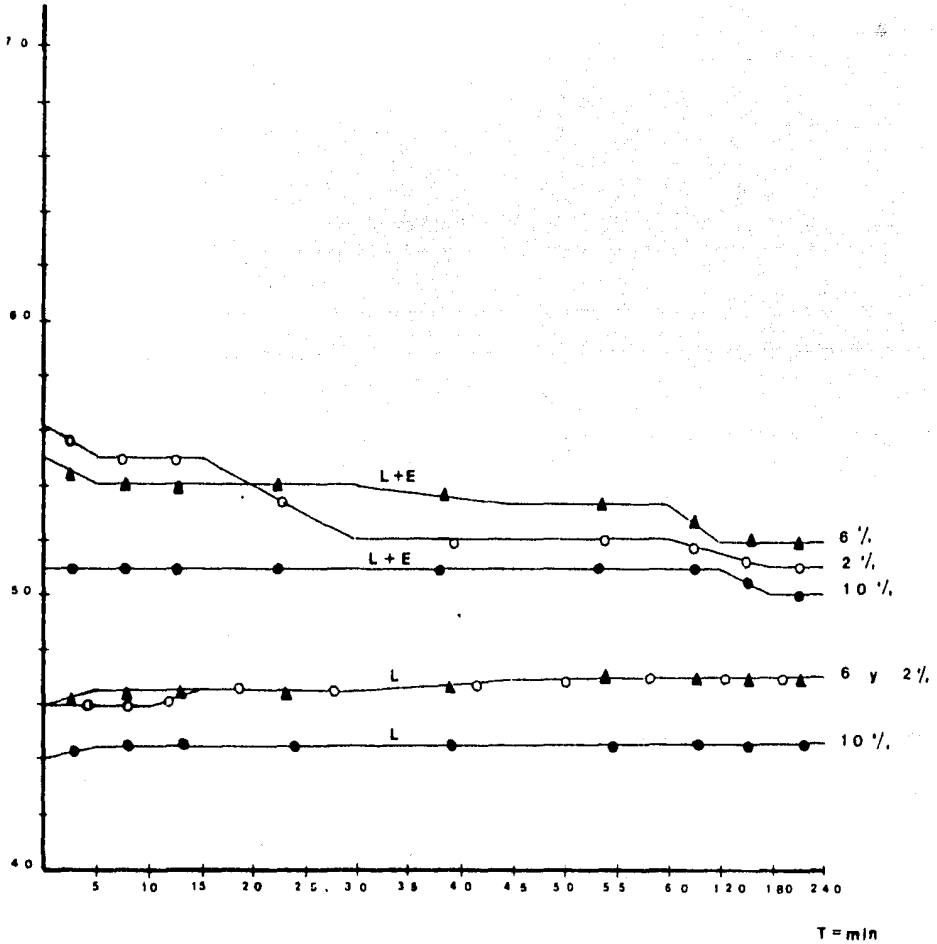
ESTABILIDAD DE ESPUMADO. H. SOYA COCIDA 2, 6 y 10 %



GRAFICA XIV

Estabilidad de espumado.
 Concentrado PROCON
 2, 6 y 10 %.

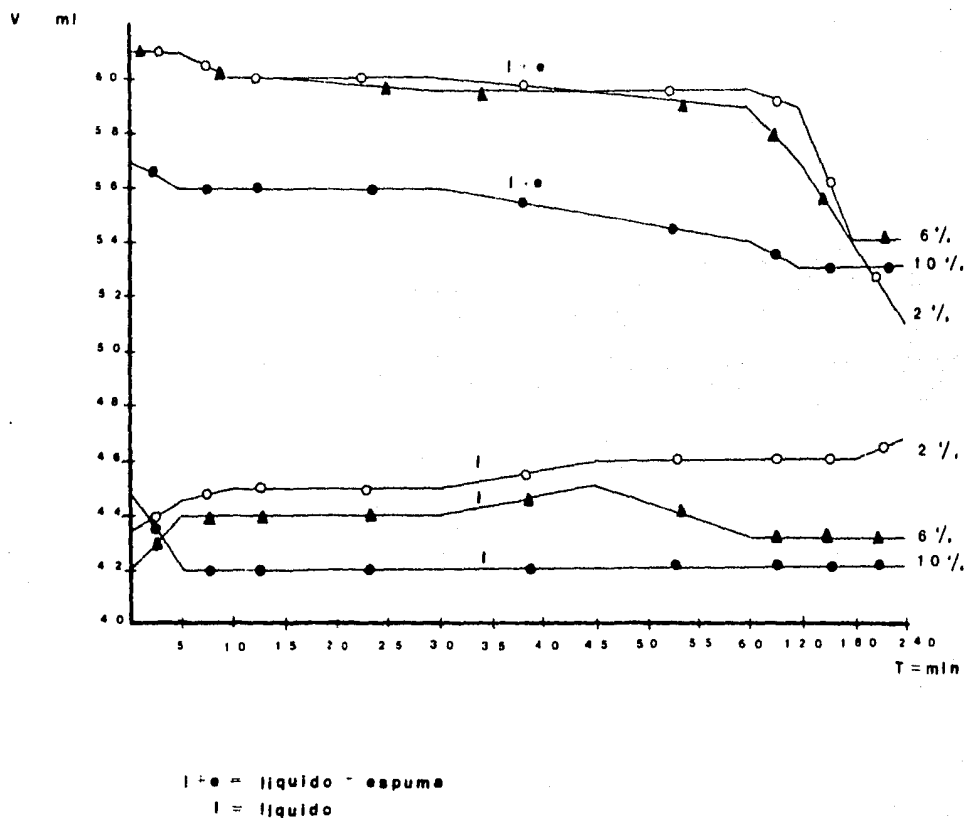
V = ml



L+E = Líquido + Espuma
 L = Líquido

Grafica xv

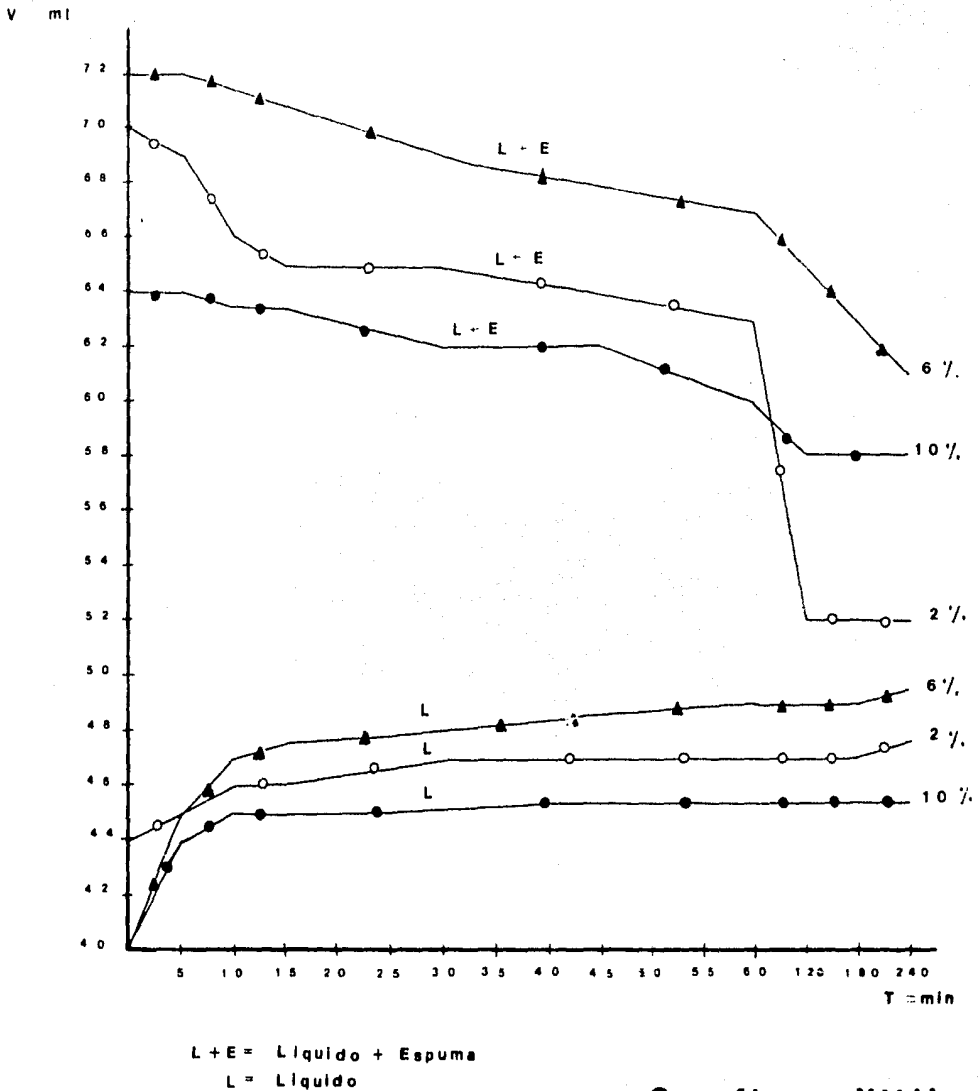
ESTABILIDAD DE ESPUMADO. AISLADO PROFAM 2, 6 y 10 %



Grafica XVI

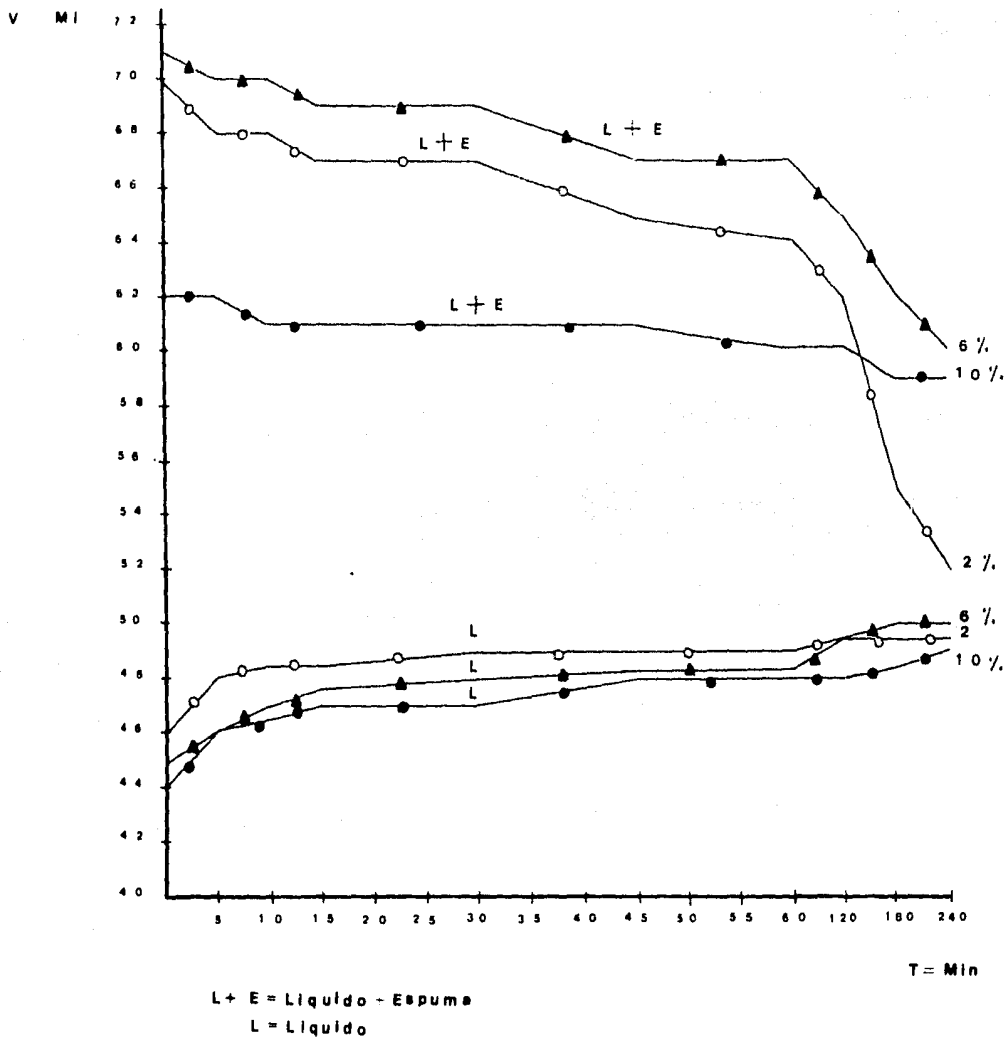
Estabilidad de espumado. Concentrado

A 2, 6 y 10 %



Grafica XVII

Estabilidad de espumado. Concentrado B 2, 6 y 10 %

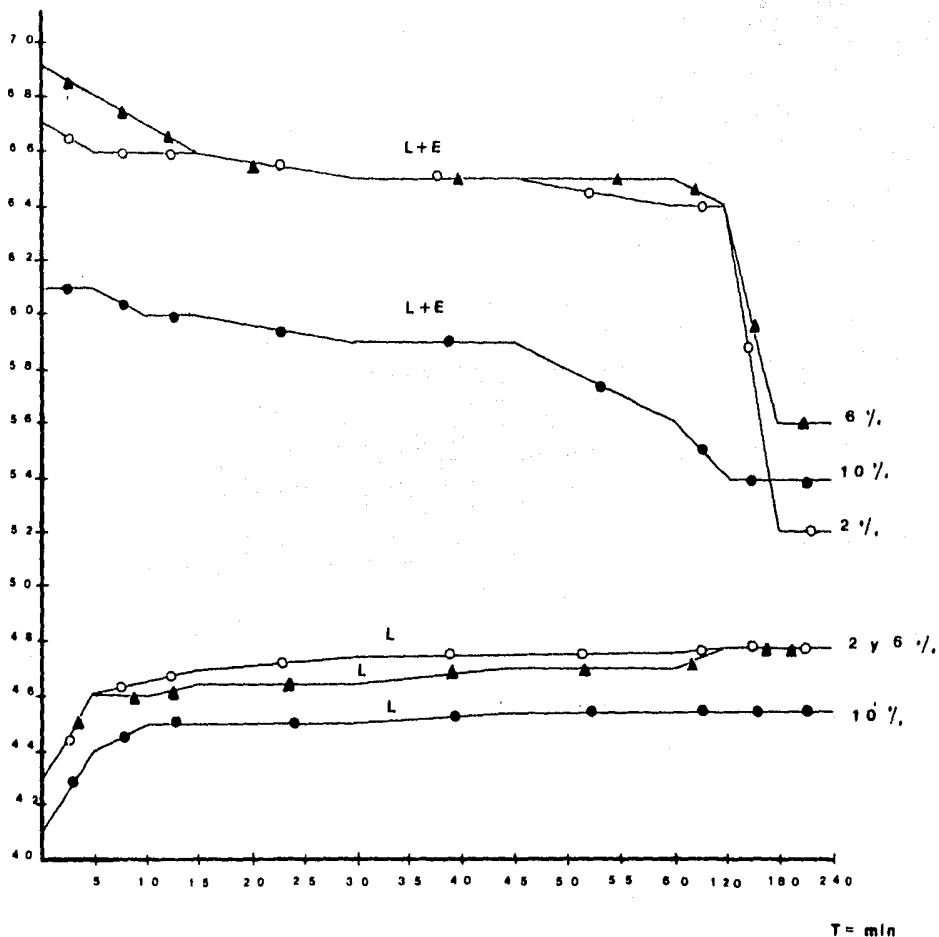


Grafica XVIII

ESTABILIDAD DE ESPUMADO. CONCENTRADO

C 2,6 y 10 %

V= ml

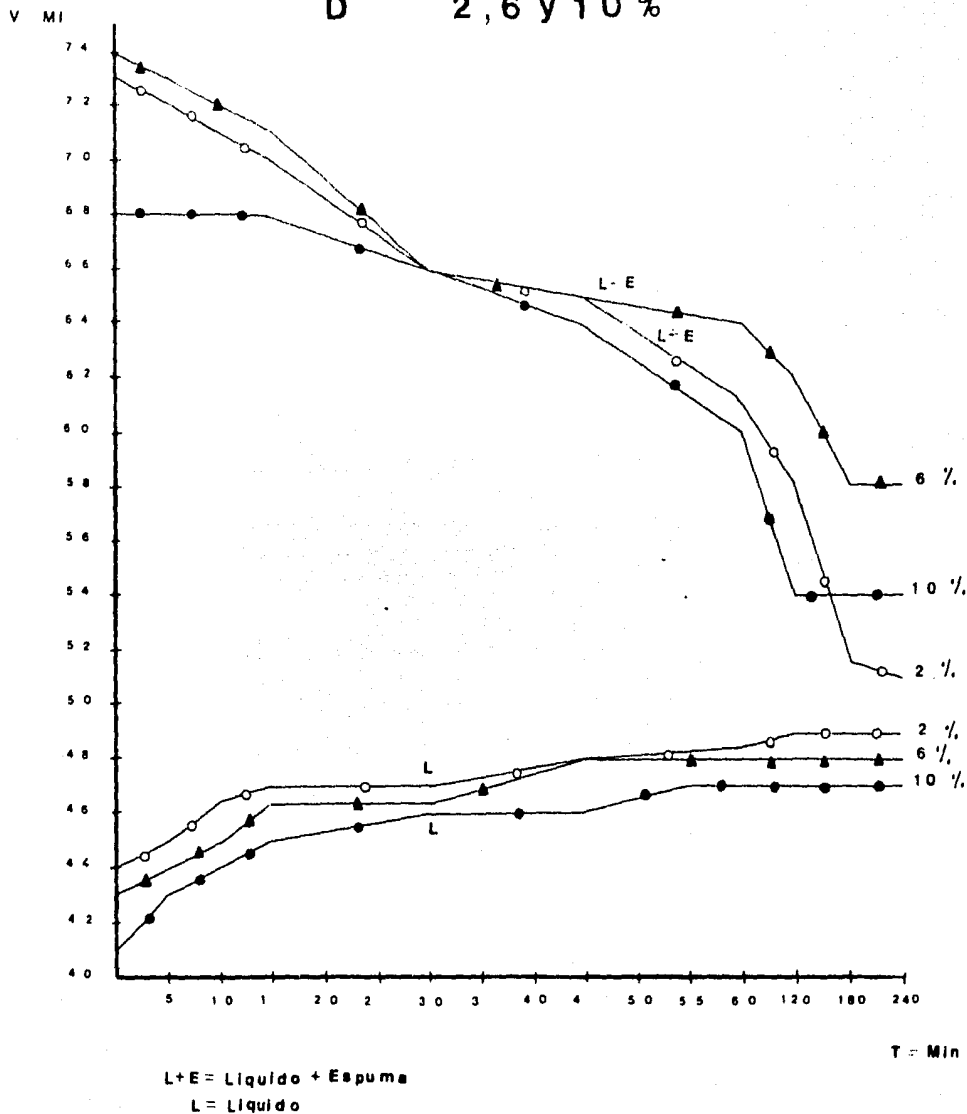


L+E = líquido + espuma
L = líquido

Grafica XIX

ESTABILIDAD DE ESPUMADO. CONCENTRADO

D 2,6 y 10 %



Grafica XX

V APLICACIONES

V.1. PANIFICACION

V.1.1. Donas

Para la elaboración de donas se utilizaron las siguientes fórmulas:

INGREDIENTES	FORMULA A	FORMULA B	FORMULA C
Harina de trigo	260 g	250 g	250 g
Agua	110 g	145 g	145 g
Huevo	1	1	1
Margarina	15 g	15 g	15 g
Leche en polvo descremada	5 g	5 g	5 g
Azúcar	15 g	15 g	15 g
Sal	4.4 g	4.4 g	4.4 g
Harina de soya desgrasada cocida	-	10 g	10 g
Emplex	0.63g	0.63g	0.63g
Glucosa	1.25g	1.25g	1.25g
Levadura	15 g	15g	15 g
Concentrado "B"	-	-	2.5 g

Elaboración:

Se disolvió la levadura en el agua y se incorporaron los demás ingredientes. Se amasó y dejó reposar por 15 min. Se extendió la masa, se cortaron las donas y se frieron en aceite.

Determinaciones:

Se determinaron proteínas por el método de Kjeldahl y se evaluaron las muestras organolépticamente.

Se realizó la prueba No. 25 del "Sensory Panel Test ---- Designs Data Evaluation Procedure". (32). Esta es una prueba en la cual se evalúan tres muestras al mismo tiempo calificándose color, sabor y textura.

Se escogió una escala hedónica de 8 donde:

Gusta extremadamente	8
Gusta mucho	7
Gusta moderadamente	6
Gusta ligeramente	5
Ni gusta ni disgusta	4
Disgusta moderadamente	3
Disgusta mucho	2
Disgusta extremadamente	1

Las evaluaciones fueron hechas por un grupo de seis jueces. Los resultados se analizaron estadísticamente utilizando el método de varianza. Se determinaron las medias \bar{x} y desviaciones típicas de las calificaciones obtenidas. Se utilizó el método de Anova para determinar la existencia de diferencias significativas.

Por último se realizó una prueba de preferencia en donde cada uno de los seis jueces enumeró en orden de su preferencia (1, 2 y 3) las muestras, evaluándose color, sabor y textura.

Muestra preferida en primer lugar	1
Muestra preferida en segundo lugar	2
Muestra preferida en tercer lugar	3

Se utilizaron las tablas de Rank para la determinación de diferencias significativas. (44).

Resultados:

	Muestra A	Muestra B	Muestra C
Proteínas % B. S. Nx6.25	9.3	10.7	11.1

Evaluación sensorial:

	Color	Sabor	Textura
Muestra A	5.33 ± 1.36	5.83 ± 1.17	4.66 ± 1.63
Muestra B	5.83 ± 1.72	4.5 ± 1.22	3.33 ± 1.5
Muestra C	6.16 ± 1.72	5.5 ± 1.51	7.66 ± 0.51

- 1) En relación al sabor y color las muestras no presentaron diferencias significativas al 1% y 5%.
- 2) En la textura las muestras presentaron diferencias significativas al 5%.

Prueba de preferencia:

	Color	Sabor	Textura
Muestra A	2	1	3
Muestra B	3	3	2
Muestra C	1	2	1

- 1) En relación al sabor y color las muestras no presentaron - diferencias significativas al 1% y al 5%.
- 2) En la textura las muestras presentaron diferencias significativas al 1% y 5%.

De los resultados anteriores podemos observar que la adción del concentrado de proteína de soya mejoró notablemente la textura y el color de la dona, sin que se afectara considerablemente el sabor.

Por otro lado la adición de harina de soya cocida a la - fórmula reduce el consumo de aceite necesario para freir la - dona.

V.1.2. Pan blanco

Para la elaboración del pan blanco se utilizaron las siguientes fórmulas:

INGREDIENTES	FORMULA	FORMULA
	A	B
Leche	122 ml	122 ml
Azúcar	52.3 g	52.3 g
Sal	4.0 g	4.0 g
Huevos	1	1
Manteca	56 g	56 g
Levadura	20 g	10 g
Harina de trigo	385 g	373.5 g
Concentrado de soya "A" sin tratamiento con vapor	-	11.5 g

Elaboración de la fórmula A

Se mezclaron la leche, sal, huevo, calentándose la mezcla a 30°C, se retiró del fuego y se agregó la manteca y la levadura. Posteriormente se adicionó la harina en dos porciones. La primera se mezcló con cuchara y la segunda porción se amasó a mano. Se dejó reposar de una hora a una hora y media en un lugar a temperatura de 30°C libre de corrientes de aire. Cuando la masa dobló su tamaño se bajó y dejó reposar por otra media hora. Se le dió forma al pan y se metió al horno a 175°C por 20 minutos.

Elaboración de la fórmula B

Se disolvió el concentrado de proteína de soya en 20 ml de agua y 10 ml de leche a 40°C. Se dejó reposar por 15 min, aparte se mezcló el resto de la leche, el azúcar, la sal, el

huevo, la manteca y la levadura. Posteriormente se le añadió la mezcla del concentrado y por último la harina de trigo. -- Se amasó y se dejó reposar durante dos horas. Se le dió forma al pan y se metió al horno a 175°C por 20 minutos.

Determinaciones:

Se tomaron los pesos de los panes antes de hornearse y - ya fríos, se determinaron proteínas por el método de Kjeldahl y realizó el análisis organoléptico por medio de una prueba - de par-preferencia con seis jueces. Para evaluar los resultados se utilizó el método de Chi cuadrada.

Resultados:

	Muestra A	Muestra B
Proteínas % B.S. Nx6.25	13.0	13.0
Peso antes del horneado g	60.0	60.0
Peso después del horneado frío el pan g	52.8	54.2

Análisis sensorial:

$$\chi^2 = 0.2$$

No existió una preferencia significativa entre las dos - muestras. Se logró reducir el 50% de la levadura empleada al utilizarse el concentrado, la masa capta mayor contenido de - agua y se obtiene un pan con una mayor vida de anaquel.

V.II. Embutidos. Chorizo

Para la elaboración de chorizo se utilizaron las siguientes fórmulas:

INGREDIENTES	FORMULA A	FORMULA B	FORMULA C
Lomo de res	60 g	50 g	60 g
Lomo de cerdo	165 g	132 g	165 g
Lardo	75 g	75 g	75 g
Sal	7.5 g	7.5 g	7.5 g
Pimentón dulce	6.0 g	6.0 g	6.0 g
Chile guajillo	6.0 g	6.0 g	6.0 g
Condimento de chorizo	1.5 g	1.5 g	1.5 g
Ajo en polvo	0.15g	0.15g	0.15g
Nitritos	0.6 g	0.6 g	0.6 g
Sorbato	0.3 g	0.3 g	0.3 g
Texturizado de soya	-	43 g	-
Vinagre	20 ml	20 ml	20 ml
Concentrado "C"	-	-	6 g

Elaboración:

Se picó la carne de res y de cerdo. Se humectó el texturizado de soya. Se mezclaron todos los ingredientes en una mezcladora Hobart modelo N-50 por 3 min. Se dejó reposar -- por 24 horas en el refrigerador. Posteriormente se embutió -- el chorizo. Se dejó sudar a temperatura ambiente.

Determinaciones:

Se pesaron los chorizos a las 10 y 48 horas después de ser elaborados, se evaluaron las muestras organolépticamente calificándose sabor, color y textura de la misma manera en -- que se evaluaron las donas.

Resultados:

	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA C
Peso inicial g	230	325.8	232
Peso 10 h. g	213	310	217.1
Peso 48 h. g	203.3	283.7	199.9
Diferencia peso 10 h. g	17	15.8	14.9
Diferencia peso 48 h. g	26.7	26.3	17.2

Evaluación sensorial:

	COLOR	SABOR	TEXTURA
Muestra A	5 ± 1.54	6 ± 0.63	5.5 ± 1.51
Muestra B	5.33 ± 0.52	5.66 ± 0.52	5.66 ± 1.37
Muestra C	5.66 ± 0.82	6.33 ± 0.82	4.83 ± 1.51

1) En relación al sabor, color y textura no existieron diferencias significativas al 1% y 5%.

Prueba de preferencia:

MUESTRA	COLOR	SABOR	TEXTURA
Muestra A	1	1	1
Muestra B	1	2	2
Muestra C	1	2	2

- 1) En relación al sabor y color no existieron diferencias --- significativas al 1% y 5%.
- 2) En relación a la textura no existieron diferencias signifi- cativas al 1% y 5%.

No existieron diferencias considerables contra el testi- go en sabor, color y textura. Se logra retener por más tiem- po la humedad y el aceite con la adición del concentrado.

V.III. Tortillas

Para la elaboración de las tortillas se compró masa de - nixtamal y se preparó de la siguiente manera:

INGREDIENTES	FORMULA	FORMULA	FORMULA
	A	B	C
Masa de Nixtamal	100 g	100 g	100 g
Agua	16.3 g	18 g	19 g
Harina de soya desgrasada cocida	-	2 g	-
Concentrado "B"	-	-	2 g

Se amasó y se hicieron las tortillas de 20 g cada una.

Determinaciones:

Se tomó el peso de las tortillas a los 3,5,8,10 y 15 mi- nutos. Se determinaron proteínas por el método de Kjeldahl y evaluaron las muestras organolépticamente calificándose sabor, color y textura de la misma manera en que se evaluaron las --

donas.

Resultados:

	MUESTRA A	MUESTRA B	MUESTRA C
Peso masa antes del cocimiento	20 g	20 g	20 g
Peso a los 3 min. después del cocimiento	15.7 g	16.3 g	16.1 g
Peso a los 5 min. después del cocimiento	15.2 g	15.8 g	15.6 g
Peso a los 8 min. después del cocimiento	15.2 g	15.7 g	15.5 g
Peso a los 10 min. después del cocimiento	14.9 g	15.5 g	15.4 g
Peso a los 15 min. después del cocimiento	14.8 g	14.8 g	15.2 g
Proteínas % B. S. (Nx6.25)	9.25	10.73	11.3

Análisis sensorial:

	SABOR	COLOR	TEXTURA
MUESTRA A	6 ± 0.63	4.83 ± 1.47	5.16±2.22
MUESTRA B	5.16± 1.47	4.66 ± 1.86	5±1.78
MUESTRA C	4.5 ± 1.64	4.16 ± 1.47	5.0±2.09

1) En relación al sabor, color y textura no existieron diferencias significativas al 1% y 5%.

Prueba de preferencia:

MUESTRA	SABOR	COLOR	TEXTURA
Muestra A	1	1	3
Muestra B	2	2	2
Muestra C	3	3	1

1) En relación al sabor, color y textura no existieron diferencias significativas al 1% y 5%.

Se apreció una preferencia en sabor y color por la muestra testigo y al evaluarse la textura una preferencia por la muestra C, ya que la adición del concentrado permite una mayor absorción de agua y le dá más flexibilidad a la tortilla. A los 8 días de elaboración conservadas en refrigeración la muestra C conservó su flexibilidad mientras que la muestra A y B la perdieron.

V. IV. Papilla.

Para la elaboración de la papilla se utilizaron las siguientes fórmulas:

INGREDIENTES	FORMULA	FORMULA
	A	B
Zanahoria cocida	25 g	25 g
Papa cocida	25 g	25 g
Chícharo cocido	25 g	25 g
Concentrado "A"	-	5 g
Agua	25 ml	50 ml

Elaboración:

Se cocieron las zanahorias, papa y chícharos con una cucharada de consomé en 200 ml de agua. Se pesaron cada una de ellas y se licuó adicionando el agua correspondiente.

Determinaciones:

Se determinaron proteínas por el método de Kjeldahl y se realizó el análisis organoléptico por medio de una prueba por preferencia con seis jueces. Se evaluaron los resultados por el método de Chi cuadrada.

Resultados:

	Muestra A	Muestra B
% Proteínas B. S. Nx6.25	2.72	5.69

Análisis sensorial:

$$\chi^2 = 1.8$$

No existió una preferencia significativa entre dos muestras y se incrementa más del doble el contenido de proteína.

VI CONCLUSIONES

- Se obtuvieron cuatro diferentes concentrados de proteína de soya por fermentación de harina de soya con Saccharomyces cerevisiae.
- Los parámetros óptimos de fermentación para los concentrados fueron:

CONCENTRADO "A".- Concentración de sólidos 25%, concentración de inóculo 1.25%, pH = 7.0, Temperatura de fermentación 30°C, agitación 304 rpm, tiempo de fermentación 24 h. e inyección de aire al medio. (0.1 k/cm²).

CONCENTRADO "B".- Concentración de sólidos 25%, concentración de inóculo 1.25%, pH = 5.0, temperatura de fermentación 30°C, agitación 304 rpm, tiempo de fermentación 24 h. e inyección de aire al medio. (0.1 k/cm²).

CONCENTRADO "C".- Concentración de sólidos 25%, concentración del inóculo 1.25%, pH = 7.0, temperatura de fermentación 30°C, agitación 304 rpm, tiempo de fermentación 24 h. e inyección de oxígeno al medio. (0.1 k/cm²).

CONCENTRADO "D".- Concentración de sólidos 25%, concentración de inóculo 1.25%, pH = 5.0, temperatura de fermentación 30°C, agitación 304 rpm, tiempo de fermentación 24 h. proteasa fúngica 0.2% e inyección de aire al medio (0.1 k/cm²).

- El contenido de proteína de cada uno de estos concentrados fue el siguiente:

CONCENTRADO "A"	58.2% B. S. (Nx6.25)
CONCENTRADO "B"	58.5% B. S. (Nx6.25)
CONCENTRADO "C"	61.9% B. S. (Nx6.25)
CONCENTRADO "D"	62.2% B. S. (Nx6.25)

La inyección de oxígeno al medio y la adición de proteasa - lograron incrementar notablemente el contenido de proteína.

- Las cuentas bacteriológicas que presentaron los cuatro concentrados son bajas y están dentro de las normas internacionales para este tipo de producto.
- En los cuatro concentrados se redujo un 40% el contenido de fitatos.
- Se redujo en los concentrados A, B, C y D el contenido de oligosacáridos y se inactivó el factor antitripsico en forma óptima.
- El sabor que presentaron los cuatro concentrados es característico a levadura perdiéndose el sabor a frijol soya.
- Los concentrados A, B y C presentaron una alta capacidad de absorción de aceite y los concentrados B y C alta capacidad de absorción de agua, siendo estas características mejores que las de un concentrado comercial.
- Los concentrados A, B, C y D presentan una capacidad de gelificación similar a la de un concentrado comercial.
- Los concentrados A, B, C y D presentan una capacidad y esta

bilidad de espumado mejores que las de un concentrado comercial.

- Los concentrados A, B, C y D presentan muy buenas propiedades de emulsificación mejores que la de un concentrado comercial.
- El método de obtención de estos concentrados no requiere de cuidados exhaustivos y no presenta problemas de contaminación siendo el equipo sencillo y económico.
- Se aplicó el producto en panificación mejorándose el color y textura en las donas y reduciéndose un 50% el contenido de levadura necesaria para la preparación del pan. A la vez se mejoró en ambos casos la vida de anaquel del producto.
- Al aplicarse el concentrado en embutidos se logró retener más tiempo la humedad y el aceite.
- Al aplicarse el concentrado en tortillas se logró mejorar la vida de anaquel del producto.
- Al aplicarse el concentrado en una papilla se logró elevar el contenido de proteínas sin afectar el sabor.
- Es conveniente realizar un estudio de PER para poder evaluar la calidad nutricional del concentrado.

BIBLIOGRAFIA

- (1) Kawamura, S. "Quantitative paper chromatography of sugars of the cotyledon, hull and hypocotyl of soybeans of selected varieties". Kagawa Univ. Fac. Tech. Bull 15 P. 117-131. 1967.
- (2) Cartter, J. L., and Hopper, T.H. "Influence of variety, environment, and fertility level on the chemical composition of soybean seed". USDA. Tech. Bull. p. 787. 1942.
- (3) Muller, E., and Ambrust, K. "Non protein constituents - in soybeans". Hoppe-Seulers Z. Physiol. Che. 263. p. 4-46. 1940.
- (4) Di Carlo, F. J, Schultz, A.S., and Kent, A.M. "Soybean - nucleic acids". Arch. Biochem. Biophys. 55 p. 253-256. 1955.
- (5) Cartter, H. E. et al "Biochemistry of the sphingolipids" J. of Am Oil Chem. Soc. 35. p. 335-343. 1958.
- (6) O'Kelly, J. F., and Gieger, M. "Effect of variety, maturity and soundness on certain soybean seed and oil characteristics". Mississippi Agr. Expt. Sta. Bull 24. 1937.
- (7) Macmasters. M.M., Wood druff, S., and Klaas, H. "Studies on soybean carbohydrates". Ind. Eng. Chem. 13. p. 471-474. 1941.
- (8) Bressani "The role of soybean in food systems". J. of Am. Oil Chem. Soc. p. 280-283. March 1981.
- (9) HopKins. D.T. "How Should Protein Quality for Humans be - determined". Symposium held. may 22-25 Keyston Colorado. 1980. Academic Press.

- (10) Altschul, A. M. Proteins Their Chemistry and Politics. - Basic Books. New-York. 1965.
- (11) FAO "Protein Requirements". Food Agr. Organ. Nutr. ----- Meeting Rept Ser. 37. 1944.
- (12) Everson, G. and Heckert, A. "The biological value of --- some leguminous sources of protein". J. Am. Dietet. ---- Assoc. 20 p. 81-82. 1944.
- (13) Kuppuswamy, S., Srinivasan, M. and Subrahmanyam, V. "Proteins in foods". Indian Council Med. Res. New Delhi. India. 1958.
- (14) Rackis, J. "Physiological properties of soybean trypsin inhibitors and their relationship to pancreatic hyper-- trophy and growth inhibition of rats". Federation Proc. 24. p. 1488-1493. 1965.
- (15) Waggle D.H., and Kolar C. W. "Types of Soy protein pro-- ducts". Soy protein and human nutrition. p. 32. 1978.
- (16) Watanabe, T. "Industrial production of soybean foods in Japan". UNIDO. Expert Group Meeting on Soybean Processing and Use, USDA. Peoria Ill. p. 17-21. 1969.
- (17) Smith A.K, and Circle, S. J. Soybeans: Chemistry and --- Technology Volume 1. Proteins. The Avi Publishing Compa ny Inc. p. 61-90; 389-437. 1972.
- (18) Wolf W.J., and Cowan J. C. Soybeans as a food source. -- The Chemical Rubber Co. p. 5-8 1971.
- (19) Albrecht W. J., Mustakas G. C., and Mc. Chee J. E. "Rate studies on atmospheric steaming and immersion cooking of soybean". Studies on Cooking of Soybeans. p. 400-407. - 1966.

- (20) "Official and Tentative Methods of Analysis of the Association of Official Agricultural Chemists" AOAC. Sixth Edition Wash. 1945.
- (21) Kramer A., Twigg Bernard A. "Fundamentals of Quality control for Food Industry". AVI Publish. Comp. Westport, -- Conn. p. 137-140; 487-496. 1966.
- (22) Crowther, Ala; Wilson Yester A. Glatz Charles E. J. of - Food Process. Eng. 4 (2) p. 99-115. 1981.
- (23) Walter J. Wof. "Soybean Proteins: Their functional, chemical, and physical properties". J. Agr. Food Chem. 18 - (6). p. 969-976. 1970.
- (24) Donald Oberleas "The determination of phytate and inositol phosphates". Methods of biochemical analysis. Vol 20 p. 87-89; 93-100. 1979.
- (25) Davis K. R. "Proximate composition, Phytic acid and total phosphorus of selected breakfast cereals". Cereal -- Che. 58 (4) p. 347-350. 1981.
- (26) Dubois, M, Gillas, K., Hamilton, J. K. Reber, P.A. and - Smith F. "Colorimetric method for determination of sugars and related substances". Anal. Chem. 28 p. 350. 1956.
- (27) Akio Kato, Jukiko Osako, Naotoshi Matsudomi, and Kunihi-ko Kobayashi. "Changes in the emulsifying and foaming -- properties of proteins during heat denaturation". Agric. Biol. Chem. 47 (1) p. 33-37. 1983.
- (28) Warner, K. Mounts, T. L. Rackis, J.J., and Wolf W.J. "Re-lationships of sensory characteriscs and gas chromatographic profiles of soybean protein products". Cereal Chem. 60 (2) p. 102-106. 1983.
- (29) Schutte L. and Vander G. A. M. Ouweland. "Flavor problems in the application of soy protein materials". J. Am. Oil Chem. Soc. Vol. 56. p. 289-290. 1979.

- (30) Johnson L. A., Deyoe C. W., Hoover W. J. and Schwenke. - "Inactivation of trypsin inhibitors in aqueous soybean - extracts by direct steam infusion". Cereal Chem. 57 (6) p. 370-379. 1980.
- (31) Hesseltine C. W., Mabel Smith and Hwa.L. Wang. "New Fermented cereal products. Developments in industrial micro biology". publication of the soc. for industrial micro--biology. p. 179-185. 1967.
- (32) Hirsh N. L. Sensory Panel Test Designs With Data Evaluation Procedures. Coca Cola Company. Houston Texas. p. 72-77; 114-120. 1977.
- (33) Prescott and Dunn. Industrial Microbiology. Mc. Graw-Hill Company. p. 10-52. 1959
- (34) Arima. K., Nickerson. W.J., Pyke M., Shanderl H., Schultz A. J., Thaysen A.C., Thorne R.S. Biology and chemistry - of baker yeast. Edited by Roman. p. 28-63. 1957.
- (35) American Association of Cereal Chemists Approved Methods. AACC. Seventh Edition. USA 1969.
- (36) Jorgensen A. Microorganisms and fermentation. Edited by Charles Griffin Company. Denmark. p. 97-105. 1940.
- (37) Sathe S.K., Deshpande S.S. and Salunkhe D.K. "Functional Properties of Winged bean proteins". J. of Food Science 47. p. 503-509. 1982.
- (38) Kinsella J. E. "Functional properties of soy proteins".- J. Amer. Oil Chem. Soc. 56. p. 242-270. 1979.
- (39) Hutton C.W. and Campbell A.M. "Functional properties of soy concentrate and a soy isolate in simple systems and in a food system emulsion properties, thickening func---tion, and fat absorption". J. of Food Science. 42. p. 457-459. 1977.

- (40) Beuchat, L. R. "Functional and electrophoretic characteristics of succinylated peanut flour proteins". J. Agric. Food Chem. 25. p. 258-260. 1977.
- (41) Coffmann, C.W. and Garcia V.V. "Functional properties and aminoacid content of a protein isolate from mung bean -- flour". J. Food Technol. 12. p. 473-470. 1977.
- (42) Thompson D.B. and Erdman J.W. "Phytic Acid Determination in soybeans". J. Food Science. 47. p. 513-517. 1982.
- (43) Maga A.J. "Phytate: Its chemistry, occurrence, food interactions, nutritional significance, and methods of analysis". J. Of Agr. Food Chem. 30. p. 1-8. 1982.
- (44) Kramer A. "Food Technology". 17 No. 12 p. 1596-1597. 1963.