

BIBLIOTECA
DE LA
UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades

UTILIZACION DE SOYA COMO EXTENSOR DE LA
LECHE DE VACA

SAI KUEN DONG CHAN

GUATEMALA

1993

UTILIZACION DE SOYA COMO EXTENSOR DE LA
LECHE DE VACA



UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA
Facultad de Ciencias y Humanidades

UTILIZACION DE SOYA COMO EXTENSOR DE LA
LECHE DE VACA

SAI KUEN DONG CHAN

Trabajo de investigación presentado para
optar al grado académico de Licenciado
en Ingeniería y Ciencias de Alimentos

Guatemala

1993

Vo. B. : :

(f) *Ricardo Bressani*
Doctor Ricardo Bressani
Asesor

Tribunal :

(f) *Ricardo Bressani*
Doctor Ricardo Bressani

(f) *Millian Paiz*
Ingeniera Millian Paiz

(f) *Patricia de Palomo*
Licenciada Patricia Palacios de Palomo

Fecha de aprobación : 23 de Julio de 1993

A mis padres y

a mis hermanos

PREFACIO

El presente trabajo experimental, relacionado con la calidad química y organoléptica de la leche de soya como extensor parcial de la leche de vaca, se llevo a cabo en tres fases.

En la primera se evaluó las posibles diferencias en rendimiento, contenido de sólidos totales, proteína y grasa, y en análisis sensorial de leches preparadas de sus variedades de soya : Adelpia, Hutton, Lee-68, AGS-190, AGS-192 y Cristalina.

La segunda fase consistió en encontrar una metodología de procesamiento que pudiera mejorar el sabor de la leche de soya, de la variedad más aceptable de la primera fase. Los tratamientos estudiados fueron el agregado de malta para provocar una acción amilolítica en la leche de soya ; el tratamiento de la leche de soya con papaína por su actividad proteolítica y un tratamiento ácido que precipitó las proteínas, seguido de diálisis entre agua y neutralización.

La tercera y última fase del estudio consistió en la evaluación de la extensión de la leche de vaca con leche de soya preparada por métodos convencionales. Se prepararon cuatro muestras de leche : 1. Leche de vaca (100 %) ; 2. Leche de vaca (90 %) y Leche de soya (10 %) ; 3. Leche de

vaca (80 %) y leche de soya (20 %) v 4. Leche de soya (100 %). La evaluación consistió en evaluar el contenido de proteína, grasa y sólidos totales, análisis sensorial, vida de anaquel con base en pruebas sensoriales y de pH. De estos resultados se llegó a establecer el porcentaje de sustitución de leche de vaca por leche de soya sin ser detectado por sabor o con prueba química. Con base en lo anterior se llevo a cabo un análisis de costo del producto propuesto en este estudio.

CONTENIDO

	Páginas
PREFACIO	ix
RESUMEN	xiii
I. INTRODUCCION	1
II. OBJETIVOS E HIPOTESIS	5
III. REVISION BIBLIOGRAFICA	7
A. Desarrollo histórico de la leche de soya	7
B. Grano de soya	9
C. Producción de soya en Guatemala	9
D. Principios de producción de leche de soya	12
E. Problemas de producción de leche de soya	15
F. Pasos básicos de producción de leche de soya	17
G. Proceso Illinois para la producción de leche de soya	20
H. Maquinaria para el procesamiento de leche de soya	22
I. Propiedades nutricionales	23
1. Proteína	23
2. Vitaminas y minerales	24
3. Carbohidratos	25
4. Grasas	26

	5. Propiedad nutricional de mezcla de leche con leche de soya	26
	J. Problemática nutricional en Guatemala	27
	K. Factores que afectan el uso de productos derivados de la soya	28
	L. Crisis inminente sobre los productos lácteos	30
	M. Aplicación de enzima	32
IV.	METODOLOGIA	35
V.	ANALISIS ESTADISTICO	41
VI.	ANALISIS DE COSTO	43
VII.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	45
VIII.	CONCLUSIONES	61
IX.	RECOMENDACIONES	63
X.	BIBLIOGRAFIA	65
	APENDICES	
	A. Cuadros	71
	B. Figuras	79
	C. Diagramas de flujo	95
	D. Tablas de resultados	101

RESUMEN

El objetivo principal de este trabajo de tesis fue obtener una leche de bajo costo, sin alterar sus aspectos nutricionales ni de sabor.

Para llegar a este objetivo se hizo otros análisis de la leche de soya. Entre ellas se experimentó con seis variedades de leche de soya. Encontrando diferencias significativas entre sus rendimientos, contenido de sólidos totales, grasa y análisis sensorial; no siendo así, únicamente para el contenido de proteína.

Además se experimentó con malta, papaina y tratamiento ácido seguido de neutralización y diálisis en agua, para ver si se mejoraba el sabor de la leche de soya. Sin embargo, no se obtuvieron muy buenos resultados al comparar el análisis sensorial de las muestras tratadas y no tratadas, ya que con el uso de la malta, no se encontró diferencia significativa entre muestra con malta y sin malta. En el caso de la papaina se hizo dos lotes de leche, agregando esta enzima en diferentes etapas del procedimiento. Pero ninguno de los dos lotes tuvo diferencia significativa con la muestra no tratada, además; el tratamiento ácido tuvo menos aceptación que la leche de soya sin tratamiento.

Finalmente, para conocer la concentración de la leche de soya a sustituir en la leche de vaca, sin ser detectado, se experimentó con cuatro muestras : leche de vaca; 90 % de leche de vaca con 10 % de leche de soya ; 80 % de leche de vaca con 20 % de leche de soya y leche de soya. Siendo la sustitución del 10 % de leche de soya aceptable, ya que no altera el contenido de sólidos totales, grasa, proteína, ni la aceptabilidad de la leche de vaca. Y baja el costo de la leche en Q 0.19 por litro.

I. INTRODUCCION

Por la escasez de leche de vaca que existe actualmente en Guatemala, especialmente durante la época de verano, las industrias lácteas se han visto obligadas a adquirir esta materia prima a precios más elevados. Lo que nos conduce a un alza de precios para el consumidor final.

Debido a la mala situación económica existente en Guatemala, el 65 % de la población no tienen posibilidades de brindarle a su familia una alimentación adecuada.

El frijol de soya ha sido cultivado y consumido por el hombre hace aproximadamente cinco mil años. Desde entonces juega un papel muy importante en la alimentación de los pueblos orientales. Su cultivo vino a establecerse firmemente a los Estados Unidos hace solamente 65 años, en Brasil hace 20 años, y más recientemente en América Central.

La leche de soya es el extracto acuoso del grano de la soya, la cual es una emulsión de color blanco que se parece a la leche de vaca. Este producto ofrece un enfoque revolucionario, aunque sencillo, para ayudar a aliviar la creciente escasez mundial de alimentos. La soya constituye un cultivo milagroso que aporta dos de los nutrientes más importantes, la proteína y el aceite. Las proteínas de soya

son altas en cantidad y calidad, y el aceite es la fuente energética más concentrada. Por eso, la leche de soya constituye una fuente alterna de nutrición para países donde la producción de leche de vaca resulta insuficiente y cara. Otro atributo muy importante que se le ha dado a la leche de soya es su uso como un sustituto de leche para infantes alérgicos a la leche de vaca por la intolerancia a la lactosa.

Por desgracia, se utiliza actualmente tan sólo el 12 % de la producción mundial de soya en forma directa como alimento para consumo humano, y el restante 88 % se destina para alimentar ganado y aves. Muchos esfuerzos se han hecho para introducir los productos de soya, aunque los logros comerciales han sido limitados. Esto puede estar relacionado con el hábito alimenticio de los consumidores, los cuales son más fuertes en la población de bajo recurso económico, y por lo tanto utiliza alimentos convencionales. Por lo que es importante eliminar el sabor afrijolado (o sabor a vegetal), que es característico de los productos de soya (leche de soya); este sabor es atractivo a la población oriental, pero rechazado por el paladar occidental.

La baja participación de la soya en la dieta humana debe incrementarse, debido a su incuestionable perfil nutricional, su bajo costo, elevada disponibilidad, excelentes propiedades funcionales en los sistemas alimenticios y el constante desarrollo de nuevos productos a base

de la soya. Una buena forma de aumentar su uso es como un extensor en la leche de vaca. Por lo que se ha mencionado anteriormente, las características de una complementa la otra, como son los factores de costo, disponibilidad, sabor y perfil nutricional.

Además, la soya constituye la manera más eficaz que el hombre tiene para aprovechar las tierras y producir enormes cantidades de proteína. La soya puede producir casi diez veces más cantidad de proteína por hectárea, que la que se obtendría dedicando la misma extensión de tierra para la producción lechera.

Cuando la soya es utilizada como extensor de proteína, ningún cambio, ya sea en la calidad o cantidad de proteína debe ser esperado, por lo que los factores que determinan el porcentaje de extensión son los aspectos nutricionales y de aceptabilidad. Se ha visto que el reemplazo de 25 % de leche de soya por leche de vaca ya decrece la calidad de la proteína en la leche. En México se ha utilizado la proteína de soya como un extensor en la leche en un 6 - 8 % sin ser detectado; y una substitución del 2 %, la soya es absolutamente indetectable. Por lo que se logra ahorro de dinero y aumento de la producción de leche sin disminuir su perfil nutricional.

El porcentaje máximo de substitución de la soya en la leche sin ser detectado depende de muchos factores, principalmente de la variedad de soya y el tipo de procesamiento.

Este trabajo de investigación consistirá de tres etapas. En la primera se estudiará si existe diferencias significativas entre seis variedades de leche de soya, en cuanto a su contenido de proteína, grasa, sólidos totales, rendimiento y análisis sensorial. En la segunda etapa se probará varios métodos para que nos proporcione una leche con menos sabor afrjolado, y la última fase consistirá en la extensión de la leche de soya con la leche de vaca.

II. OBJETIVOS

* Objetivo General :

1) Obtener una leche de bajo costo sin alterar sus aspectos nutricionales, ni su aceptabilidad, y aumentar la disponibilidad de la misma.

* Objetivos Específicos :

1) Determinar el efecto genético del frijol soya sobre el rendimiento, la composición química y la aceptabilidad sensorial de la leche de soya.

2) Evaluar los efectos de tratamiento enzimático y precipitación de proteínas sobre la calidad sensorial de la leche de soya.

3) Establecer el mayor porcentaje de sustitución de la leche de vaca por leche de soya sin alterar sus aspectos nutricionales y de aceptabilidad.

4) Comparar los aspectos de costo de la leche de vaca con las de leche de vaca extendida con leche de soya.

HIPOTESIS

1) Si existe diferencia entre variedades de soya , respecto su contenido de proteína, grasa, rendimiento, sólidos totales y análisis sensorial, en sus respectivas leches de soya.

2) Los tratamientos enzimáticos, así como la precipitación de la proteína, favorecen la aceptabilidad de la leche de soya.

3) La leche de vaca extendida con leche de soya es de menor costo y retiene sus características nutritivas, de estabilidad y aceptabilidad.

III. REVISION BIBLIOGRAFICA

A. Desarrollo histórico de la leche de soya

La soya se originó en Asia hace aproximadamente 5,000 años y ha jugado desde entonces un papel crucial en la alimentación de los pueblos orientales como el chino y el japonés (7).

La leche de soya representa el extracto acuoso de la soya, siendo una emulsión de color blanco que se parece a la leche de vaca. La leche de soya se obtiene remojando ésta durante la noche, seguido de molienda en húmedo y filtración. Durante siglos se ha conocido la leche de soya en China, produciéndose en miles de pequeñas tiendas comerciales, aun cuando la producción de leche de soya en escala grande no se inició sino hace aproximadamente medio siglo.

El primer pionero real de la leche de soya en el occidente fue Yu-Ying Li, un chino radicado en Paris. El inició el primer "diario" de soya en el mundo y obtuvo la primera patente (británica) para la producción de leche de soya en 1910. Un médico misionero norteamericano, de nombre Harry W. Miller, inició su primera planta de leche de soya en Shangai, China en 1936. En 1940, el Sr K.S. inició en Hong Kong la más exitosa producción comercial de leche de soya

llamada " Vitasoy " (6).

En 1958 Green Spot, en Bangkok, introdujo la leche de soya a Tailandia, país cuya población no consumía tradicionalmente tal producto. En 1962, Taiwan comenzó su primera producción de leche de soya en escala grande, produciendo más de 3 millones de litros. Desde 1977, la President Enterprises Corporation inauguró la primera planta comercial moderna de leche de soya con producción a gran escala. En 1982, dicha empresa producía diariamente 300,000 envases tetra Brik y en 1983 vendía 75 millones de envases (250 ml) de leche de soya simple, así como variedades de bebida de soya de sabor como huevo, leche, fresa, cacahuete, chocolate, café, naranja, manzana, etc.

Japón y Corea del Sur constituyen dos ejemplos típicos del crecimiento fenomenal del consumo de leche de soya en países que tradicionalmente no lo habían hecho. La leche de soya no ha sido jamás tan importante como el Tofu en la dieta japonesa debido a su sabor afrijolado. Ahora, el sabor a frijol no deseado puede eliminarse por medio de la tecnología avanzada. La producción de leche de soya aumentó en Japón de 5,300 toneladas métricas en 1978 a 137,000 tm en 1984, con una tasa anual de crecimiento de 88 % en promedio.

Según reportes, la producción total de leche de soya en el mundo, en 1983, ascendió a más de un millón de toneladas métricas (1,050 millones de litros) (6).

B. Grano de soya

El nombre botánico de la soya es Glicine max. y es un cultivo anual cuya planta alcanza generalmente una altura de 80 cm. La semilla de soya se produce en vainas de 4 a 6 cm de longitud, y cada vaina contiene de 2 a 3 granos de soya.

Existen más de 3,000 variedades de soya, las cuales pueden adaptarse a diversos tipos de tierras y de climas, pero se desarrolla óptimamente en regiones cálidas y tropicales. El frijol de soya se adapta a una gran variedad de latitudes que van desde 0 hasta 38 grados, y los mayores rendimientos en la cosecha se obtienen a menos de 1000 metros de altura. La semilla varía en forma desde esférica hasta ligeramente ovalada, y entre los colores más comunes se encuentran el amarillo, negro y varias tonalidades de café (7).

C. Producción de soya en Guatemala

La historia del cultivo de la soya en Guatemala se inició por los años de 1950, cuando el Instituto Agropecuario Nacional (IAN) efectuó siembras experimentales para observar la adaptabilidad de algunas variedades que eran cultivadas en otros países.

En 1962, Don Carlos Dorión, bajo la coordinación del P. Agr. Humberto Pinto Suchini, estableció campos de pruebas de diferentes variedades de soya. Pero los rendimientos fueron en el orden de los 25 a 28 qq/Mz, con un precio por qq de 8

4.50, la cual no hacía atractivo el cultivo y no se continuó con su desarrollo. En 1967-68 un grupo de pequeños agricultores del Departamento de Jutiapa efectuaron siembras de soya, habiéndose obtenido rendimientos que oscilaron entre 32 y 40 quintales por manzana. Aunque nuevamente, debido al bajo precio de la soya, ya no se continuó con el cultivo.

En Retalhuleu, el Lic. Alvarado de la Peña, inició las siembras comerciales, al establecer ese año 1,000 Mz de cultivo de soya. Los resultados no fueron los esperados (32 qq/Mz), que no eran aún rentables. El área se incrementó a la siguiente temporada, sembrándose 1,200 Mz ; pero hubo grandes pérdidas económicas (17).

El Banco de Guatemala, conociendo las bondades del frijol de soya en la nutrición de la población, inició una serie de reuniones con instituciones y personas individuales interesadas en su desarrollo, preparando un estudio sobre el cultivo. Fue así que se logró establecer un cupo de financiamiento destinado al desarrollo del mismo (la Política Crediticia de 1982, fijó un cupo de Q 5.0 millones para la finalidad, que se mantuvo hasta 1991, que se suprimió).

A partir de 1981, por el deterioro de la producción algodonera, el Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación consideró como un grano básico al Frijol de Soya, con lo cual los agricultores que se dedicaran a su cultivo, podrían gozar de financiamiento preferencial, puesto que éstos tuvieron un tratamiento de fomento desde

1974, fecha en que se emitió la Ley Obligatoria y de Fomento para el Cultivo de Granos Básicos.

En 1983 se inició la integración de la Asociación de Productores de Soya de Guatemala, obteniéndose su personería jurídica en Diciembre de 1987, manejando en la actualidad el 90 % de la producción de este grano en Guatemala.

En 1984, el Lic. De la Peña logró rendimientos arriba de los 60 qq/Mz demostrando que en Guatemala era posible obtener los mejores rendimientos a nivel mundial en la producción de frijol de soya.

El área de cultivo ha venido incrementándose anualmente, habiéndose sembrado en la temporada de 1991 un total de 23,500 manzanas de donde se obtuvieron 998.6 miles de qq, el que se comercializó básicamente hacia la industria aceitera, la que consumió el 75 % y a la industria avícola que captó el otro 25% (el cuadro 1 muestra el área sembrada, la producción, y los rendimientos por Mz obtenidos a partir de 1983-84) (17).

Pero quizá lo más importante de la producción de soya en Guatemala, es que se ha iniciado a consumir en la alimentación humana con muy buenos resultados. De esta manera se ha podido adicionar del 5 al 10 % en la mezcla a ser preparada para la elaboración de la tortilla de maíz, sin que se altere sus procesos de nixtamalización en la elaboración de la masa y en un 10 % de frijol de soya en el frijol negro, lo que representa un incremento energético en

la ración habitual (1). soya contiene 4 veces más grasa y 5 veces más proteína que el maíz, siendo ésta adicionalmente de mejor calidad).

El frijol de soya también se ha utilizado en la elaboración de leche, galletas nutritivas, carne y otros alimentos de alto contenido proteico, esperando que esto se generalice en Guatemala y la población tenga más beneficio al utilizarla como alimento (17).

D.Principios de producción de leche de soya

Los principios de la producción de leche de soya tienen por objeto producir leche de soya de buena calidad, deliciosa y nutritiva, de alto rendimiento y bajo costo. Existe una amplia combinación de métodos para lograr estos objetivos. Ver figura 1 al 5.

i. Métodos para producir leche de soya de buena calidad.

Pueden emplearse los siguientes métodos para producir leche de soya de calidad, deliciosa y nutritiva (cuadro 2).

a) Métodos para eliminar un sabor no deseable.

- i. Método de molienda en caliente (inactiva la lipoxigenasa que causa el sabor a frijol).
- ii. Método de blanqueado (inactiva la lipoxigenasa).
- iii. Uso de harina de soya desgrasada (elimina el aceite de soya que es atacado por la lipoxigenasa).
- iv. Deodorización al vacío (elimina el mal sabor

volátil).

- v. Uso de proteína de soya aislada (elimina la lipoxigenasa).
- vi. Fermentación enzimática (elimina el mal sabor).
- vii. Suplementación de sabor (disimula el sabor).
- viii. Remojo alcalina v/o blanqueado (inactiva la lipoxigenasa).
- ix. Molienda acídica (inactiva la lipoxigenasa).
- x. Descascarada (imide el sabor amargo).
- xi. Método UHT directo (mejor sabor y nutrición).
- xii. Cocción hidrotérmica de hidratación rápida (mejora el sabor).

b) Métodos para inactivar factores antinutricionales (inhibidores de tripsina (IT)).

- i. Varios procesos de calentamiento.
- ii. Remojo alcalino.

c) Métodos para eliminar oligosacáridos (rafinosa y estaquiosa para elevar la calidad de la leche de soya).

- i. Remojo alcalino.
- ii. Eliminación de fibra.
- iii. Tratamiento de calor.
- iv. Tratamiento enzimático (uso de la enzima de la alfa galactosidasa) (6).

El blanqueo (100 °C por 10 a 30 minutos), molienda caliente (más de 80 °C) de la soya son dos métodos bastan-

les usados para eliminar el sabor a frijol. Puede lograrse la inactivación del inhibidor de tripsina al calentar la suspensión de soya a 100°C durante 22 minutos. Y pueden eliminarse los oligosacáridos que ocasionan flatulencia al remojarlos en solución alcalina.

2. Métodos para rendimientos superiores:

- a. Método de soya entera (sin eliminar la fibra).
- b. Selección de calidad de la soya (variedad fresca y alta proteína).
- c. Segunda o más extracciones de residuo de soya.
- d. Control de proporción de agua/ soya.
- e. Control de tiempo/ temperatura de extracción.
- f. Control de tiempo/ temperatura de remojo.
- g. Selección de filtración y procedimiento de cocción.
- h. Control de finura en la molienda de la soya.
- i. Control de condiciones y tiempo de almacenamiento de la soya.

3. Métodos para lograr costos menores:

- a. Uso del método tradicional.
- b. Uso moderno de proteína de soya aislada, concentrado de soya o leche de soya en polvo como materia prima.
- c. Uso de producción en gran escala para reducir el costo por unidad.
- d. Uso de equipo simple.
- e. Uso de empaque de bajo costo.

de la soja. La soja contiene un tipo de fibra que puede ser utilizada para la producción de leche de soja de buena calidad. La fibra de la soja puede ser utilizada para la producción de leche de soja de buena calidad. La fibra de la soja puede ser utilizada para la producción de leche de soja de buena calidad. La fibra de la soja puede ser utilizada para la producción de leche de soja de buena calidad.

El sabor a frijol

Los consumidores que prefieren la característica de un sabor suave a frijol en la leche de soja. Sin embargo, los occidentales tienen un fuerte prejuicio cultural en virtud de que comparan el sabor de la leche de soja con la leche de vaca. En consecuencia, los sabores naturales de la leche de soja significan aspectos diferentes para culturas diferentes en relación con sus hábitos y patrones alimentarios.

El mayor problema es la reducción del llamado sabor "afrijolado" y desarrollar un producto sin sabor, más parecido a la leche de vaca. No obstante, debe tenerse en mente que la leche de soja es un producto vegetal y que su éxito debe basarse en sus propios méritos. Por lo que una buena leche de soja debe carecer de sabor amargo o a frijol y tener un sabor agradable parecido a cereal.

Wilkens y colaboradores encontraron que la enzima lipoxigenasa presente en la soja es la causante del sabor a frijol en la leche de soja. La lipoxigenasa de la soja

cataliza la oxidación del (pe. cis - 1,4 - pentadieno presente en los ácidos grasos, formándose así el cis, trans 1,3 - hidropéroxido, lo que ocasiona el sabor a " frijol " (6).

2. Inhibidores de Tripsina

Los inhibidores de tripsina presentes en la soya cruda deben inactivarse para facilitar la digestión en el cuerpo humano. Se reportan cinco o más inhibidores de tripsina para soya, no obstante, únicamente dos de ellos, el Kunitz (1.4%) y el Bowman-Birk (0.4%) han sido purificados y estudiados en detalles.

Desde un punto de vista práctico los inhibidores de tripsina no parecen constituir un problema serio en alimentos para humanos y animales, puesto que son en gran parte inactivados por calor húmedo. Van Bauren y colaboradores indicaron que el 90% de los IT en la leche de soya pueden inactivar a 100°C durante 14 a 30 minutos.

3. Factor de Flatulencia

La soya entera contiene 5% de sacarosa, 5.1% de otros azúcares (arabinosa, glucosa, vebascosa, etc.) ; además, la soya contiene dos oligosacáridos, rafinosa (1.1%) y estaquiosa (3.8%). Al igual que muchas otras leguminosas, la soya origina flatulencia en su ingestión. La flatulencia es originada por la fermentación de azúcares de bajo peso molecular (rafinosa y estaquiosa), que no son digeridos por

Los seres humanos debido a la falta de actividad alfa-galactosidasa en su tracto digestivo (3).

F. Pasos básicos de producción de leche de soya

En una industria de poco volumen de producción de leche de soya se necesita un mínimo de cinco pasos : limpieza de la soya, remojo, molienda, filtración y cocción. En cambio, una industria grande requiere de más pasos. esto incluye limpieza de soya, descascarado, remojo, blanqueado, molienda, filtración, cocinado, formulación, homogenización, esterilización y empaque. A continuación se presentan estos pasos básicos :

1. Variedad de Soya : Debe seleccionarse una soya que produzca leche de buen sabor, color y de mejor rendimiento.
2. Limpieza : La soya comercial contiene barro, polvo y microorganismos en la superficie del frijol ; también puede encontrarse materias extrañas como paja, piedras, metales y hierbas, por lo que es importante la eliminación de estas materias, al igual que la soya dañada. En la soya dañada puede actuar más fácilmente la lipoxigenasa sobre los ácidos grasos insaturados, resultando el sabor característico de frijol.
3. Descascarado : El descascarado se refiere a la eliminación de la capa o cáscara de la semilla de soya, la cual constituye el 9% de la soya entera por peso. Este paso

requiere de una operación y equipo adicional, aunque ofrece las siguientes ventajas : a) Recuperación proteica mejorada. b) Sabor de leche mejorada. c) Digestibilidad mejorada. d) Leche de soya de color ligeramente blanco. e) Reducción en oligosacáridos, tiempo de remojo y energía de molienda. y f) Reducción de la cuenta bacteriana (6).

4. Remojo : La soya puede remojarse en aproximadamente tres veces su peso en agua, dependiendo la temperatura del agua. Normalmente, el tiempo de remojo es de 8 a 10 horas (a 20 °C) y de 14 a 20 horas (a 10 °C). La soya también puede remojarse dentro de un flujo de agua continuo, para enjuagarla durante el periodo de remojo. Después de un remojo adecuado, la soya aumentará aproximadamente de 2 a 2.3 veces su peso original. El remojo brinda ventajas al reducir el consumo de energía para la molienda, da también una mejor dispersión y suspensión de sólidos durante la extracción, aumenta el rendimiento y disminuye el tiempo de cocido.

5. Blanqueado : El blanqueado de la soya en una solución de bicarbonato de sodio a altas temperaturas que comienza a inactivar el sabor de frijol causado por la lipoxigenasa enzimática. El blanqueado también elimina los oligosacáridos solubles en agua (causante de flatulencia) e inactiva los inhibidores de tripsina (que reducen la digestibilidad proteica (6).

6. Molienda : La soya remojada puede molerse con agua

caliente o fría mediante un desintegrador de acero inoxidable, molino de martillo, molino de perno o mezcladora grande, en solución coloidal de malla 150. Si se realiza la molienda en solución de agua caliente mayor de 80°C , se inactiva la lipoxigenasa para impedir la formación de un sabor a frijol indeseable.

7. Filtración : Los residuos insolubles de soya se eliminan de la suspensión de soya mediante centrifuga decantadora para mejorar el sabor y la sensación bucal, así como para eliminar los oligosacáridos (6).

8. Cocción o Calentamiento : El propósito de cocer la leche de soya es destruir microorganismos que causarían deterioro, mejorar sabor y la calidad nutricional al inactivar los inhibidores de tripsina.

Van Buren y colaboradores, indicaron que de 80 a 90% de los inhibidores de tripsina podría inactivarse a 100°C durante 14 ó 30 minutos , o a 110°C durante 8 a 22 minutos. Miller (6) recomendó el calentamiento de la suspensión de soya durante aproximadamente 30 minutos a 100°C para obtener óptimo valor en nutrición y sabor. El calentamiento también sirve para reducir la viscosidad de la leche de soya, facilitando la extracción y la producción de mayores rendimientos de proteína y sólidos.

9. Formulación : La formulación de la leche de soya con agentes edulcorantes y saborizantes aumenta la aceptabilidad de este producto. De hecho, puede usarse la leche de soya

como extensor de la leche de vaca con objeto de reducir los costos de esta última y aumentar el abasto.

10. Homogenización : Este paso es importante para que las grasas no tiendan a aglutinarse, subir a la superficie y separarse en una capa. Los sólidos insolubles en la leche de soya tenderían a acomodarse en el fondo del recipiente. Por tanto, la homogenización hará que la leche de soya sea más cremosa, más uniformemente consistente y más digerible. En la mayoría de las leches de soya, un paso de 2,000 a 3,500 psi con 90 °C bastará para dar un buen producto. A menudo, los métodos de blanqueo del frijol entero o molienda caliente imparten la calidad granulosa, misma que podría reducirse a base de aumentar la alcalinidad de la solución blanqueadora y ajustar el pH final de la leche de soya a aproximadamente 7.5.

11. Esterilización y Pasteurización : Existen tres tipos básicos de tratamientos de calor, siendo pasteurización, esterilización y tratamiento a temperatura ultra elevada (UHT) para prolongar el periodo de utilización de la leche de soya.

6. Proceso Illinois para la producción de leche de soya

La preparación de leche de soya a partir del método Illinois de Nelson et al (1975) consiste en el siguiente procedimiento (ver figura 6).

Este incluye remojo y luego blanqueado del grano entero

de soya en bicarbonato de sodio al 0.5%, molienda en agua con molino de martillo, calentamiento de la suspensión a 82 °C, homogenización, neutralización, dilución, adición de azúcar y sabor, pasteurización y re-homogenización.

Se ha encontrado que a partir de este método, la inactivación de la enzima por blanqueado antes de la molienda del grano remojado previene completamente la formación del sabor oxidado, y resulta un producto de sabor blando. Esto se logra más fácilmente por blanqueado del grano remojado que no remojado. También da mejor resultado añadir NaHCO_3 al agua de blanqueado, sin importar el tratamiento de remojo que haya recibido. Un remojo durante la noche, seguido de 30 minutos de blanqueado en 0.5% de NaHCO_3 puede resultar en una bebida completamente libre de inhibidores de tripsina.

Cuando el tejido del cotiledón de la soya es dañado o roto, la enzima lipoxigenasa, así como el sustrato lipídico son liberados. Si el tejido del grano de soya es seco (aproximadamente 13 % de humedad), la enzima no cataliza la oxidación instantánea del sustrato. Pero, si se le añade agua, la reacción se lleva a cabo rápidamente y produce un sabor afrijolado u olor oxidado que solamente es tolerado por grupos orientales. Se ha visto que el remojo de granos enteros durante 8 a 12 horas hasta que la soya duplique su peso no desarrolla ningún sabor y olor afrijolado.

Según experimentos hechos por medio del método

Illinois, suficiente grado de ablandamiento del tejido del grano de soya durante el remojo y tratamiento de blanqueado son necesarios para obtener buena sensación bucal y estabilidad coloidal. Condiciones de homogenización, tales como temperatura y presión, también son importantes.

Cuando el grano de soya se ha blanqueado en un tendermetro EEE-Kramer con una lectura de 300 lb o menos y la homogenización se ha hecho a 200°F y 3500 psi, la bebida resultante no presenta separación después de 2 meses de estar refrigerada. Una dilución que contiene menos de 1% de proteína no tiene efecto alguno sobre la estabilidad coloidal. Lecturas del contador Coulter de la bebida indica que el 10% de las partículas caen entre 3.4 - 7.3 micrones, la cual es más grande que el rango definido para partículas coloidales. La recuperación de proteína y sólidos totales basado en el grano de soya sin procesar son 99 % y 90 %, respectivamente (22).

H. Maquinaria para el procesamiento de leche de soya

Los sistemas modernos para procesar leche de soya, fabricados por compañías como Alfa-Laval de Suecia y La División de Tecnología de la APV-DTD de Dinamarca, combinan equipo y técnicas modernas de procesamiento de lácteos que dan por resultado una excelente base de soya de sabor ligero, la cual puede utilizarse en la elaboración de bebidas de leche de soya, helados, malteadas, yogurts y

quesos. Entre estas nuevas técnicas se encuentran el molido de soya no remojado con vapor y bicarbonato de sodio para inhibir el desarrollo de sabores desagradables y el procesamiento a alta temperatura y corto tiempo a fin de desactivar los inhibidores de tripsina y reducir el número de bacterias (18).

Existen otras maquinarias para el procesamiento de la leche de soya, tal como el caso de Prosoya (Figura 7), Soyol (Figura 8) y Agrolactur (Figura 9), producido en Francia (6, 19).

1. Propiedades nutricionales

Los alimentos a base de soya se adaptan muy bien a una dieta modificada, ya que cuentan con un buen perfil de aminoácidos, gran variedad de vitaminas y minerales, y en los productos integrales, con un elevado contenido de ácidos grasos poliinsaturados (7).

1) Proteína :

El perfil de aminoácidos de la proteína de soya es bastante completo, probablemente tenga el mejor patrón de aminoácidos para una proteína de origen vegetal. Los productos de soya tienen un contenido de aminoácidos esenciales como histidina, isoleucina, leucina, lisina, fenilalanina, tirosina, treonina, triptófano y valina. Solamente el valor total combinado de los aminoácidos azufrados

esenciales. Metionina y cistina, cae debajo de los patrones recomendados en la mayoría de los productos de soya (cuadro 3). Por otra parte, la concentración de lisina en la proteína de soya es particularmente elevada. Su abundancia en esta leguminosa de bajo precio hace de la soya una fuente de proteína de primer orden a nivel mundial (10).

Por sus características nutricionales, la soya y sus derivados juegan un papel nutricional importante en los sistemas de alimentos. Ya que pueden ser utilizados como proteínas suplementarias, proteínas complementarias y como fuente de nitrógeno o extensores de proteína. Todos los productos de proteína, desde la semilla entera hasta el aislado puede servir para cualquiera de estos roles; ya que la diferencia entre cada uno se basa en la cantidad de soya utilizada en los sistemas de alimentos en particular. Además, el efecto neto de cualquiera de estos roles incrementa o retiene la calidad y la cantidad de proteína, y provee al mismo tiempo propiedades funcionales deseables. Cuando la soya se usa como proteína suplementaria, los niveles de estos pueden ser tan alto como de 8% equivalente de proteína (2 y 8).

2) Vitaminas y minerales :

Aunque la mayor contribución que puede aportar la soya a la nutrición de los seres humanos radica en la calidad y cantidad de su contenido protéico, deberá sin embargo tomar-

se en consideración otros constituyentes de la soya que pudieran tener importancia nutricional (cuadro 4). La limitación de nutrientes en la leche de soya siempre podrá reforzarse, siendo los de más amplio uso la vitamina B 12, la riboflavina (8 %) y el calcio (6).

3) Carbohidratos :

Al comparar los carbohidratos en la leche de soya y leche de vaca, notamos que la leche de soya no contiene lactosa y no causa indigestión alguna debido a la intolerancia de la lactosa. Después del destete, muchos bebés pierden la capacidad de producir lactasa, enzima requerida para hidrolizar la lactosa en glucosa y galactosa de la leche de vaca. Esta intolerancia puede encontrarse en adultos al final del período de crecimiento y, en alto grado, en diferentes grupos étnicos en América del Sur (67 - 100 %) Africa (20 - 99 %) y Asia (64 - 97 %). Sin embargo, se presenta rara vez en Europa y EE.UU. (3 - 15 %).

Además de la intolerancia a la lactosa, hay alrededor de 7 a 15 % de bebés en EE. UU., y un porcentaje mucho más alto en otros países, que son alérgicos a la leche de vacunos. Existe aún poca evidencia de reacciones alérgicas similares a la leche de soya.

La rafinosa y la estaquiosa son oligosacáridos y causan flatulencia, por lo que deben ser eliminados durante el proceso (6).

1) Grasas :

La leche de soya contiene también lecitina y es rica en ácidos grasos polinsaturados. Su consumo sostenido puede tener algún efecto reductor sobre el colesterol sanguíneo. La lecitina transforma el colesterol en partículas diminutas que pasan fácilmente a los tejidos del cuerpo. Una alimentación rica en ácidos grasos saturados (existente en carnes y lácteos) ocasiona un aumento del colesterol en la sangre. Por el contrario, si la alimentación contiene una mayor proporción de ácidos grasos insaturados (de aceite de soya vegetal y pescado), el colesterol sanguíneo bajará por lo regular (5).

5) Propiedad nutricional de mezcla de leche con leche de soya

La leche ha estado siempre asociada con la alimentación infantil, pero su uso es restringido por consideraciones económicas, así como por efectos fisiológico indeseables. Por otra parte, la leche de soya es un producto que ha recibido mucha atención, desde su manufactura hasta su valor nutritivo y aceptabilidad. Por eso es lógico aceptar una manera en la cual la leche de origen animal y vegetal puedan unirse en la preparación de una mezcla de los dos productos.

La extensión de leche de vaca por leche de soya es determinado por aspectos nutricionales y de aceptabilidad. La figura 10 muestra que la calidad de la proteína de la

leche decrece al ser reemplazada la leche de vaca por leche de soya, o por la proteína case por debajo de 25 %. Aunque esta cantidad puede considerarse pequeña, la cantidad total que se necesita es alta y las implicaciones económicas son significativas. Por lo que es conveniente desarrollar mejores características de aceptabilidad en el producto, más que incrementar el nivel de soya añadido (2).

4. Problemática nutricional en Guatemala

Los niños menores de 5 años y especialmente de 3 años, integran el grupo de mayor vulnerabilidad nutricional y riesgo a enfermar. En este grupo se presentan las tasas más elevadas de desnutrición proteínico - energética. En términos de niños con retardo en peso proyectado a la población de 1991 permite estimar, que en el país existirán alrededor de 600,000 niños de 3 a 36 meses que padecerán algún daño nutricional.

El retardo en crecimiento físico en escolares entre 7 y 9 años de edad, se ha encontrado que es de 37,4% a nivel nacional ; esto se considera un reflejo del impacto de situaciones socioeconómicas desfavorables sobre la salud, alimentación y nutrición de la población (15).

El costo de la alimentación está dado por el costo de la canasta básica de alimentos. En Guatemala el costo de la alimentación se incrementó en una proporción mucho mayor a la del salario mínimo (ver Figura 11).

La Secretaría General del Consejo Nacional de Planificación Económica de Guatemala, tomando como base la información de la Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos Familiares (1979-1981) y el costo de la canasta básica de alimentos y de bienes y servicios, estimó que en los años 86-87, un 93.4% de las familias guatemaltecas se encontraban en estado de pobreza, es decir familias con ingresos menor al valor de la canasta de bienes y servicios; de éstas un 64.5% presentaban pobreza extrema, es decir que su ingreso era igual o menor al costo de la canasta básica de alimentos. Ver figura 12.

Al analizar la estructura del gasto familiar dedicado a la alimentación, se observa que a medida que aumenta el nivel de ingreso, disminuye el consumo de cereales y frijoles y aumenta el consumo de carnes y lácteos; situación que se revierte cuando el ingreso disminuye (15).

K. Factores que afectan el uso de productos derivados de la SOYA

Son muchos los factores involucrados dentro de la aceptación de los productos a base de soya. A continuación mencionaremos los más importantes :

i) El paladar conservativo de los consumidores , lo cual es más fuerte en la población de bajos recursos económico y por lo tanto utiliza alimentos convencionales, tales como granos de cereal y legumbres.

2) El desconocimiento del uso funcional y de los beneficios de las proteínas como ingredientes en un sistema de alimento complejo (3).

3) Los primeros productores de alimentos derivados de la soya son en gran parte responsables de la mala aceptación de los productos de soya, los cuales tenían un sabor desagradable. Si imaginamos a un individuo que, por razones económicas o de salud, se ve forzado a consumir alimentos de tan desagradable sabor, nos resultará fácil comprender su posterior aversión a este tipo de productos. Si se produce un producto libre de sabor a ese grano, el consumidor siempre recordará el sabor desagradable que automáticamente asocia al producto.

4) Los productos con sabor de calidad deficiente constituyen un obstáculo para el progreso de esta industria. Es necesario contar con un distintivo de calidad que ampare los productos obtenidos de la extracción acuosa. Esta marca deberá portar claramente los productos que cumplan con las normas de calidad establecidas y, por el contrario, su uso deberá negarse a aquellos productos con niveles de calidad deficientes (33).

5) En países donde las condiciones higiénicas para la producción y manejo de alimentos básicos como la leche sigue siendo no muy bien controlado, la introducción de un extensor de leche puede acarrear serios problemas para el control de calidad del producto final, causando el rechazo

del gobierno en la aprobación de la introducción de proteína animal como extensor de leche en el mercado (3).

6) Si bien, los gobiernos se pueden dar cuenta claramente de la necesidad y los beneficios que aportaría un programa de acción de industrialización de estos alimentos, dicha gente se encuentra inmobilizada por grupos de presión del sector lechero, o bien está atemorizada por la resistencia que oponen los consumidores (33).

La crisis inminente sobre los productos lácteos

El mundo enfrentará una crisis en los años venideros. En la época en que los Estados Unidos y Europa contaban con excedentes y podían proporcionarlos a los demás países pobres, estas naciones adquirieron la costumbre de consumir productos lácteos. En ese entonces los países en vías de desarrollo podían adquirir esos productos a precios bajos y en ocasiones cubrían sus deudas haciendo pagos con sus propias divisas.

Plantas enteras de industrias de lácteos se han visto forzadas a la bancarrota o han luchado duramente por sobrevivir, todo ello por la imposibilidad de crear productos lácteos a nivel local, que puedan competir eficazmente con las " dádivas " de las plantas lácteas extranjeras.

En estos momentos en que tanto Europa como los Estados Unidos tienen cosas más importantes en que invertir sus

limitados recursos monetarios, ceden ante las presiones de su propia industria lechera, podemos ver que la " luna de leche " es ya cosa del pasado. Sin embargo, esta industria necesitará una gran inversión financiera para salir adelante y también de la decisión política.

Si se pudiera trazar una gráfica, sería imposible ejemplificar los siguientes puntos :

* El crecimiento esperado de la población que hará surgir una mayor demanda de proteína (Aumento).

* Disminución de los suministros de ayuda y de procesamiento otorgados por los países desarrollados, debido a los problemas económicos (Disminución).

* Pérdidas de tierras dedicadas a la cría de animales, debido al enorme crecimiento de las ciudades (Disminución).

* Incremento en los costos internacionales de la leche en polvo y demás productos afines (Aumento).

* Agotamiento de las tierras previstas para el cultivo (Disminución).

* Riesgos de pérdidas de producción, causadas por enfermedades o por holocausto nuclear (Disminución).

* El agotamiento de las divisas fuertes con que cuenta los países en vías de desarrollo crea una competencia interna en cuanto al uso prioritario de tales recursos financieros. O sea que se dará prioridad a la energía ; posteriormente, a los bienes suntuarios, capital para proyectos y por último se considerará la alimentación (Disminución).

Si dicha gráfica ideal pudiera existir, se vería que los países en vías de desarrollo se encuentran al borde de una catástrofe, la cual podría precipitarse debido a una guerra o a algún accidente. Por consiguiente, se pregunta que podrá compensar a los productos lácteos para consumo infantil, cuando ya en la actualidad se tiene tal escasez de estos alimentos. Esta situación está vigente en países en vías de desarrollo en África y Asia y, en menor medida, en América Latina.

Ahora, considerando el aumento de precio de los hidrocarburos, y que no se contemplan programas para subsidio de alimentos lácteos, ya sea local o importados, esto presenta presiones económicas, en donde algo tiene que ceder y pasar a un segundo plano prioritario. En este caso, se puede predecir que los productos lácteos quedarán finalmente al margen de la dieta cotidiana, pasando a ser considerados alimentos " de lujo ", de forma tal que pudieran en un momento dado ser eliminados por completo de los rubros de artículos de importación necesaria (33).

M. Aplicación de enzima

1. Ventajas del uso de enzimas

Las enzimas tienen diversas ventajas para el uso de procesos industriales : (1) son de origen natural y no son tóxicas (2). Tienen alta especificidad de acción; además, pueden llevar a cabo reacciones que otros no lo pueden hacer

fácilmente, especialmente sin reacciones secundarias no deseadas (3). Trabajan mejor bajo condiciones moderadas de temperatura y a pH cerca del neutral, por lo que no necesitan equipos especiales y caros (4). Trabajan rápidamente a concentraciones bajas, y el grado de reacción puede ser fácilmente controlado ajustando la temperatura, pH y cantidad de enzima empleada (5). Son fácilmente desactivadas cuando la reacción ya ha alcanzado el nivel deseado (14).

2. Malta :

La malta es producida por germinación de granos, usualmente de cebada, seguido de secado. Durante la germinación del grano, son formados altos niveles de amilasa. La principal diferencia entre las tres clases principales de malta es su contenido de amilasa. La malta es generalmente molida y utilizada en esta forma por su contenido de enzima, pero también provee carbohidratos, proteína y constituyentes de sabor (14).

3. Amilasa :

Las enzimas que hidroliza el almidón son las amilasas, las cuales rompen los enlaces 1,4 - glucosídicos de las cadenas largas de molécula de almidón, cambiándolas hacia dextrina, y si su acción dura lo suficiente, puede producir una mezcla de maltosa y glucosa. La hidrólisis de almidón es caracterizado por un cambio en las propiedades organolépticas del producto y por una marcada reducción en

su viscosidad (4).

4. Papaina :

La papaina es una proteasa de fuente vegetal, la cual ha sido ampliamente utilizada para ablandar la carne y ha sido especialmente útil por su relativa estabilidad al calor. por eso su acción continúa durante la etapa avanzada del cocimiento.

5. Proteasa :

Las aplicaciones de las proteasas en la industria alimenticia permite que las propiedades funcionales intrínsecas de las proteínas tales como, viscosidad, habilidad de batido y poder emulsificante, sean optimizadas controlando la proteólisis. Como ejemplos podemos incluir la modificación enzimática de la soya y proteínas de suero, así como para hacerlos funcionalmente más apropiado para la aplicación de alimentos, elaboración de cerveza, hidrólisis de gluten de trigo y producción de gelatina a partir de colágeno.

Aunque los problemas asociados con la acción de la proteasa es el sabor amargo, debido a la liberación de aminoácidos hidrofóbico y la dificultad de controlar la extensión de su reacción (34).

IV. METODOLOGIA

A. MATERIALES :

- 1) Frijol de soya de las siguientes variedades, AGS-190, AGS -192, Hutton, Adelpia, Lee-68 (cultivadas en el altiplano de Guatemala y cosechadas en el año 1988 ; las cuales se mantuvieron en seco a una temperatura de más o menos 25°C) y la cristalina, cosechada recientemente (1992).
- 2) Malta de cebada
- 3) Papaina
- 4) Leche en polvo, Goldstar

B. METODOS :

- 1) La leche de soya fue producida por medio del método Illinois, ver Diagrama de flujo 1 (22).
- 2) El contenido de proteína se evaluó por el método Bradford (1).
- 3) Para el porcentaje de grasa, la metodología utilizada fue la de Babcock (24).
- 4) El contenido de sólidos totales se evaluó deshidratando la muestra de leche de soya en balanza para determinar humedad, Ohaus.

V. PROCEDIMIENTO

Este trabajo de tesis consiste de tres etapas.

(7) COMPARACION ENTRE SEIS VARIEDADES DE SOYA :

Utilizando las variedades de soya ABS-190, ABS-192, Hutton, Adelpria, Lee-68 y Cristalina; se obtuvo leche de soya a partir del método Illinois (Diagrama de flujo 1). Se hizo los siguientes análisis por duplicado : a) Cantidad de sólidos totales con 10 gr de muestra en balanza para determinar humedad Ohaus , b) Porcentaje de grasa, con método Babcock (24), c) Cantidad de proteína, método Bradford (1). Y análisis sensorial con 12 panelistas, utilizando la prueba de preferencia, escala hedónica de 9 puntos (32), ver figura 14.

Este procedimiento se hizo por triplicado y a los resultados (Tabla 1) se le aplicó la prueba estadística de ANDEVA (21, 28) para ver si existe diferencia significativa entre las variedades de soya.

(8) ENCONTRAR METODO QUE MEJORE LA ACEPTABILIDAD DE LA LECHE DE SOYA

Basándose en el método Illinois (Diagrama de flujo 1) y con la variedad Cristalina. Se experimentó con tres variantes para observar si se mejoraba el sabor de la leche de soya.

1. Prueba con malta (Hidrólisis de carbohidratos por medio de la enzima amilasa)

Para escoger cuál era el porcentaje de malta a agregar más adecuado, se probó con: 0.1 % , 0.2 % y 0.3 % , siguiendo el procedimiento mostrado en el diagrama de flujo 2 . Una vez que se encontró el porcentaje adecuado, se hizo la prueba de preferencia por triplicado, con 16 panelistas, adultos no entrenados (Figura 14) en cada prueba. Para evitar preferencia por el orden de las muestras, la leche de soya sin tratamiento se dio a 24 panelistas como primera muestra, al igual que la leche de soya tratada con malta.

2. Prueba con papaína (Hidrólisis de la proteína en la leche de soya con papaína)

Se produjo dos lotes de leche de soya. Al lote A, se añadió papaína después de haber hervido y enfriado la leche, destruyendo la actividad enzimática después de 12 horas de hidrólisis a temperatura ambiente. En cambio al lote B se le agregó papaína sin haber hervido la leche producida. Siempre se dejó las 12 horas de hidrólisis y se llevó a ebullición al final del proceso (Diagrama de flujo 3).

Finalmente se hizo prueba sensorial de tres muestras : Lote A, Lote B y leche de soya sin tratamiento ; con 12 panelistas y por triplicado, aplicando ANDEVA a los datos obtenidos.

Para observar si este tratamiento ayuda al problema de

la precipitación, se pesó las muestras a contrapeso, midiendo el volumen del líquido y el peso del precipitado seco.

3. Efecto de tratamiento ácido sobre la composición de la leche de soya

Se experimentó con varios métodos, variando el tipo de ácido, el pH de la precipitación de la proteína y el uso de amilasa. En todos estos métodos se procedió como en el diagrama de flujo 4. Por lo que se mencionará brevemente los cambios en cada etapa.

1a) Utilizando ácido clorhídrico al 10 %, se agregó aproximadamente 8.5 ml de esto en 300 ml de leche de soya para llevarlo a pH 4.5. Luego a pH 6.8 con hidróxido de sodio al 30% (= 12.5 ml).

1b) Al lote de leche 1a, se le añadió 0.2 % de amilasa, dejando que la reacción enzimática ocurra en 24 horas, a temperatura de refrigeración.

2a) Con HCl, se llevó a leche de soya a pH 5.5 y nuevamente a su pH original.

2b) Al lote 2a, se le agregó amilasa al 0.2 %, siguiendo la metodología ya mencionada.

3a) Se añadió ácido cítrico al 35 % para llevar la leche a pH 4.5 y después a pH 6.8 con NaOH al 30 %.

3b) Al lote de leche 3a, se le agregó 0.2 % de amilasa.

4a) La leche de soya se llevó a pH 5.5 con ácido cítrico al 35 % y luego a pH 6.8.

4b. Al lote de leche 4a, se le añadió 0.1 % de azúcares.

Todas las pruebas se sometieron a un análisis sensorial para escoger, entre todos los métodos, cuál era el de sabor más aceptable.

Después se escogió la leche del lote (1a) para someterle diálisis con membrana semipermeable, durante 2 horas e intercambiando el agua 2 veces.

Finalmente se hizo prueba sensorial con 12 panelistas, por triplicado. Aplicando ANDEVA para encontrar diferencia significativa entre muestra sin tratamiento y muestra (1a) después del diálisis.

(C) EXTENSION DE LECHE DE VACA CON LECHE DE SOYA

La leche de vaca se obtuvo a partir de leche en polvo, preparándose como se indica en las instrucciones del paquete (130 gr de leche en polvo para hacer 1 lit de leche), pasteurizándolo a 82°C por 15 minutos. Y la leche de soya se preparó con la variedad Cristalina, por medio del método Illinois (Diagrama de flujo 1).

Se preparó cuatro muestras a partir de estas leches (Diagrama de flujo 5), siendo una de leche de vaca (100 %), mezcla de 10% y de 20% de leche de soya, y leche de soya sin mezclar. Todas las muestras pasaron por los mismos tipos de pruebas, que se hizo por triplicado.

En el análisis químico se obtuvo el contenido de proteína con el método Bradford (2) ; porcentaje de grasa

por método gravimétrico y 24 h. cantidad de sólidos totales con balanza óptica para determinar humedad y análisis de pH con potenciómetro. Todos los muestreos se hicieron por duplicado.

En el análisis de costo, se pueden observar los factores que se tomaron en cuenta para el costo de la leche de cova y la leche de vaca.

Para el análisis sensorial, nuevamente se usó la escala hedónica de 5 puntos (Figura 14). Dando las cuatro muestras en un orden al azar a 12 panelistas adultos no entrenados.

Para la vida de anaquel, se colocó aproximadamente 10 ml de muestra en tubo de ensayo previamente esterilizado. Como punto de referencia para determinar la pérdida de calidad del producto, se tomó el pH y se hizo análisis sensorial. Se estudiaron las muestras bajo tres diferentes temperaturas: 1) a 32 °C por 16 horas, 2) a temperatura ambiente (aproximadamente 22 °C), a las 24 horas y 48 horas, y 3) a temperatura de refrigeración (aprox 10 °C), cada 24 horas, hasta que las muestras mostraran pérdida de calidad. El sabor amargo y el pH mínimo de 6.4 fueron los límites para la aceptación del producto.

Finalmente se aplicó ANDEVA a los datos del análisis químico y sensorial para encontrar si existe diferencia significativa entre las muestras; se compararon los costos y la vida de anaquel de las cuatro muestras.

V. ANALISIS ESTADISTICO

Los datos obtenidos fueron analizados mediante los siguientes métodos estadísticos :

A) Rechazo de datos sospechosos

El método consistió en calcular la divergencia entre los resultados más altos y más bajos de la serie. Se dividió esta por la diferencia entre el resultado dudoso y su vecino más próximo para obtener el cociente Q. Luego se comparó el valor Q con el valor de Q crítico apropiado. Si el valor de Q era mayor que el de Q crítico se rechazaba el dato sospechoso (35).

B) Cálculo de la desviación estándar :

Por medio de la ecuación $s = \sqrt{\sum(X_i - m)^2 / (N - 1)}$, donde s = desviación estándar ; X_i = medida i de la serie de medidas ; m = media de la serie ; N = número total de medidas (35).

C) Regresión lineal :

El método Bradford, para la medición de proteína verdadera, es necesario aplicarlo en la regresión lineal a la curva de referencia, la cual consiste en una solución de proteína de concentración conocida. A partir de esta ecuación y con las correspondientes lecturas de la densidad

antes obtenida y cada muestra descrita en el se calcula el valor de la concentración de proteína en la muestra.

D) Análisis de Varianza :

El método aplicado se usó para encontrar si existe diferencia significativa entre las muestras de leche de soya. El objetivo de esta prueba es identificar variables independientes importantes en un estudio y determinar cómo interactúan y afectan a la respuesta. Si la estimación para la variable independiente es significativamente mayor, la prueba F rechazará la hipótesis de que la variable independiente no tiene efecto y generará evidencia que indique una relación con la respuesta. El nivel de significación utilizado fue de $\alpha = 0.05$. El tipo de análisis que se usó fue el análisis de varianza para un diseño completamente aleatorio (45).

E) Prueba de Duncan :

Después que el ANDEVA haya indicado una diferencia significativa entre las muestras, para determinar cuál muestra difiere significativamente de otra, es necesario aplicar una prueba de comparación múltiple. Esta prueba compara las diferencias entre todas las pares de medias al calcular los valores de rango para cada par. Si la diferencia entre las medias es mayor que el valor del rango calculado, las medias son significativamente diferente al nivel de significación escogido (34).

VI. ANALISIS DE COSTO

1) Leche de Vaca en polvo :

1 paquete de 1kg gr = Q 42.30

Cada 150 gr rinde 1 litro de leche fluida

Por lo tanto, para 1 Litro = Q 3.05

2) Leche de Soya :

Para 1 litro

soya = Q 0.75 / lb	333.33 g =	Q 0.5511
NaHCO3 = Q 1.14 / lb	5.00 g =	Q 0.0126
Tela manta = Q 3.80 / yd	1/16 yd =	Q 0.2375
Electricidad = Q 0.47 KW/h	0.4kW x 8min =	Q 0.0250
	1.25KW x 25min =	Q 0.2450
Agua = Q 1.50 / m ³	6 lt =	Q 0.0090
		Total = Q 1.0800

Mano de obra : 10 % del total

Por lo que el costo por 1 litro de leche de Soya es de :

Q 1.19 /Lt

RESULTADO :

1) Leche de vaca (100 %)	= Q 3.05 / Lt
2) Leche de vaca (90%) : Q 2.745	
Leche de Soya (10%) : Q 0.119	= Q 2.86 / Lt
3) Leche de vaca (80%) : Q 2.440	
Leche de Soya (20%) : Q 0.238	= Q 2.68 / Lt
4) Leche de Soya (100%)	= Q 1.19 /lt



VII. RESULTADOS Y DISCUSIONES

(A) Comparación entre las leches de seis variedades de SOYA

En la tabla 1, se muestra el promedio de los datos de la comparación en las leches de 6 variedades de soya con su desviación estándar. A partir de esta tabla se puede observar lo siguiente :

* Después de 12 horas de remojo a temperatura ambiente, las variedades de soya ganaron aproximadamente 2.4 veces su peso original. El blanqueado durante 15 minutos no aumentó el peso de la soya en una forma significativa.

Al aplicar la prueba estadística del Análisis de Varianza (ANDEVA) a los resultados del porcentaje de sólidos totales en la leche de soya obtenida en cada variedad, los resultados indicaron que hubo diferencia significativa entre las variedades ($F = 80.27 > F_{\alpha} = 2.53$). Siendo éste en orden descendente, la variedad Cristalina ($8.70 \pm 0.27 \%$), AGS-192 ($7.45 \pm 0.22 \%$), Adelpia ($6.48 \pm 0.17 \%$), Hutton ($6.45 \pm 0.24 \%$), Lee-68 ($6.35 \pm 0.30 \%$) y AGS-190 ($6.33 \pm 0.32 \%$).

* El porcentaje de grasa en las leches de las seis variedades también mostraron diferencia significativa entre las muestras ($F = 206.84 > F_{\alpha} = 2.53$). Siendo la variedad Cristalina ($2.47 \pm 0.12 \%$) la de mayor porcentaje de

grasa, seguido por ABS-170 (1.87 ± 0.22 %), Hutton (1.40 ± 0.14 %), Lee-68 (1.36 ± 0.10 %), Adelpia (1.32 ± 0.12 %), y por último ABS-192 con 1.30 ± 0.24 %.

* El rendimiento de leche de las variedades de soya se obtuvo aplicando la siguiente fórmula :

$$\frac{(\text{Vol de leche extraído} \times \% \text{ S. T. en leche})}{(\text{Vol de leche extraído} \times \% \text{ S. T. en leche}) + \text{Peso seco (Okara)}} \times 100$$

Habiendo diferencia significativa con una $F = 30.93 > F_{\alpha} = 3.11$. La variedad Cristalina fue la de mayor rendimiento (36.49 ± 0.67), luego la variedad ABS-192 (34.93 ± 2.00), seguido de ABS-190 con 26.60 ± 3.62 , Adelpia con 25.20 ± 0.53, Hutton con rendimiento de 24.55 ± 0.51 , y de último Lee-68 (21.07 ± 1.28). Los rendimientos de okara fueron menores lógicamente en las variedades que produjeron la mayor concentración de sólidos. Este subproducto es de interés si se llegara a establecer una industria productora de leche de soya, como un suplemento proteínico.

* La cantidad de proteína fue lo único que no demostró diferencia significativa entre las leches de las variedades de soya ($F = 1.45 < F_{\alpha} = 3.11$). Las muestras de leche de soya contienen un promedio de 5.96 % de proteína. Este porcentaje puede estar un poco más alto de la que se encuentra en la literatura, posiblemente debido a que las muestras fueron analizadas antes de la pasteurización de la leche de soya.

* Por último, el análisis sensorial también demostró dife-

rendía significativa entre las muestras de leche de las diferentes variedades de soya. El puntaje para cada clasificación se dio desde 1 punto para "disgusta muchísimo", aumentando hasta 9 puntos para "gusta muchísimo" (Figura 14). La variedad Adelpbia fue la más gustada con una media de 6.29, la Hutton y Lee-68 gustaron igual (6.19) ; ABS-190 (5.97) gustó en tercer lugar, y ABS-192 (5.53) fue más aceptada que la variedad Cristalina, con un promedio de 5.34 puntos.

Varios factores pudieron influir sobre los resultados de los porcentajes de sólidos totales, al igual que el rendimiento. Uno pudo ser la dificultad de ejercer la misma presión al filtrar la leche de soya a través de la tela ganta. Por lo que fue difícil llevar a la misma humedad el okara de todas las muestras.

Otro factor pudo haber sido la edad de los granos que, con excepción de la variedad Cristalina, habían estado almacenados por aproximadamente 4 años. Aunque estos granos se encontraban en muy buenas condiciones, puede ser que el almacenamiento afecte la extracción de sólidos y de la grasa. En donde pudo haber afectado mayormente fue en la prueba sensorial, por el efecto de la enzima lipoxigenasa. Sin embargo es de interés indicar que la prueba sensorial dio mejor puntaje en las muestras almacenadas que la de cosecha reciente.

Es curioso que la concentración de proteína no haya

disminuido en las muestras almacenadas, comparado con la variedad Cristalina. A partir de esto se podría pensar que los diferentes tipos de proteínas presente en la leche de soya, podría disminuir o aumentar su solubilidad según el tiempo de almacenamiento. Probablemente la lipoxigenasa disminuye su solubilidad, por lo que la leche tiene una mayor aceptabilidad. Sería de interés confirmar este hallazgo en más detalle y buscar métodos de almacenamiento acelerado o añejamiento, con el fin de conocer si el sabor de la leche de soya mejora su aceptabilidad.

El método utilizado para la medición de proteína fue el de Bradford, el cual determina la proteína verdadera y se basa en la unión del colorante azul brillante Coomassie con la proteína. Provocando un cambio en la máxima absorción del colorante de 465 a 595 nm. Fue necesario hacer una curva de referencia con albúmina sérica para obtener la ecuación de la regresión lineal y así, poder calcular la concentración desconocida de proteína en las muestras, obteniendo una buena correlación de 0.9986, por lo que si se puede pensar que estos resultados son confiables.

En las pruebas sensoriales se pudo observar que la mayoría de las personas encuestadas desconocen de la existencia y de los beneficios de la leche de soya, exceptuando los vegetarianos, las personas que no toleran la leche de vaca, y los que la utilizan como fuente de proteína. Pero lo más problemático es que la mayoría no

más acostumbrada al sabor del fruto de soya.

De acuerdo a los análisis químicos de las leches de soya, la variedad Cristalina es la más apropiada para producir leche y utilizarla en la extensión de la leche de vaca, ya que su contenido de grasa fue 2.47 % y de sólidos totales de 8.70 % en la leche. Estos valores se comparan favorablemente con la leche de vaca que debe tener un contenido de grasa > 3 % y sólidos totales de 11.5 %. Como se indica anteriormente, más que un efecto de las variedades, esto podría haber sido influenciado por el tiempo de almacenamiento.

En resumen, los resultados de la primera fase indicaron que desde el punto de vista químico y de rendimiento de la leche de soya, la variedad más adecuada fue la Cristalina. Desde el punto de vista sensorial, la leche de la variedad Adelfia fue la mejor. Sin embargo, debido a la falta de muestra de la variedad Adelfia, la segunda y tercera parte del estudio se tuvo que hacer con la variedad Cristalina, que es la más cultivada en Guatemala.

B) Experimento cuyo objetivo fue mejorar la aceptabilidad de la leche de soya

El objetivo de esta segunda parte de la tesis, fue encontrar una metodología que pudiera mejorar la aceptabilidad de la leche de soya, por lo que solamente se hizo análisis sensorial de las muestras.

3. Prueba con malta :

La malta fue utilizada pensando en la acción enzimática de la amilasa y de otras enzimas presentes en la malta sobre los carbohidratos de la leche de soya. Estas enzimas podrían romper los enlaces de algunos carbohidratos que contribuyen al sabor afrigoloso de la leche. Además por su sabor agradable, podría ayudar a disminuir el sabor de la leche de soya.

Para encontrar el porcentaje de malta más adecuado a utilizar, se experimentó con 0.1 %, 0.2 % y 0.3 % de malta en la leche. Ver diagrama de flujo 2. Con base en pruebas preliminares se eliminó el nivel de 0.1 % porque no se detectaba el cambio de sabor, y el nivel de 0.3 % porque ya se detectaba el sabor a malta. Aunque este sabor puede ser agradable, este nivel se descartó ya que el propósito en esta parte del estudio no fue agregar saborizante a la leche de soya. Por consiguiente, se consideró el nivel de 0.2 % el más apropiado.

Se observó que el efecto de la malta sobre la leche de soya fue la disminución de la viscosidad. Esto se esperaba debido a la acción enzimática que rompe las largas cadenas de carbohidratos.

Aunque se tenía buena expectativa sobre este tratamiento, el ANDEVA no demostró preferencia sobre la leche de soya tratada con malta (Tabla 2. IIA). Para que esta parte fuera más representativa se encuestó más personas. Pero la

mayor dificultad en estas pruebas por encontrar voluntarios para los análisis sensoriales; ya que tienen mal concepto de la leche de soya o nunca han escuchado sobre esta.

7. Prueba con papaína :

Esta prueba se llevó a cabo con el propósito de conocer si al hidrolizar las proteínas en la leche de soya, se podría mejorar el sabor de ésta. Se trabajó con dos métodos para observar cuál era más efectivo de acuerdo al diagrama de flujo 3. A un lote de leche (A) se le agregó papaína después de haber hervido la leche, con el propósito de hidrolizar las proteínas desnaturalizadas por la temperatura de cocción. Al lote B, se le añadió la papaína antes de la ebullición , para conocer si el efecto de la papaína sobre distinto tipo de proteína nativas podría resultar un mejor sabor de leche de soya.

Después de aplicar ANDEVA para la escala hedónica, tampoco demostró diferencia significativa entre lotes de leche A, B y sin tratamiento (ver Tabla 2. II B). En la prueba de la precipitación de sólidos, se vio la relación entre sólidos precipitados y volumen de líquido , después de la centrifugación. La prueba estadística no indica diferencia significativa entre la precipitación de las tres muestras de leche ($f = 6.5 < F_{\alpha} = 9.55$). Esto podría ser indicativo de que no se indujo hidrólisis por la adición de papaína.

3. Tratamiento de la Leche con Acido :

La proteína de soya tiene su punto isoelectrico entre pH 4.0 - 5.0 ; que comienza a disminuir despúes de este punto (ver Figura 1). El propósito del tratamiento ácido es de romper los enlaces peptídicos de las proteínas en la leche de soya. El grado de hidrólisis de proteínas es mucho mayor en este tratamiento que el uso de enzimas. El tratamiento se expone en el diagrama de flujo 4.

Al precipitar la proteína a pH 4.5 con Acido clorhídrico y llevarla despúes a su pH original con hidróxido de sodio, se formó una sal (NaCl). Por lo que fue necesario hacer muestras con otro tipo de ácido, bajar solamente hasta pH 5.5, y proceder con diálisis. También se aplicó amilasa para observar si éste ayudaba a mejorar el sabor.

Las pruebas sensoriales no fueron muy favorables. Al bajar el pH a 4.5, tanto con ácido clorhídrico, como con ácido cítrico se sintió el sabor salado y la aplicación de malta en estas muestras no se percibió. La precipitación de la proteína de soya a pH 5.5 con ácido clorhídrico y ácido cítrico disminuye la formación de sal; evitando así el sabor salado, pero las dos muestras tienen una consistencia espesa que es poco aceptable al paladar. El uso de malta tampoco cambia el sabor afrijolado.

Se experimentó con diálisis para remover la sal en la leche que se llevó a pH 4.5 con HCl, y luego a pH 6.8 con

Esto ya que la relación del sabor ácido permite percibir si realmente hay cambio de sabor en la leche de soya.

Los resultados del ANDEVA sobre el análisis sensorial de las muestras sin tratamiento y leche con tratamiento ácido y diálisis se muestran en la tabla 2. El C. Se puede observar que a pesar de haber realizado diálisis, la leche de soya tratada con ácido fue menos aceptada que la leche sin tratamiento. Esto puede ser debido a que la diálisis dejó la leche más acuosa y con menos cuerpo; además algunos panelistas comentan de un sabor amargo después de haber probado la leche.

Finalmente, lo que se pudo observar de todas estas muestras, es que la aplicación de ácido resulta en una leche más espesa, y después del tratamiento cambian a un sabor amargo fácilmente, en donde la leche de soya se vuelve inaceptable.

El problema que pudo influir en las pruebas sensoriales, es que los panelistas no tienen un paladar tan sensitivo o entrenado para detectar las mejoras o cambios de sabor en la leche de soya.

Probablemente, para que se pudiera diferenciar el sabor entre las muestras tratadas y no tratadas, hubiera sido mejor preparar las muestras a partir del proceso oriental tradicional (Figura 1), en lugar del método Illinois (Diagrama de Flujo 1), ya que el primer método produce una leche de soya con fuerte sabor afrijolado. Esto posiblemente

facilita la absorción si existe disolución del sabor afrijolado.

Utrero trató los otros además de las tres pruebas mencionadas anteriormente, también se experimentaron con otras modificaciones al método Illinois (Diagrama de Flujo).

Todas se descartaron inmediatamente por diversas razones :

* Se germinó grano de soya a temperatura ambiente por 48 horas, luego se produjo leche de soya por el método de Illinois. Esto se hizo para observar si el proceso de germinación cambia algunos compuestos responsables del sabor afrijolado en la leche a otro sabor más blando.

* Resultado : la leche obtenida tiene un fuerte sabor a grano germinado, la cual es más desagradable que la soya no germinada.

** Se experimentó con germinación anaeróbica del grano por 48 horas, a 32° F. Se pensó que el cambio de un metabolismo aeróbico a uno anaeróbico podría resultar en la producción de compuestos muy distintos al original.

** Resultado : Por ser un medio anaeróbico, la leche de soya aumenta de acidez. El sabor del grano germinado combinado con la acidez, resulta en una leche de sabor inaceptable.

*** El remojo de la soya, con un flujo continuo de agua. Para que el proceso de ósmosis de carbohidratos sea más eficiente.

*** Resultado : no se percibe diferencia alguna con la leche

no tratada.

**** Por último, se experimentó con una solución de remojo de soya que contenía 0.5 % de hidróxido de calcio. Ya que el efecto del calcio y el medio básico de remojo, puede ayudar a disminuir el sabor afrjolado.

**** Resultado = No hay mucho cambio de sabor entre muestra remojada con hidróxido de calcio y muestra remojada con bicarbonato de sodio.

C. Extensión de leche de vaca con leche de soya

En esta última parte, la leche de vaca utilizada fue leche en polvo. Ya que la leche fluida producida en Guatemala no tiene una calidad muy estandarizada, y por consiguiente se considera un pobre patrón de comparación. Se prepararon con la leche en polvo cuatro muestras con 0, 10, 20 y 100 % de leche de soya preparada de la variedad Cristalina por el método de Illinois (Diagrama de flujo 1).

A partir de los datos de la Tabla 3, se le aplicó ANDEVA y la prueba de Duncan. Este análisis dio los siguientes resultados :

* En la cantidad de Sólidos Totales se encontró diferencia significativa entre las cuatro muestras ($F = 28.64 > F_{\alpha} = 3.10$). Al aplicar la prueba de Duncan se observó que la leche del 0 % , 10 % , y 20 % no tienen diferencia significativa entre sus porcentajes de sólidos totales,

existiendo diferencia únicamente con la del 100 % de leche de vaca.

* Respecto del porcentaje de grasas, se rechazó la hipótesis nula que las cuatro muestras de leche son iguales ($F = 39 > F_{\alpha} = 3,10$). Las leches de 0 %, 10 % y 20 % de leche de soya son iguales, habiendo diferencia significativa solamente respecto de la leche de soya pura.

* Para el porcentaje de proteína en las leches, también mostraron diferencia significativa entre ellas ($F = 42,01 > F_{\alpha} = 4,07$). La prueba de Duncan demostró que no hay diferencia significativa entre las leches al 0 % y 10 %, pero sí hay diferencia respecto de las muestras del 20% y 100 %, y la del 20 % es significativamente diferente a la de 100 %. O sea que una sustitución al 20 % de leche de soya, ya disminuye el valor proteico de la leche de vaca. Al igual que en la primera parte, la determinación de la concentración de proteína desconocida, se obtuvo a partir de una curva de referencia con correlación de 0.9996.

* En la prueba sensorial se pudo analizar que sí existe diferencia significativa entre las muestras. Con una $F = 102,11 > F_{\alpha} = 2,69$. Al aplicar la prueba de Duncan, las leches de 0 % y 10 % gustaron igual; pero la leche del 20 % no gustó igual que las anteriores, y la del 100 % fue la menos aceptada.

En la tabla 4 se muestra los promedios de los pH en las cuatro muestras de leche. Tomadas bajo distintas condiciones

de tiempo y temperatura.

Todas las muestras tuvieron el mismo tratamiento de pasteurización. Por lo que deberían haber tenido el mismo comportamiento en los cambios de pH. No siendo así para las muestras de leche de soya al 100 % , a temperatura de incubación (32 °C) y a temperatura ambiente (22 °C), ya que los valores de pH fueron más bajos que los demás. Esto pudo ser debido al metabolismo de la leche de soya o por efecto de microorganismos.

Las muestras a temperatura de refrigeración (10 °C), tiene un periodo relativamente de larga de vida, sin alterar sus pH. Pero en la prueba sensorial se observó que las muestras que contiene leche de soya tiene un sabor afrijolado más fuerte conforme avanza el tiempo. Como ejemplo, se puede ver que al treceavo día los pH de las muestras son aceptables; pero las muestras que contiene leche de soya tienen un ligero sabor amargo y la leche de soya un sabor inaceptable al paladar.

De esta prueba podemos concluir que al mezclar leche de soya con leche de vaca, si existe una pequeña disminución de pH en las muestras que contiene esta primera y afecta el aspecto sensorial, debido a que el sabor afrijolado en la leche de soya es más pronunciado a medida que aumenta el tiempo de almacenamiento.

Para obtener el costo de la leche de soya se tomaron en cuenta el precio de la soya, bicarbonato de sodio, tela

menta, electricidad, agua, y mano de obra (ver Análisis de costos). Con base en estos datos se obtuvo una leche de soja a Q 1.19 / litro, que es significativamente inferior comparado con el precio de la leche en polvo que es de Q 3.05 / lit. Probablemente una producción a nivel industrial bajaría bastante el costo de la leche de soja. Por la disminución de precio al comprar la materia prima a mayor volumen, el uso de maquinaria para disminuir mano de obra y mejorar la eficiencia, el uso de vapor como fuente de energía eléctrica y el aprovechamiento del Okara en otros productos alimenticios. En la tabla 3, se puede observar la diferencia de precios al sustituir únicamente 10 % y 20 % de leche de soja. Por lo que si es justificable la extensión de leche de vaca con leche de soja. Ya sea para bajar los costos y / o aumentar el abasto de la primera.

A partir de los resultados del ANDEVA y la prueba de Duncan sobre todos los datos de la extensión de la leche, podemos observar que la sustitución de 10 % de leche de soja no afecta a la composición de la leche de vaca en sus aspectos nutricionales, ni de sabor y disminuye su costo por Q 0.19 en cada litro.

En cuanto a la sustitución por un 20 % de leche de soja, ésta altera la leche de vaca en su aspecto de sabor y contenido proteico, no afectando así su contenido de sólidos totales, ni grasa; y aumenta la disminución de costo a Q 0.37 por litro. Aquí se puede ver que el aspecto sensorial

se podría mejorar usando un tipo con el mismo sabor a frijol, como es la variedad Admirador, la cual tuvo la mejor aceptación sensorial en la primera etapa del estudio. De esta manera probablemente esta sustitución no sería detectada.

Por último, se observó un gran rechazo de la leche de soya al pasar las cuatro muestras de leche al mismo tiempo y al azar. Ya que como se vio anteriormente, las personas comparan el sabor de la leche de vaca con la de soya.

Como información de interés, el cuadro 6 muestra la composición y el contenido nutricional del Okara y de la leche de soya. Se puede ver que este subproducto sigue siendo rico en proteína, grasa y algunos minerales, comparado con la leche. Por lo que se puede pensar en el aprovechamiento de este subproducto para bajar más el costo de la leche de soya. El Okara se ha usado convencionalmente como alimento para animales. Por su buen contenido de nutrientes se debería de usar mayormente en la dieta humana, como es en la panificación, productos cárnicos y otros productos lácteos.



VIII. CONCLUSIONES

- A) Existe diferencia significativa entre las leches de las seis variedades de soya, respecto de su contenido de grasa, sólidos totales, rendimiento y análisis sensorial.
- B) No hay diferencia significativa entre las leches de las variedades de soya, sobre sus contenido de proteína.
- C) Entre las seis variedades de leche de soya, la { Adelpia } fue la más aceptada en la prueba sensorial.
- D) La mayoría de las personas encuestadas desconocen la leche de soya y sus beneficios, excepto los vegetarianos, intolerantes a la lactosa, y los que la utilizan como fuente de proteína.
- E) La leche de soya tratada con malta y sin malta, no demostró diferencia significativa en la prueba sensorial.
- F) El uso de papaína no ayudó al problema de precipitación de los sólidos de la leche de soya, y tampoco mejoró su sabor.
- G) La leche de soya con tratamiento ácido y diálisis, tuvo menos aceptabilidad que la leche sin tratamiento.

11) Es posible la explotación de las lavas de la zona de la zona de la zona ya que se cambia su composición química, no su sabor y disminuye el costo de la primera por B 0.19 / litro.

IX. RECOMENDACIONES

A) Ampliar el estudio de selección de variedades de soya con el fin de saber si existe alguna variedad de soya.

B) Incrementar el tiempo de crecimiento acelerado del grano de soya para observar si este efecto mejora el sabor de la leche de soya.

C) Si el método anterior fuera reproducible o fuera comprobado sería conveniente profundizar en los aspectos químicos y bioquímicos del proceso.

D) Aplicar los tratamientos enzimáticos al grano de soya antes de extraer la leche.

E) Ampliar estudios sobre los efectos de adición de malta o el equivalente a amilasa sobre el sabor de la leche de soya.

F) En vista que la leche de soya no es un alimento común en Guatemala y por las dificultades que se encontraron en las pruebas sensoriales, se considera conveniente en futuros estudios utilizar panelistas entrenados y no entrenados para una mejor selección de las leches de soya.



X. BIBLIOGRAFIA

- 1) Bradford, M. " A rapid and sensitive method for
1976 quantitation of microgram quantities of pro-
tein utilizing the principle of protein-dye
binding ". **Analitical Biochemistry**, 72:248-54.
- 2) Bressani, R. " The role of soybeans in food systems ".
1981 **JAOCS**, 58 : 392 - 400.
- 3) Buckle de, T.S. " Restrictions on using soya proteins in
1981 food in latin America and the world ". **JAOCS**,
58 : 433 - 438.
- 4) Sufra, A. **Enzyme - treated weaning food mixtures**. United
1969 nations children' s fund, European Office,
Paris. pp 109 - 111.
- 5) Charley, H. **Tecnología de Alimentos**. México, Editorial
1989 Limusa, S.A. de C. V. pp 11 - 43.
- 6) Chen, S. **Principios de la producción de leche de soya**.
1986 México, Asoc. Americana de soya. HN # 38. 27pp
- 7) Dehesa, S. & V. Braverman. **Manual sobre usos de la soya**
1984 en panificación. México, Asociación Americana
de soya. 38 pp.

- 8) Del Valle, F. " Nutritional qualities of soya protein as
1981 affected by processing ". **JAOCS**. 58 : 417- 28.
- 9) Desrosier, N. **Elementos de tecnología de alimentos**.
1987 México, Editorial Limusa. S.A. de C.V. pp 15 -
29.
- 10) Egan, H. ; R. Kirk, R. Sawyer. **Análisis Químico de**
1988 **Alimentos de Pearson**. 3ra ed. México, Compañía
editorial Continental. S. A. pp 443 - 461.
- 11) Erdman, J. " El valor nutritivo de la proteína del haba
1990 de soya ". **Ibérica**. Marzo, pp 58 - 62.
- 12) Erdman, J. & E. Fordyce. **Los productos de soya y la**
dieta humana. México. Asociación Americana de
soya. Cat No. 53.
- 13) Erdman, J. & K. Weingartner. " Nutritional aspects of
1981 fiber in soya products". **JAOCS**. 58 : 511 - 4.
- 14) Furia, T. **Handbook of food additives**. 2da. ed. Vol I.
1981 Boca Raton, Florida, CRC Press. pp 50 - 51.
- 15) Galindo, M. et al.,. **Situación alimentaria nutricional de**
1991 **Guatemala**. Oficina Panamericana de la Salud --
OPS. Instituto de Nutrición de Centroamérica y
Panamá -INCAP. 28 pp.

- 16) Gamble, W. Evaluación de 20 variedades de soya (*Glycine*
1972 *max* , L). En el departamento de
Chimaltenango. Universidad de San Carlos de
Guatemala. Facultad de Agronomía. pp 4 - 7.
- 17) Gil Spillari, A. " Producción de soya en Guatemala ",
1972 **Primer congreso de industria de alimentos -**
AGTA ' 92. Asociación Americana de productores
de soya en Guatemala. 6 pp.
- 18) Golbitz, P. " La leche de soya como base para la
1972 elaboración de análogos lácteos ". **Primer**
congreso de industria de alimentos - AGTA 92.
- 19) Golbitz, P. " La soya y su utilización en la elaboración
1990 de quesos y productos similares ". **Tercer**
seminario de los usos de la proteína de soya
en los productos lácteos. México. pp 21 - 23.
- 20) Harrison, J. " What is holding up the introduction of
1981 soya into the human diet in latin America? ".
JADCS. 58 : 443 - 446.
- 21) Mendehall, W. ; R. Scheaffer, D. Wackerly. Estadística
1986 **Matemática con aplicaciones.** México. Grupo
editorial Iberoamérica, S. A. de C. V. pp 507
536 : 700 - 709.

- 22) Nelson, R. ; H. Steinberg , G. Wall. " Illinois process 1976 for preparation of evamilk ". **Journal of food Science.** (41) 57 ; 61.
- 23) Normas de Coqueador. 34 041 : 89. Leche de vaca, Pasteurizada, homogenizada o no.
- 24) **Official Methods of Analysis of the Association of 1984 Official Analytical Chemists.** Edited by S. Williams. Published by the AOAC, Inc. U.S.A. pp 285.
- 25) Pelczar, M. ; R. Reid , E. Chan. **Microbiologia.** 4ta ed. 1989 México, Mc Graw - Hill. pp 723- 729.
- 26) Revilla, A. **Tecnología de la leche.** 2da ed. San José, 1982 Costa Rica, Instituto Interamericano de cooperación para la agricultura. pp 7 - 48.
- 27) Sipos, E. **Usos comestibles de la proteína de soya.** México, Asociación Americana de soya. Cat No.52.
- 28) Skoog, D. & D. West. **Fundamentos de química analítica.** 1981 España, editorial Reverté, S.A. pp 39 - 70.
- 29) Smith, A. & S. Circle. **Soybeans : Chemistry and 1972 Technology.** Vol 1. Proteins. Connecticut, The AVI publishing company, Inc. 470 pp.

- 30) Torón, B. " Soybeans and soy products in the feeding of
1981 children". *JAOCS*, 58 : 460 - 64.
- 31) Torón, B. ; F. Viteri, V. Young. " Nutricional role of
1981 soya protein for humans ". *JAOCS*. 58 : 400 -
406.
- 32) Watts, B. et al.,. **Basic sensory methods for food
1988 evaluation**. Ottawa, The international
development research center. 144 pp.
- 33) Wilson, J. " La industrialización de los productos
1970 similares a la leche a partir de la extracción
acuosa de la soya ". **Tercer seminario de los
usos de la proteína de soya en los productos
lácteos**. México. pp 14 - 20.
- 34) Wiseman, A. **Handbook of enzyme biotechnology**. 2nd ed.
New York, John Wiley & Sons. pp 355 - 356.
- 35) Wolf, W. **Proteínas comestibles de la soya y sus usos**.
México, Asociación Americana de Soya. H.N. #5.
- 36) Young, L. **Productos proteicos de soya en alimentos
cárnicos y lácteos procesados**. México,
Asociación Americana de Soya. H. N. # 37.



APENDICE A

CUADROS



CUADRO 1

PRODUCCION DE SOYA EN GUATEMALA. (Años de 1983-84 a 1990-91)

AÑO	AREA Mz.	PRODUCCION qq	RENDIMIENTO qq/Mz.
1983-84	1,200	34,200	28.50
1984-85	4,300	137,600	32.00
1985-86	8,780	307,300	35.00
1986-87	11,200	406,800	36.50
1986-87	16,500	635,085	38.50
1987-88	19,300	966,351	50.10
1988-89	13,750	550,000	40.00
1989-90	16,575	663,000	40.00
1990-91 (*)	22,500	1,017,000	45.20
1991-92 (*)	23,500	995,600	42.50

FUENTE: ESTUDIO SOBRE EL POTENCIAL Y USO DE LA SOYA EN GUATEMALA.
USPRODA. NUSA. (*) Asociación de Productores de Soya de Guatemala. (12)

CUADRO 2.

CRITERIOS PARA LA LECTURA DE SOYA DE BUENA CALIDAD

FACTOR	CRITERIO
Sabor a frijol	Ninguno
Sensación bucal	Suave
Consistencia	Buena
Factores Antinutricionales	Eliminados
Calificación de sabor	Alto
Periodo de Utilización	Larga
Rendimiento	Alto
Soya Utilizada	Regular
Costo de equipo	Bajo

Tomado de (6).

CUADRO 3.

AMINOCIDOS ESSENCIALES EN LA PROTEINA DE SOYA
Y OTROS ALIMENTOS (Mg / g N)

AMINOCIDU	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
Cistina	111	81	79	57
Metionina	84	116	155	156
Treonina	246	249	276	294
Triptófano	86	38	73	90
Valina	328	319	347	438

Tomado de (2).

CUADRO 4.

CONTENIDO DE VITAMINAS Y MINERALES DE LA LECHE DE SOYA,
COMPARADO CON INGESTION DIARIA RECOMENDADA

VITAMINAS	INGESTION RECOMENDADA (Mg / día)	LECHE DE SOYA (Mg / Lt)
A	0.8	50 I.U.
B 1	1.2	0.6
B 2	1.8	0.5
B 12	0.05	0
Niacina	15.0	5.0
C	70.0	5.0
D	0.002	0
MINERALES		
Calcio	500	100.0
Hierro	2	5.7
Fósforo		570.0

Tomado de : STS " Soymilk " 1984 (6).

CUADRO 5.

COMPOSICION DE LECHE DE SOYA Y LECHE DE VACA

COMPONENTE / 100 g	LECHE DE	
	SOYA	VACA
Calorías	44	59
Agua (gr)	90.8	88.6
Proteína	3.6	2.9
Grasa	2.0	3.3
Carbohidratos	2.9	4.5
Ceniza	0.5	0.7
MINERALES (mg)		
Calcio	15	100
Fósforo	49	90
Sodio	2	36
Hierro	1.2	0.1
VITAMINAS (mg)		
Tiamina (B 1)	0.03	0.04
Riboflavina (B 2)	0.02	0.15
Niacina	0.50	0.20
Acidos grasos saturados (%)	40 - 48	60 - 70
Acidos grasos insaturados (%)	52 - 60	30 - 40
Colesterol (mg)	0	9.24 - 9.90

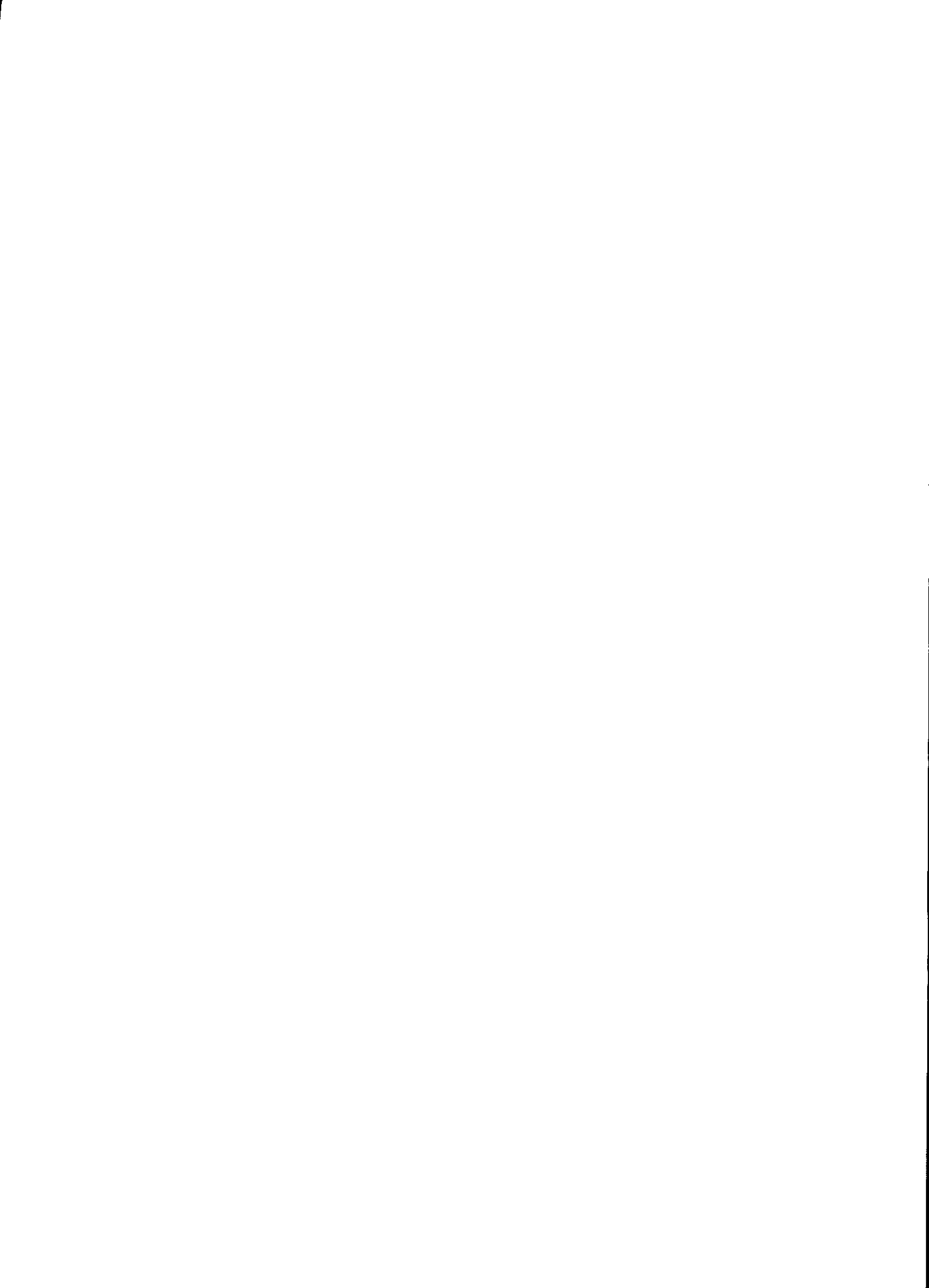
Fuente : cuadro estandar de composición alimentaria (Japón) (4).

PRODUCTOS DE SOYA - Composición y Contenido Nutricional

Proximate Composition and Selected Nutrient Content of Various Soyfoods in 100 g. Edible Portions*

SOYFOOD	Water g	Kcal	Protein (N X 5.71) g	Fat g	Carbo- hydrate g	Crude Fiber g	Calcium mg	Iron mg	Zinc mg	Thiamin mg	Riboflavin mg	Niacin mg	Vitamin B6 mg	Folate mcg
MISO	41.5	206	11.8	6.1	28.0	2.5	66	2.74	3.32	0.10	0.25	0.86	0.22	33.0
NATTO	55.0	212	17.7	11.0	14.4	1.6	217	8.60	3.03	0.16	0.19	0.00	n/a	n/a
SOY FLOUR, Dehulled	7.3	329	47.0	1.2	38.4	4.3	241	9.24	2.46	0.70	0.25	2.61	0.57	305.4
SOY FLOUR, Full-fat, raw	5.2	436	34.5	20.6	35.2	4.7	206	6.37	3.92	0.58	1.16	4.32	0.46	345.0
SOY FLOUR, Full-fat, roasted	3.8	441	34.8	21.9	33.7	2.2	188	5.82	3.58	0.41	0.94	3.29	0.35	227.4
SOY FLOUR, Low-fat	2.7	326	46.5	6.7	38.0	4.2	188	5.99	1.18	0.38	0.29	2.16	0.52	410.0
SOY MEAL, Dehulled, raw	6.9	339	45.0	2.4	40.1	5.8	244	13.70	5.06	0.69	0.25	2.59	0.57	302.6
SOY PROTEIN CONCENTRATE	5.8	332	58.1	0.5	31.2	3.8	363	10.78	4.40	0.32	0.14	0.72	0.13	340.0
SOY PROTEIN ISOLATE	5.0	338	80.7	3.4	7.4	0.3	178	14.50	4.03	0.18	0.10	1.44	n/a	176.0
SOY SAUCE, from HVP	75.7	41	2.4	0.1	7.7	0.0	5	1.49	0.31	0.04	0.11	2.83	0.14	13.0
SOY SAUCE, from soy (tamari)	65.0	60	10.5	0.1	5.6	0.0	20	2.38	0.43	0.06	0.15	3.95	0.20	18.2
SOY SAUCE, from soy and wheat (shoyu)	71.1	53	5.2	0.1	8.5	0.0	17	2.02	0.37	0.05	0.13	3.36	0.17	15.5
SOYBEANS, Cooked, boiled	82.6	173	16.6	9.0	9.9	2.0	102	5.14	1.15	0.16	0.29	0.40	0.23	53.8
SOYBEANS, Dry-roasted	0.8	450	39.6	21.6	32.7	5.4	270	3.95	4.77	0.43	0.76	1.06	0.23	204.6
SOYBEANS, Raw	8.5	416	36.5	19.9	30.2	5.0	277	15.70	4.89	0.87	0.87	1.82	0.38	375.1
SOYBEANS, Roasted	2.0	474	35.2	25.4	33.6	4.6	138	3.90	3.14	0.10	0.15	1.41	0.21	211.0
SOY MILK, Full-fat, raw	90.3	33	2.8	1.9	1.9	1.1	4	0.58	0.23	0.16	0.07	0.15	0.04	1.5
TEMPEH	55.0	199	19.0	7.7	17.0	3.0	93	2.26	1.81	0.13	0.11	4.63	0.30	52.0
TOFU, Raw, firm	69.8	145	15.8	8.7	4.3	0.2	205	10.47	1.57	0.16	0.10	0.38	0.09	29.3
TOFU, Raw, regular	84.6	76	8.1	4.8	1.9	0.1	105	5.36	0.80	0.08	0.05	0.20	0.05	15.0

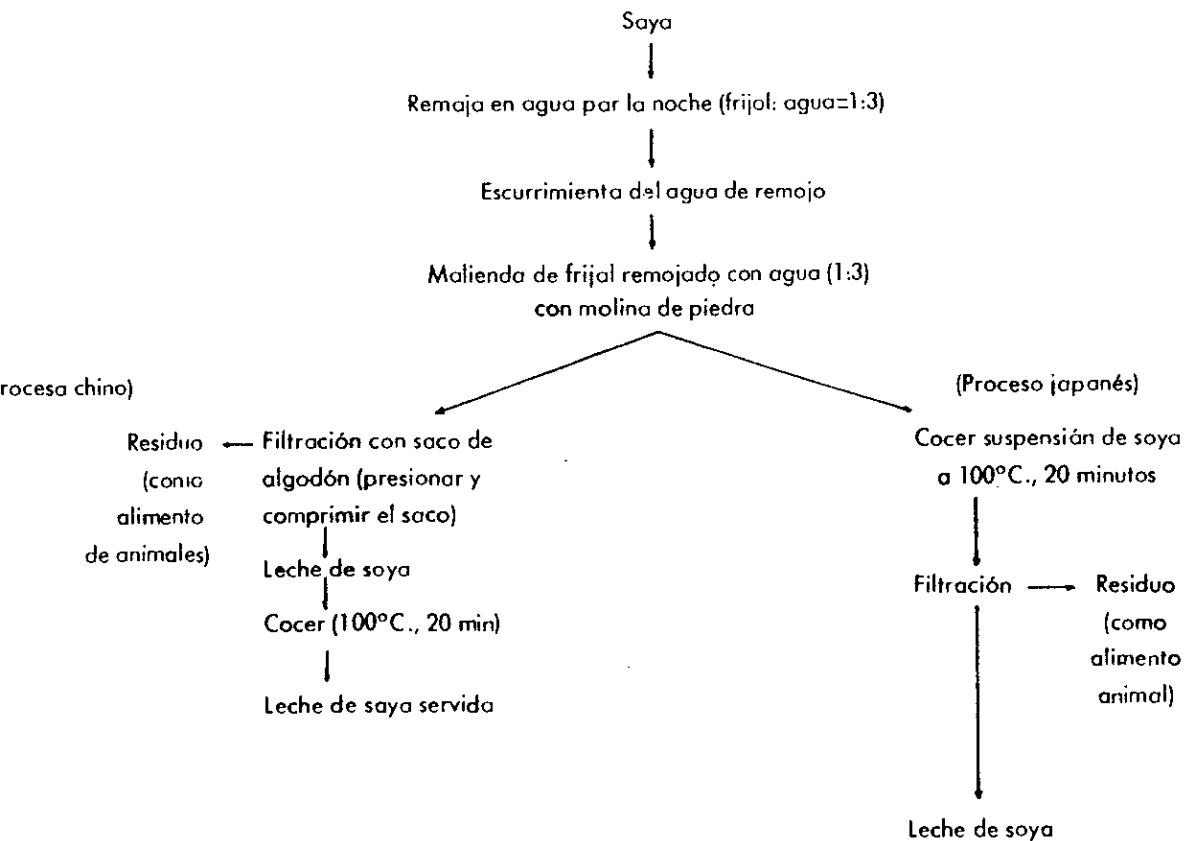
*Source: Composition of Foods: Legume and Legume Products United States Department of Agriculture, Human Nutrition Information Service, Agriculture Handbook Number 8-16, Revised December 1986. Please note that the proximate composition of soyfoods shown here may differ significantly from accepted industry standards. n/a = data not issued or available.



APENDICE B

F I G U R A S





Rendimiento leche de soya: 55% sólidos, 65% proteína.

Proceso chino: Filtrar suspensión soya, luego cocer sólo la leche soya (filtrar), se ahorra combustible.

Proceso japonés: Cocer suspensión de soya, luego filtrar para separa leche de soya y residuos.

Métodos tradicionales:

Ventajas: a. muy poca inversión

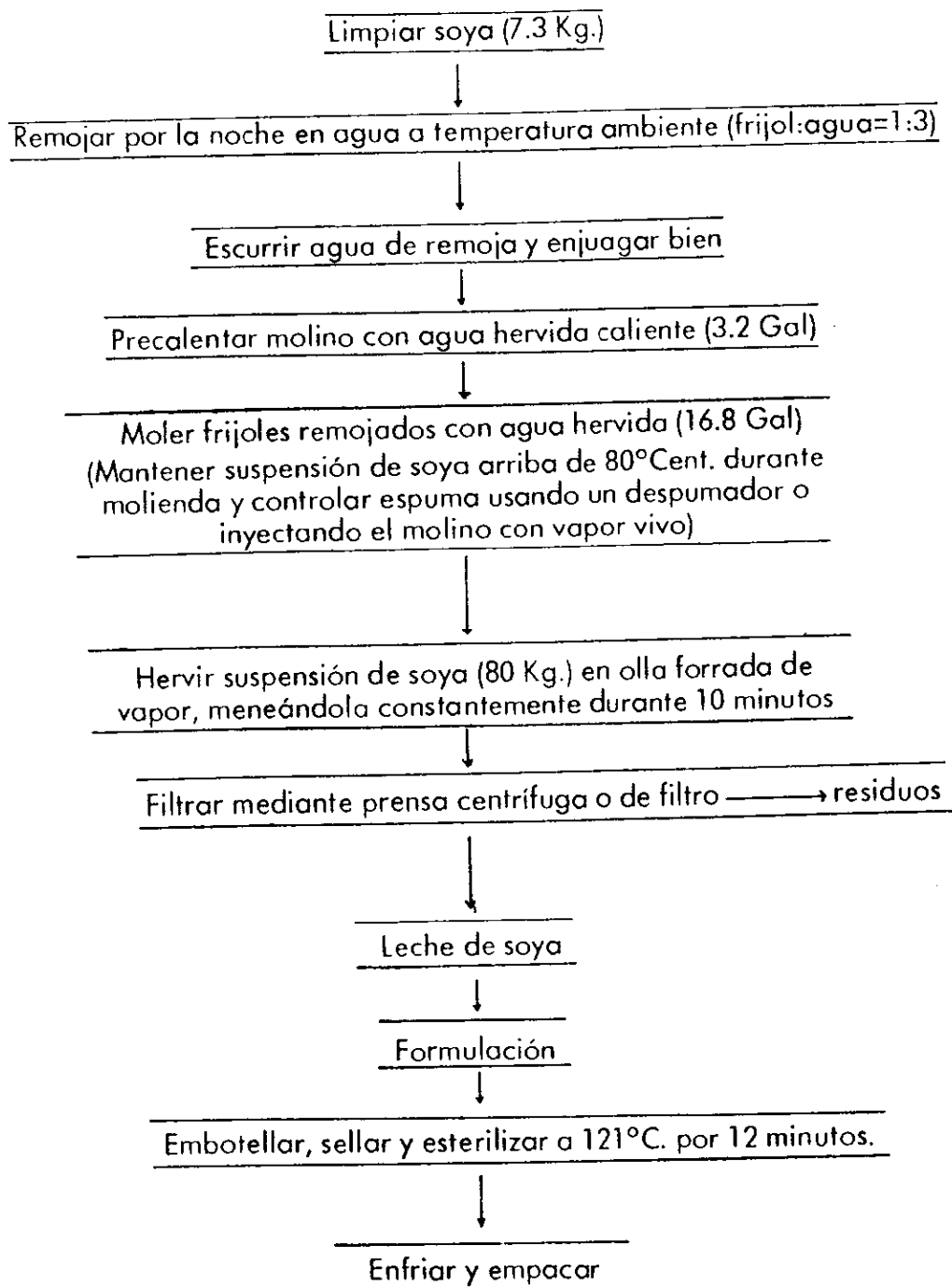
b. equipo sencillo

Desventajas: a. requiere más mano de obra

b. leche de soya tiene fuerte sabor de frijol

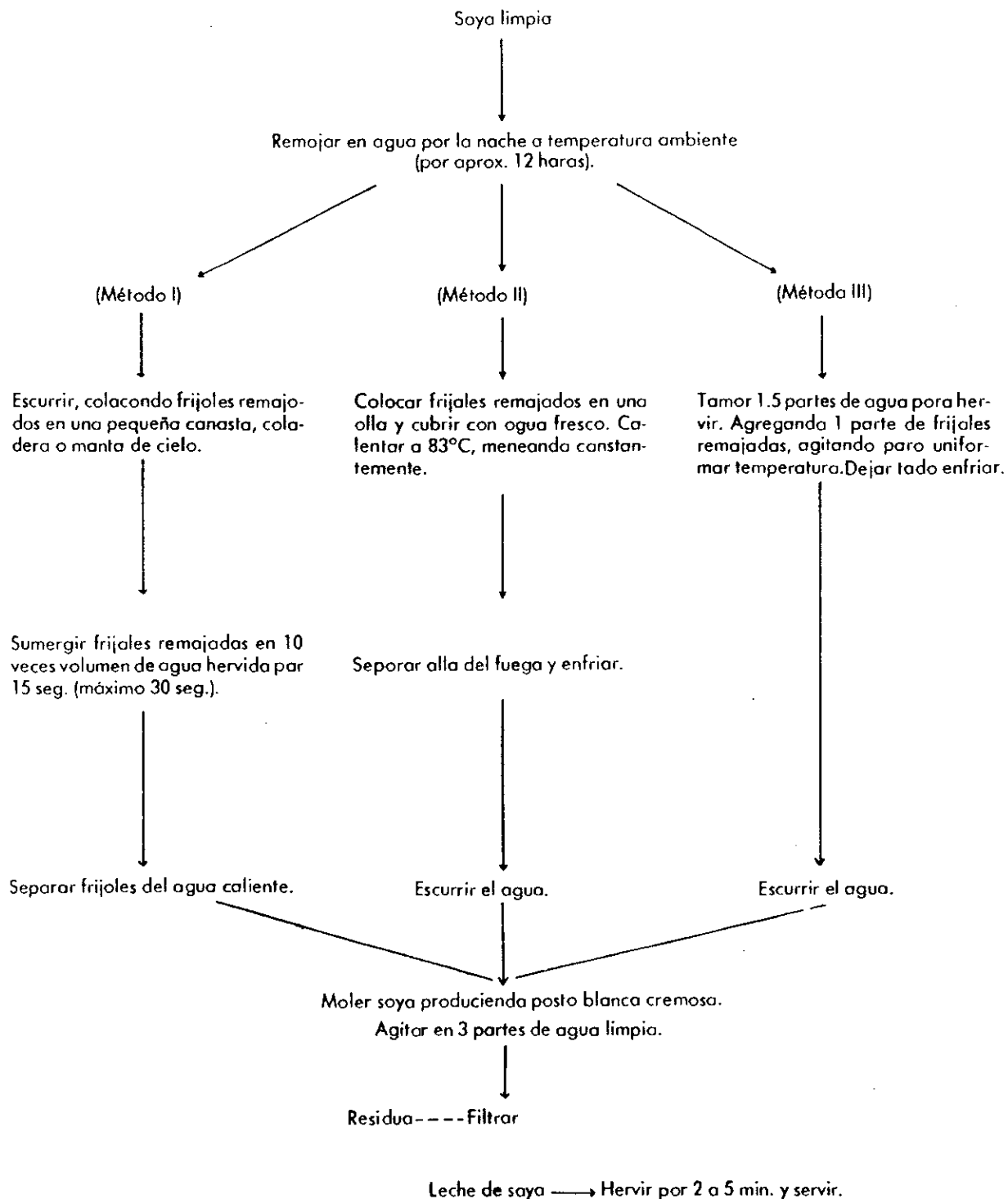
c. 10% menos rendimiento

FIGURA 2. PROCESO DE MOLIENDA DE AGUA CALIENTE (METODO CORNELL) (6)



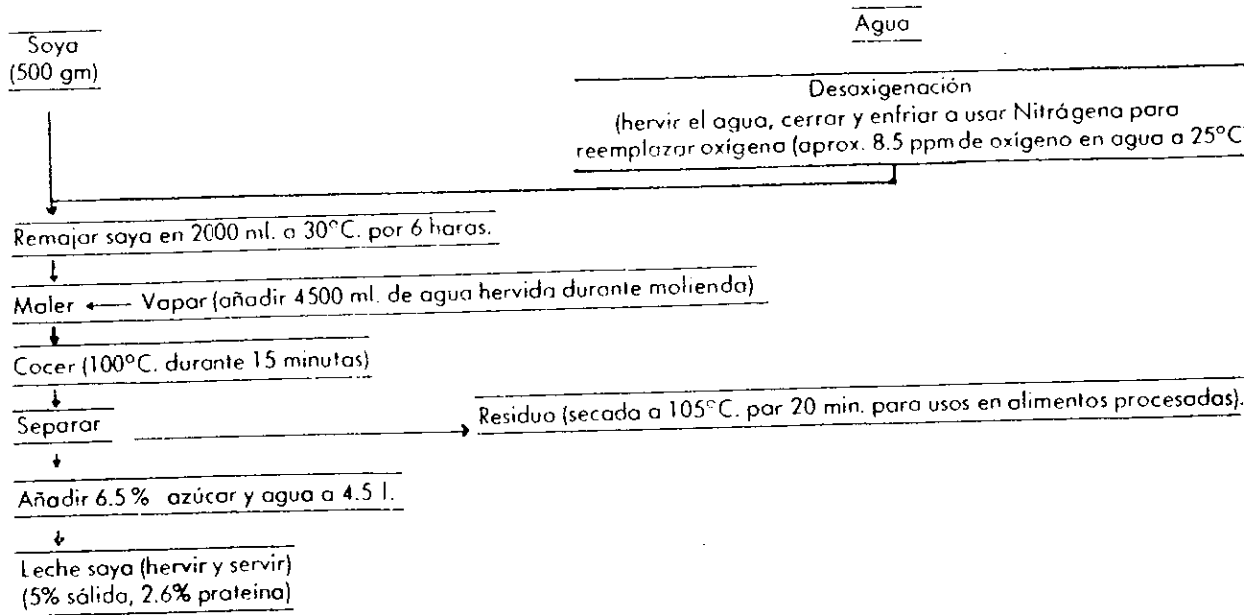
Soya:agua=1:10
 Rendimiento: 78% proteína
 Ventaja: elimina sabor frijolero

FIGURA 3. PROCESO DE COMUNIDAD RURAL (METODO KAY DE NIGERIA) (6)



Ventajas: a. equipo muy sencillo-poca inversión
 b. inactiva la lipoxigenasa y elimina sabor a frijol
 c. elimina sabor amargo y las aligosacáridas (factor de flotulencia)

Desventajas: a. operación a muy bajo escala
 b. requiere mano de obra.

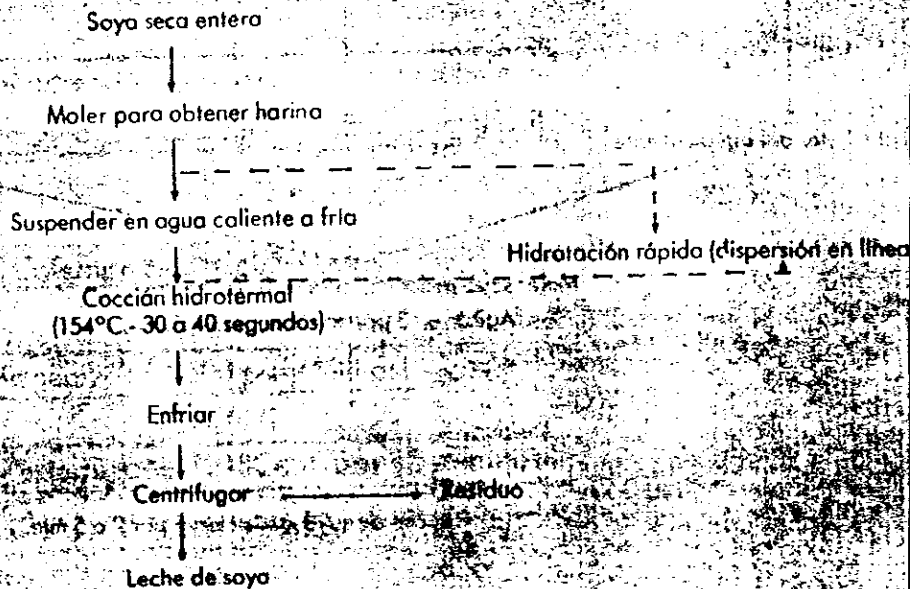


Ventajas: Leche de soya sin sabor a frijol, preparada usando agua desoxigenada para remaja e inyección de vapor durante molienda.

Desventajas: a. necesita agua desoxigenada.
b. calor ligeramente amarillento, comparado al de la leche de soya tradicional.

Rendimiento: 67.24% de sólidos (método tradicional es de 78% ambos métodos preparadas por el Dr. W.C. Chiang, Universidad Nacional de Taiwan).

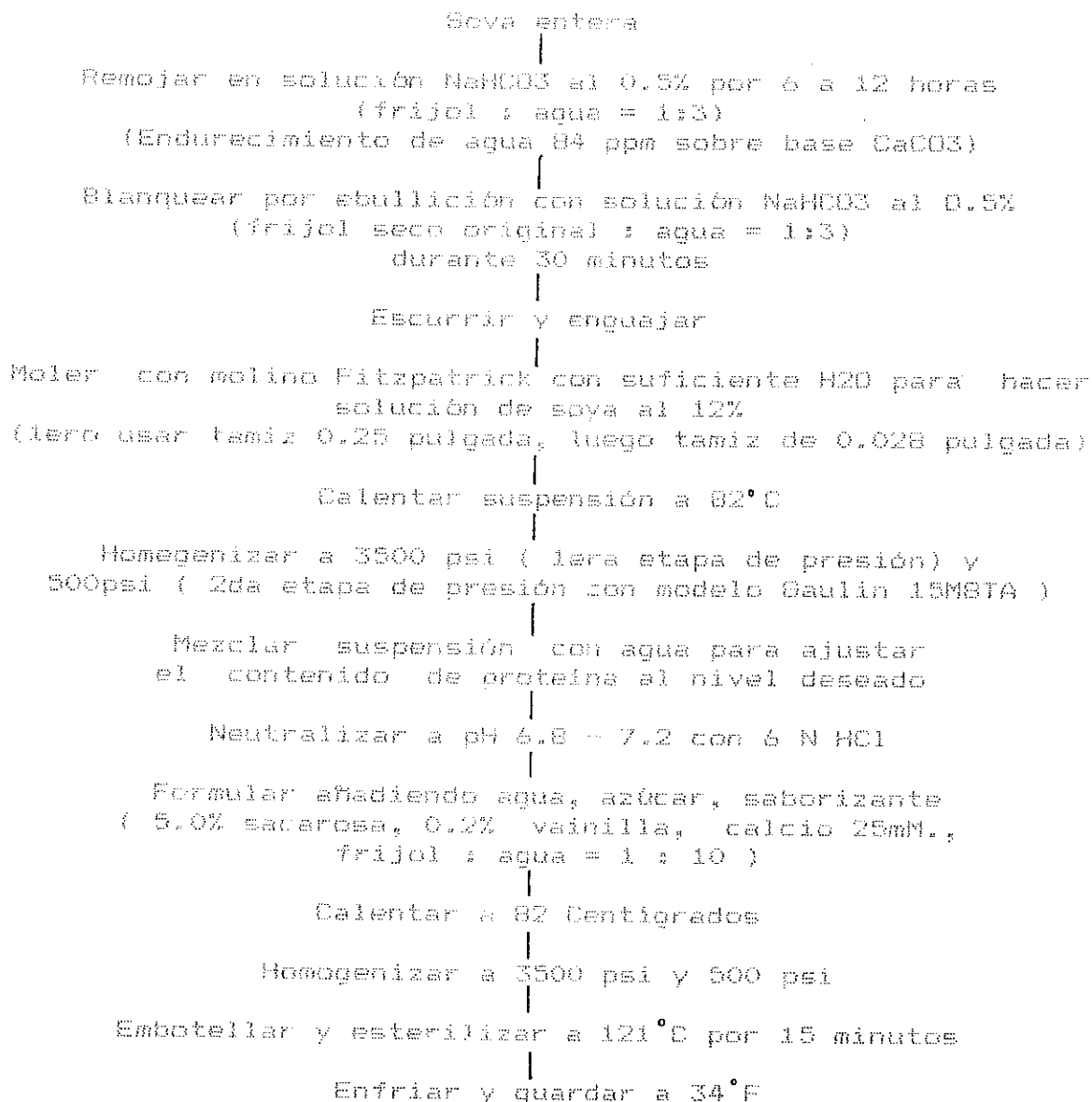
FIGURA 5 PROCESO DE COCCION HIDROTÉRMICA DE HIDRATACION RÁPIDA. (6)



Ventajas: a. rendimiento alto (90% proteína, 88% de sólidos)
b. mucho más sencillo, requiriendo menos energía que el proceso Illinois.
c. leche de soya estable, blanda.
d. inactiva más de 90% de los inhibidores de tripsina.

Desventajas: a. retiene los oligosacáridos.

FIGURA 6. PROCESO DE SOYA ENTERA (METODO ILLINOIS)(5,38)

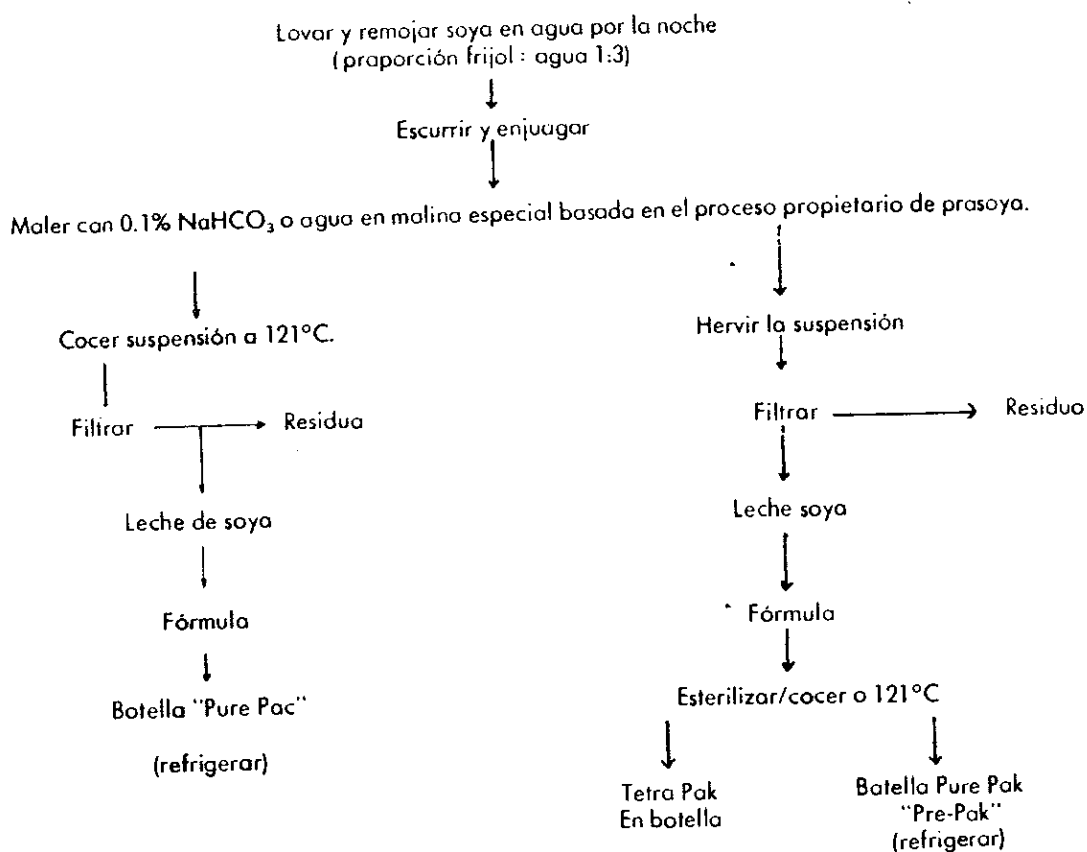


Ventajas :

- a. rendimiento muy alto (89 % sólidos, 95% proteínas)
- b. eliminar oligosacáridos
- c. elimina sabor a frijol mediante blanqueado

Desventajas : Necesita un homogenizador caro y poderoso para producir una emulsión suave y estable.

FIGURA 7. PROCESO PROSOYA NO AFRIJOLADO (PATENTES PENDIENTES)



Rendimiento: 70% proteína en soya como sólidos disueltos...
60% sólidos totales en soya como sólidos disueltos

Ventajas del proceso:

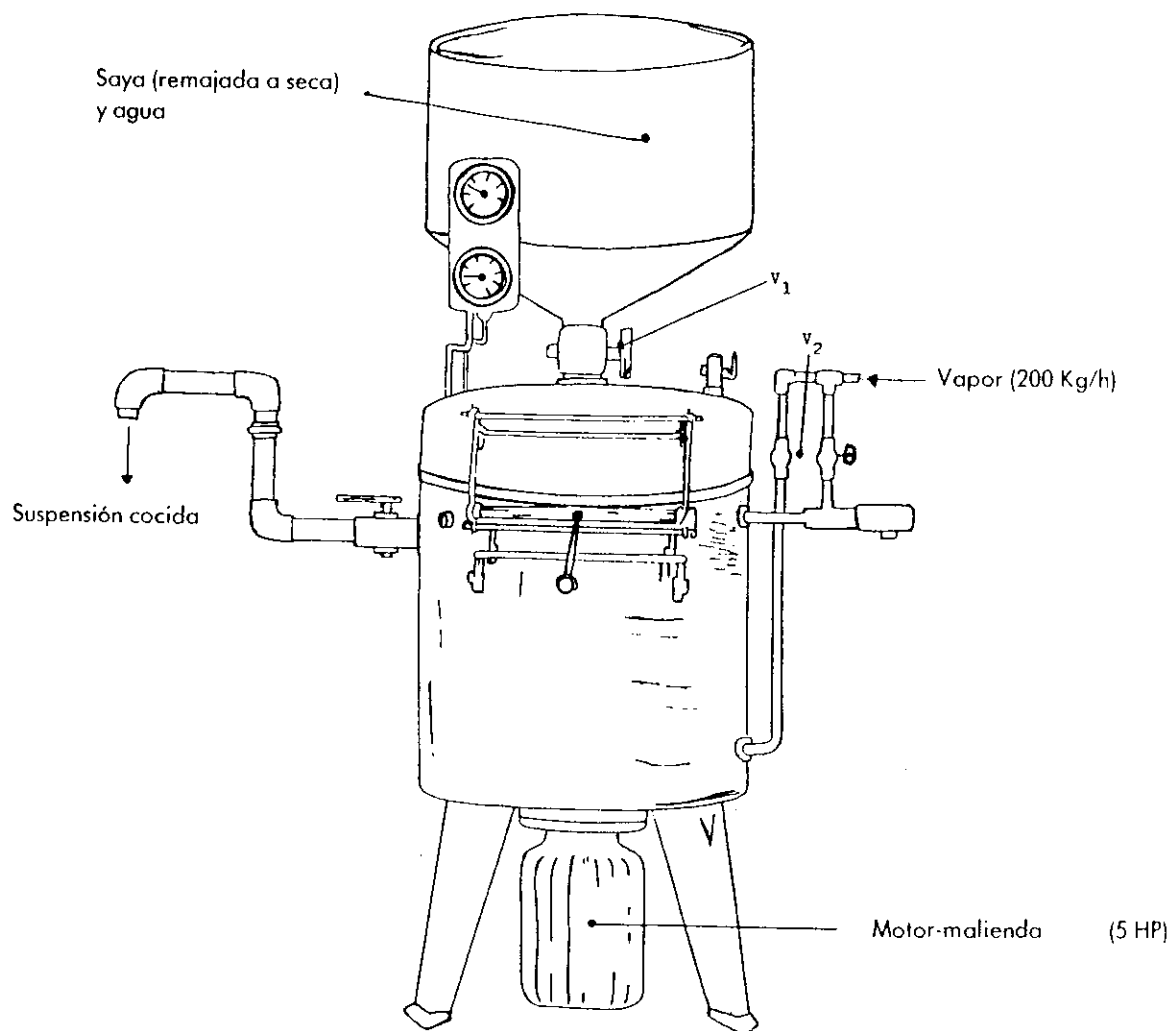
- Na existe mal sabor a frijo o sabor amargo.
- Elimina las oligosacáridos.
- Alta recuperación de proteína en forma soluble, no hay calidad granulosa, no se necesita homogenización.
- Apropiado en operaciones de la más pequeña a la más grande escala
- Utiliza cualquier variedad de soya.
- Ideal para procesar tofu sin sabor afrijolado al igual que para postres y productos parecidos a helados de crema.

proporcionado por

Fuente: Dr. R.P. Gupter, Prosoy Foods Intl. Inc., 801-285
Slater St., Ottawa, Canadá K1P 5H9.

500 L/H SC-500 ELABORADOR DE LECHE DE SOYA ■ PROSOYA ■

SIN SABOR A FRIJOL



- Pasa A: Carga máquina abriendo V₁
 Paso B: Echar a andar el matar para moler el frijol.
 Paso C: Abrir V₂ para cocer la suspensión con vapor.

(Ahora la leche de soya de buen sabor, sin sabor a frijol, ni calidad arenosa, puede extraerse de la suspensión mediante cualquier método existente.

FIGURA 8

PROCESAMIENTO DE LA SOYA CON SOYAL™

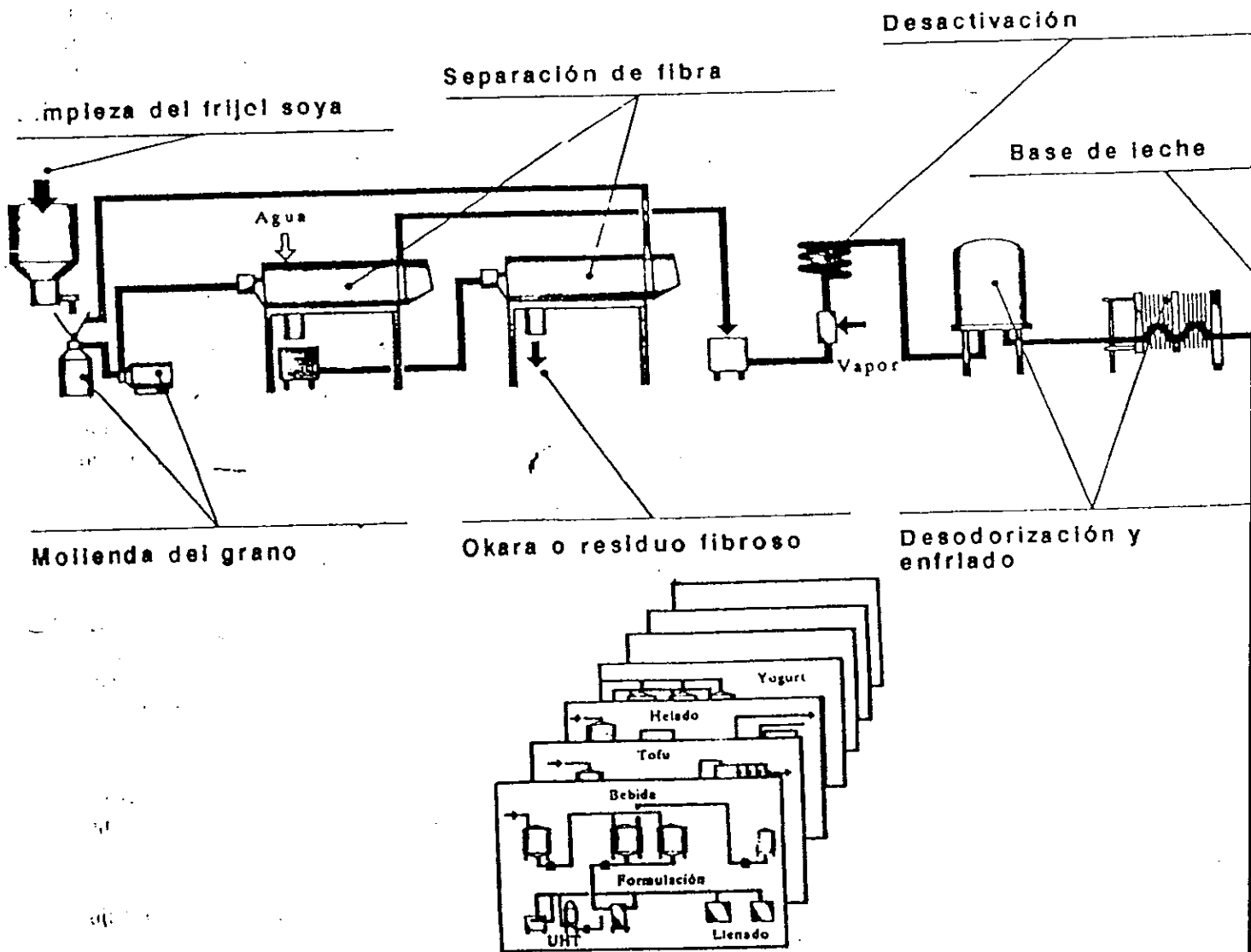
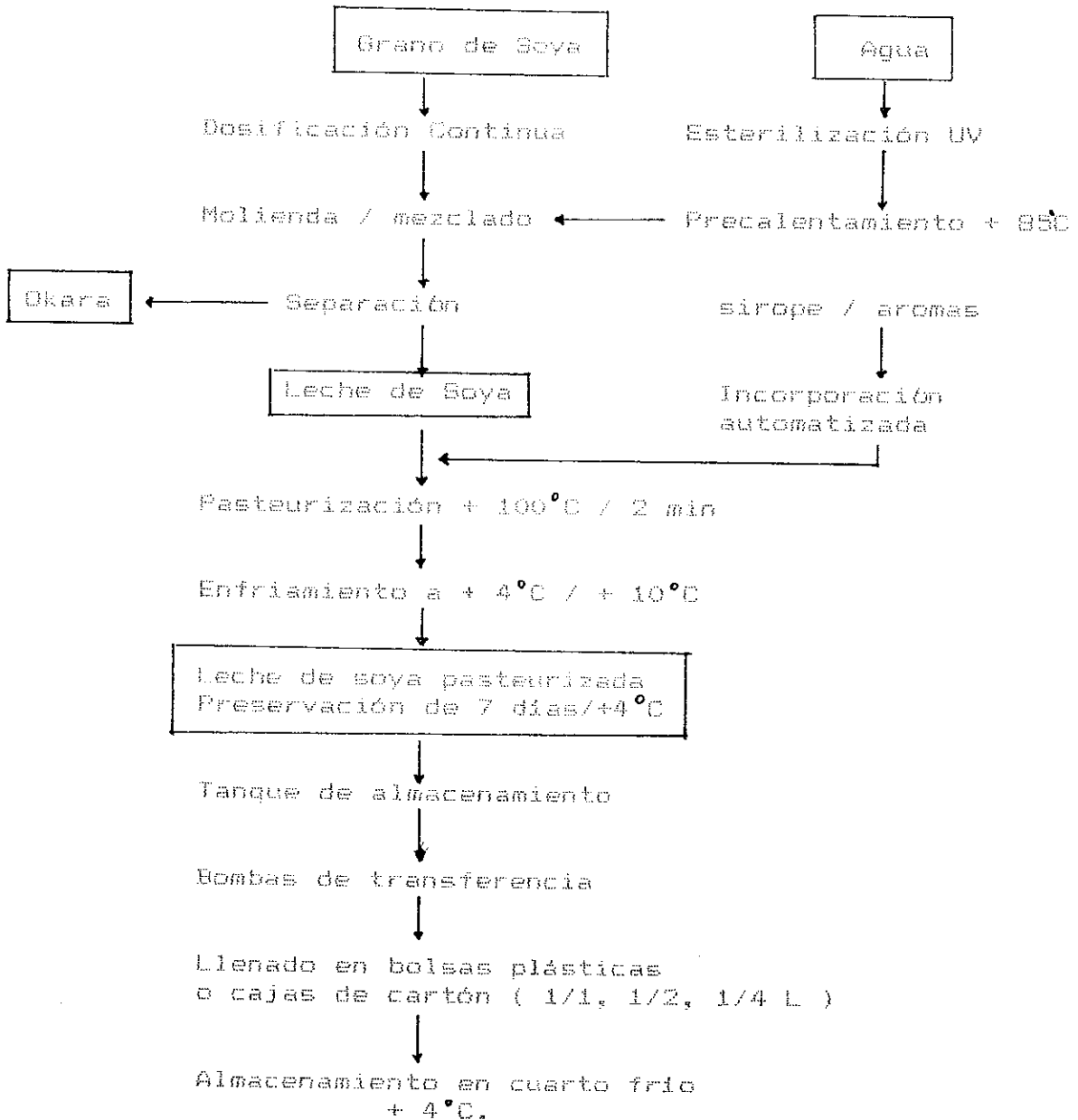


FIGURA 3.

ABROLACTOR - Equipo de Procesamiento de Leche de Soya

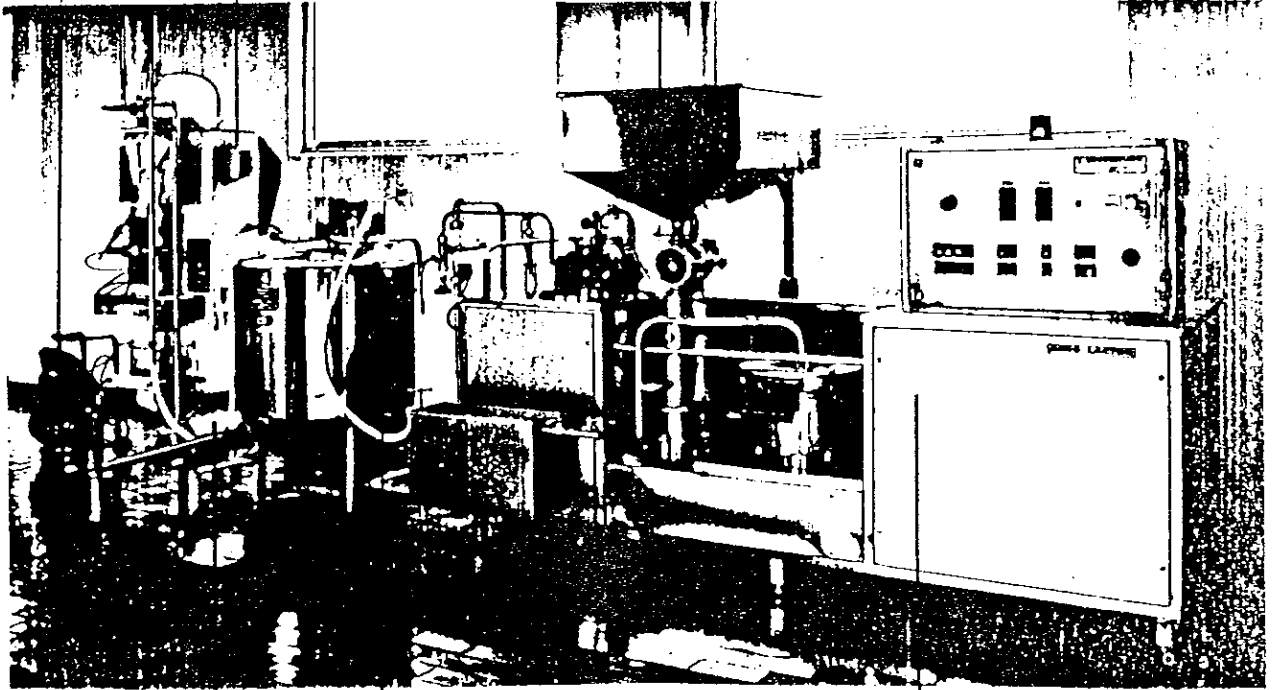
Diagrama de flujo de la elaboración de leche de soya en flujo continuo



compresseur d'air
air compressor

trémie d'incorporation des graines de soja
incorporation hopper for soja beans

conditionneuse
packaging machine



pompe de transfert
transfer pump

AGROLACTOR

tank tampon refroidisseur
cooling balance tank

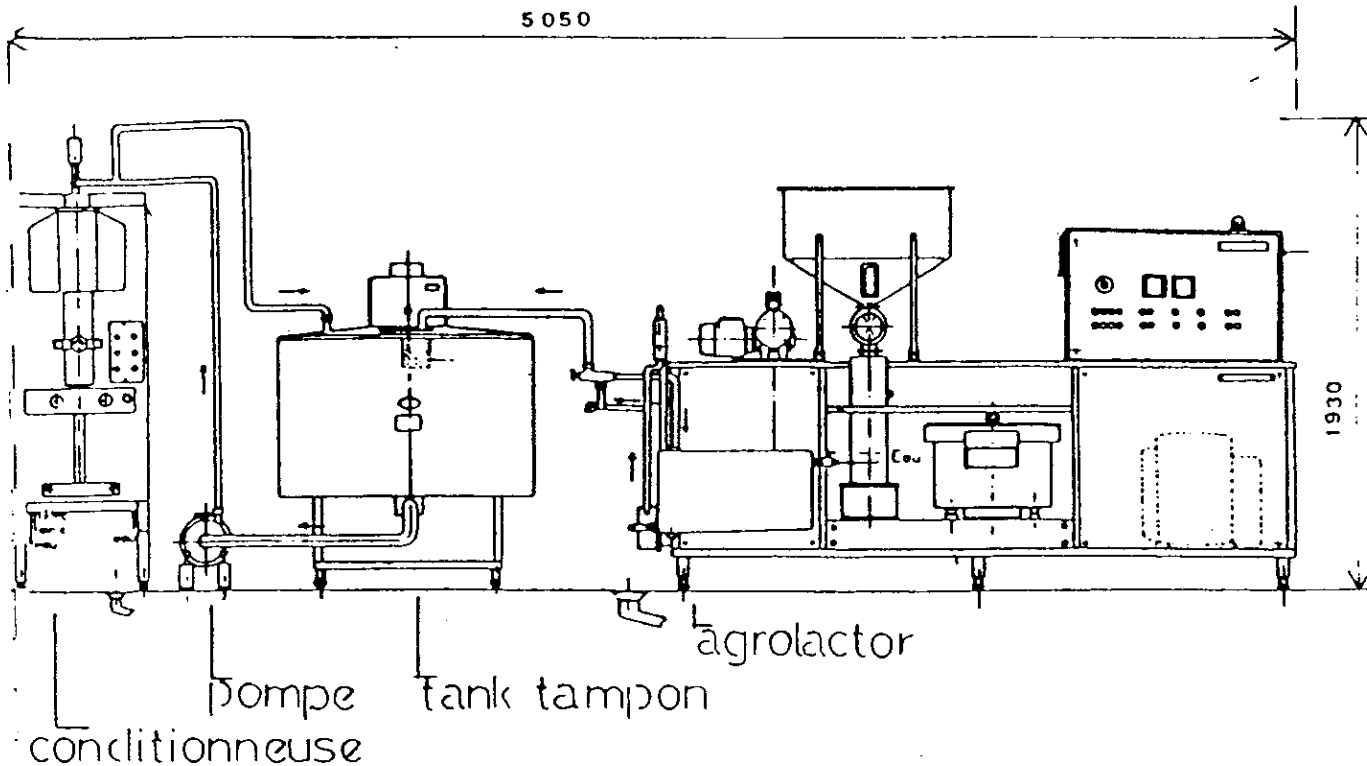


FIGURA 10. CALIDAD DE PROTEINA DE LECHE Y MEZCLAS DE PROTEINA DE GRANO DE SOYA (2)

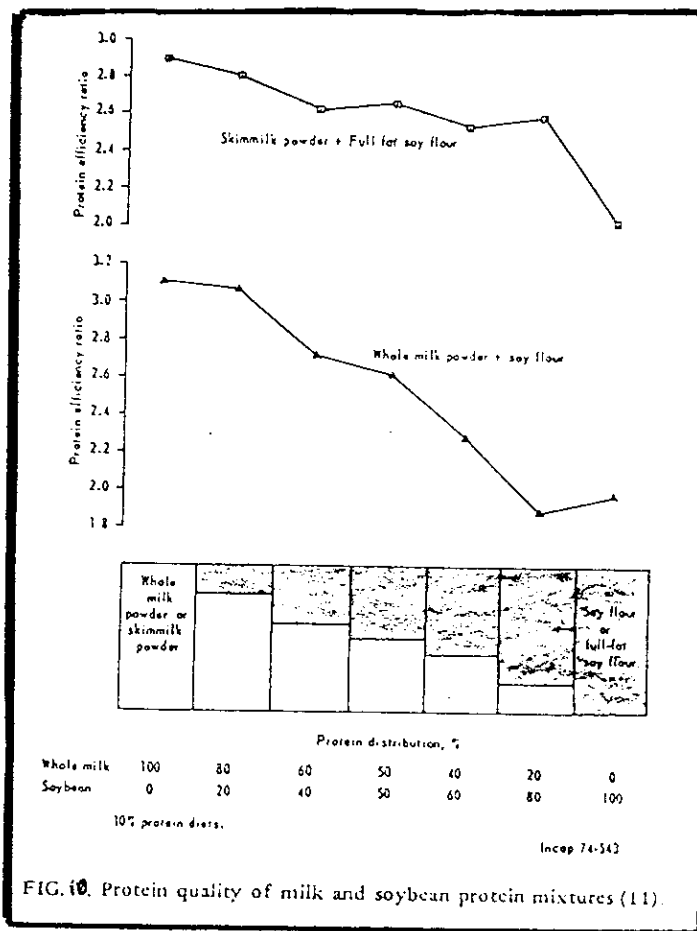


FIG. 10. Protein quality of milk and soybean protein mixtures (11).

FIGURA 11.

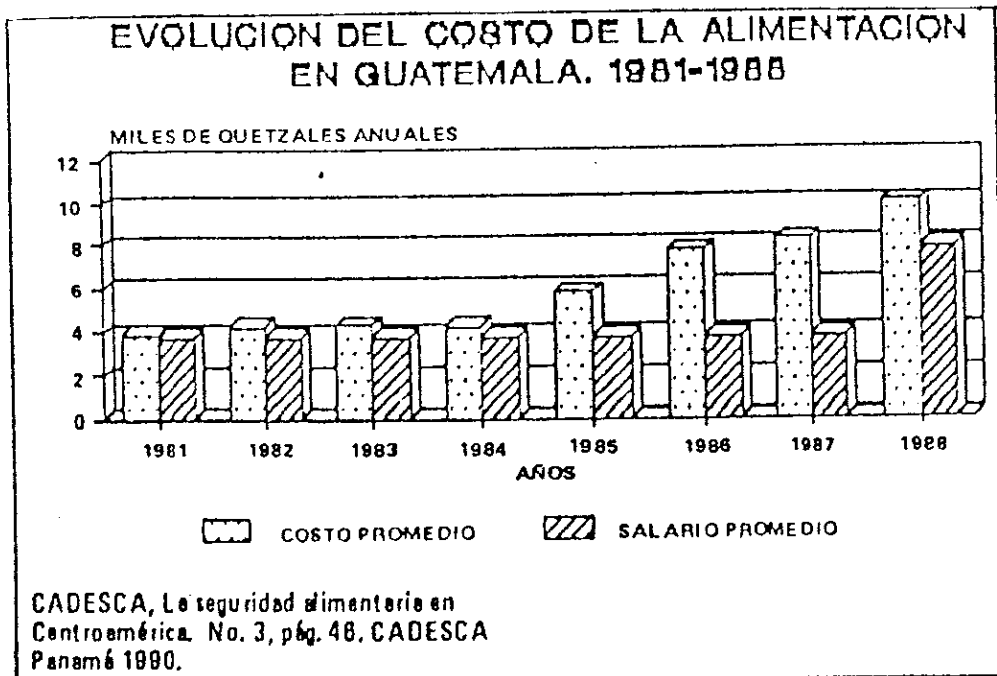


FIGURA 12.

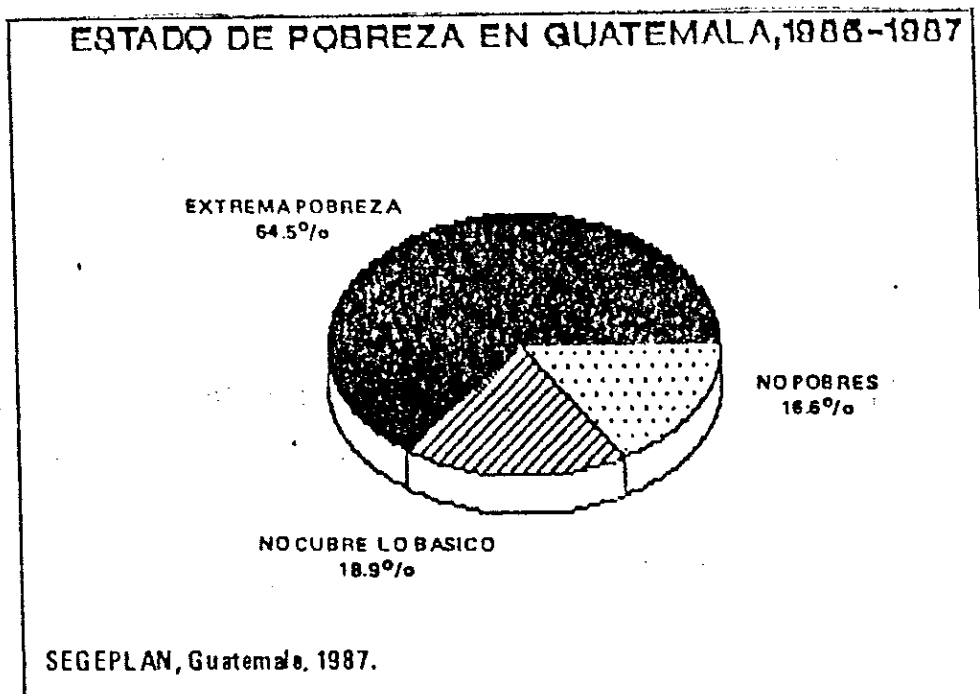
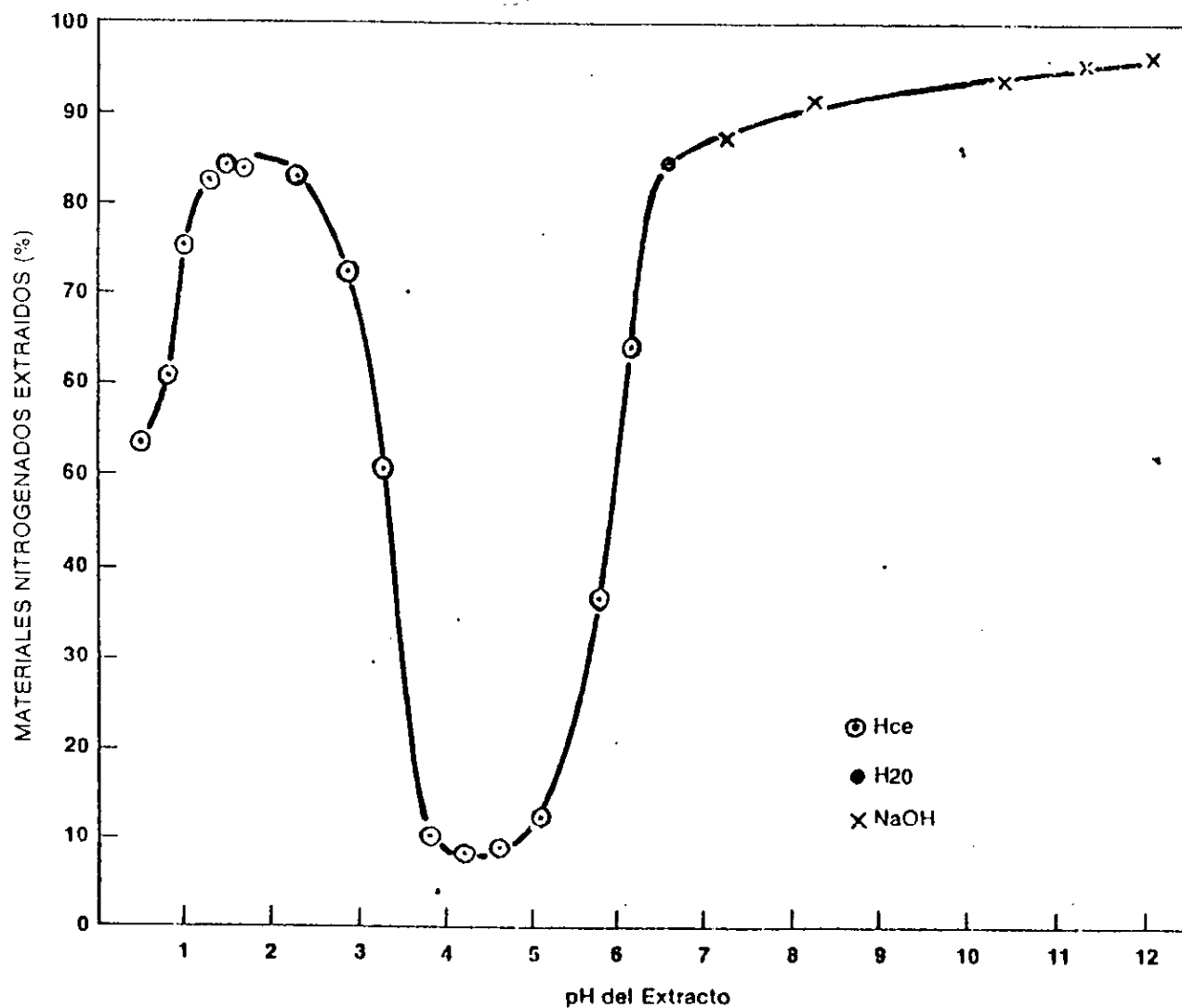


FIGURA 13

SOLUBILIDAD DE PROTEINA DE SOYA VRS PH (30)



Capacidad de extracción de las proteínas de harina de soya integral, sin desnaturizar, como función del pH. De Smith and Circle.¹²

FIGURA 14

Nombre: _____

Fecha: _____

PRUEBA DE PREFERENCIA, ESCALA HEBONICA DE 9 PUNTOS

A continuación se le entregaran unas muestras, por favor pruebelas y chequee en la línea correspondiente la frase que mejor describa cuanto le gusta a usted este producto.
Enjuague su boca con agua entre las muestras, y coma pequeños pedazos de galleta para neutralizar el sabor.

CODIGO _____	CODIGO _____	CODIGO _____	CODIGO _____
Gusta muchísimo	Gusta muchísimo	Gusta muchísimo	Gusta muchísimo
Gusta mucho	Gusta mucho	Gusta mucho	Gusta mucho
Gusta moderadamente	Gusta moderadamente	Gusta moderadamente	Gusta moderadamente
Gusta ligeramente	Gusta ligeramente	Gusta ligeramente	Gusta ligeramente
No gusta ni disgusta	No gusta ni disgusta	No gusta ni disgusta	No gusta ni disgusta
Disgusta ligeramente	Disgusta ligeramente	Disgusta ligeramente	Disgusta ligeramente
Disgusta moderadamente	Disgusta moderadamente	Disgusta moderadamente	Disgusta moderadamente
Disgusta mucho	Disgusta mucho	Disgusta mucho	Disgusta mucho
Disgusta muchísimo	Disgusta muchísimo	Disgusta muchísimo	Disgusta muchísimo
COMENTARIO	COMENTARIO	COMENTARIO	COMENTARIO

MUCHAS GRACIAS !!

APENDICE C

DIAGRAMA DE FLUJO

MÉTODOS DE LABORATORIO

MÉTODOS DE LABORATORIO PARA LA PRODUCCIÓN DE LECHE DE SOYA

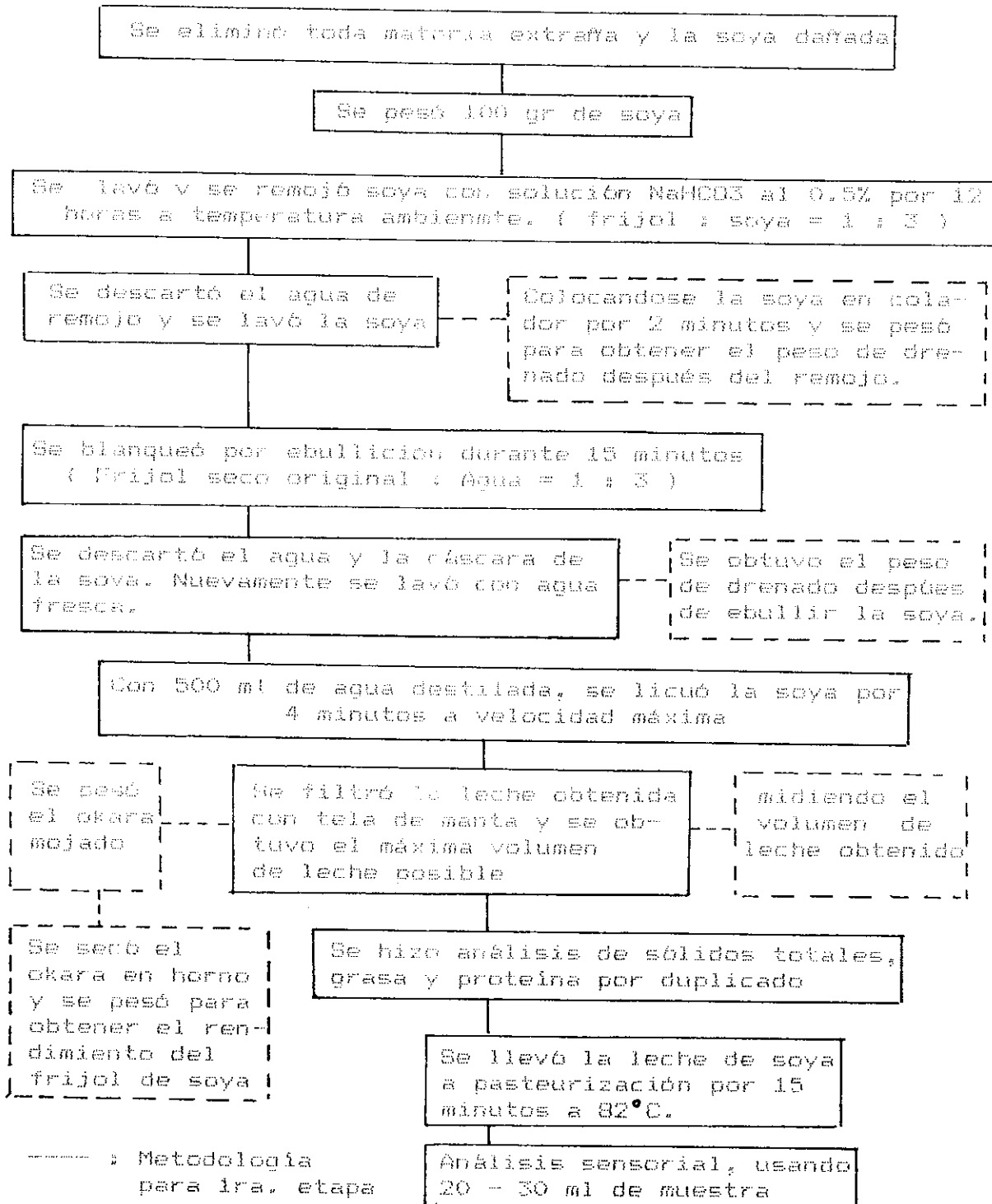


DIAGRAMA DE FLUJO 2.

PRUEBA CON HALTA

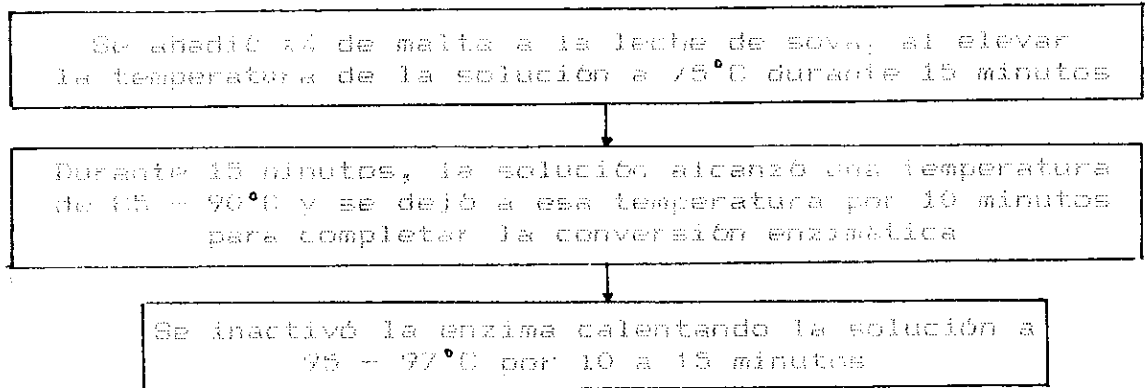


DIAGRAMA DE FLUJO 3.

PRUEBA CON PAPAINA

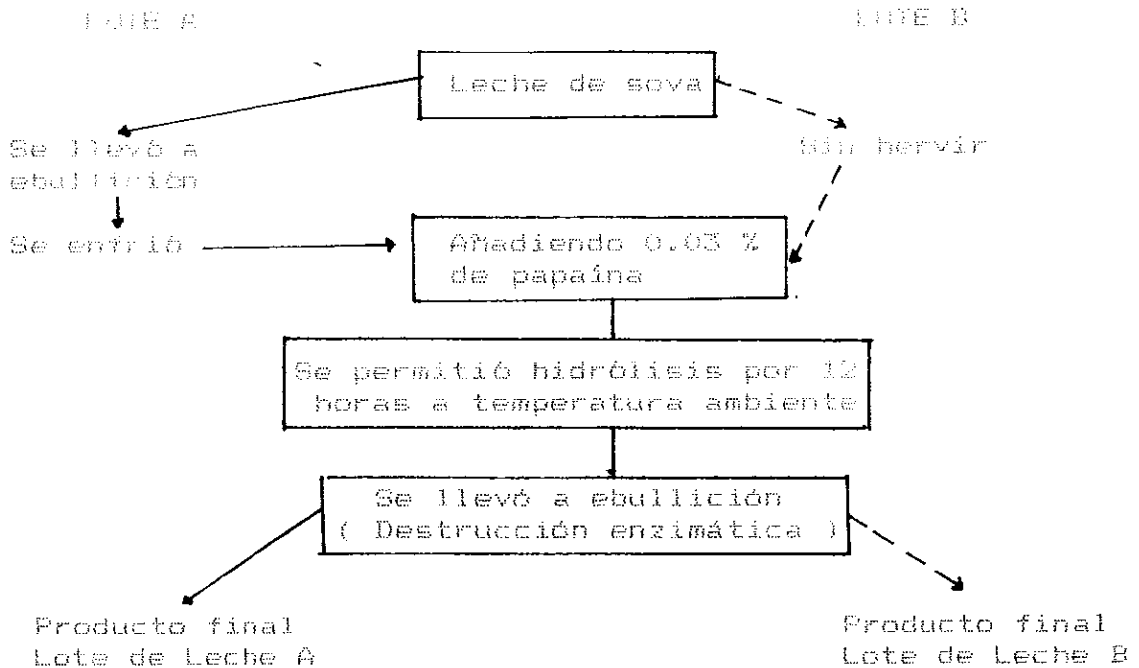


DIAGRAMA DE FLUJO 4.

EFECTO DE TRATAMIENTO ACIDO

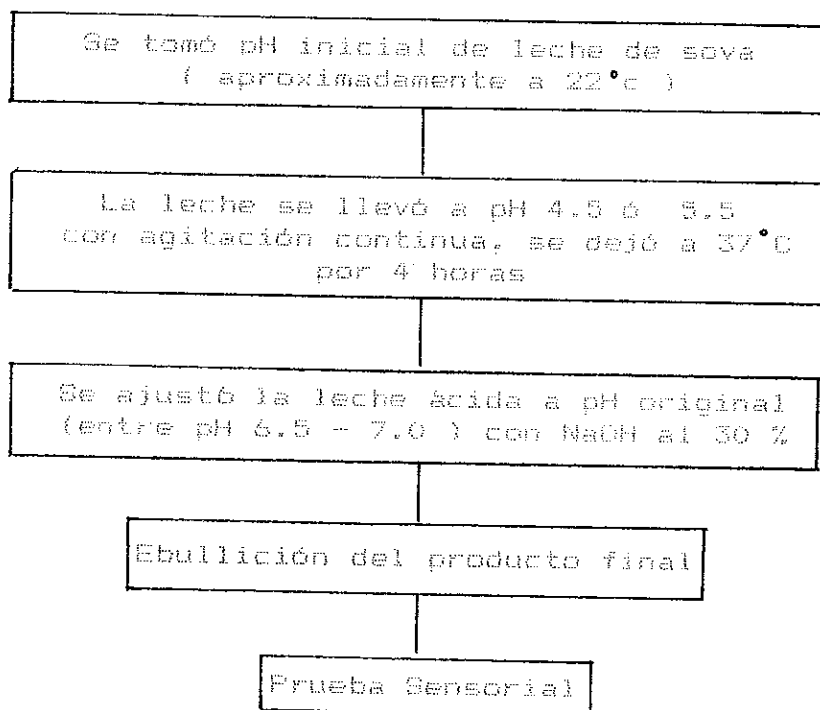
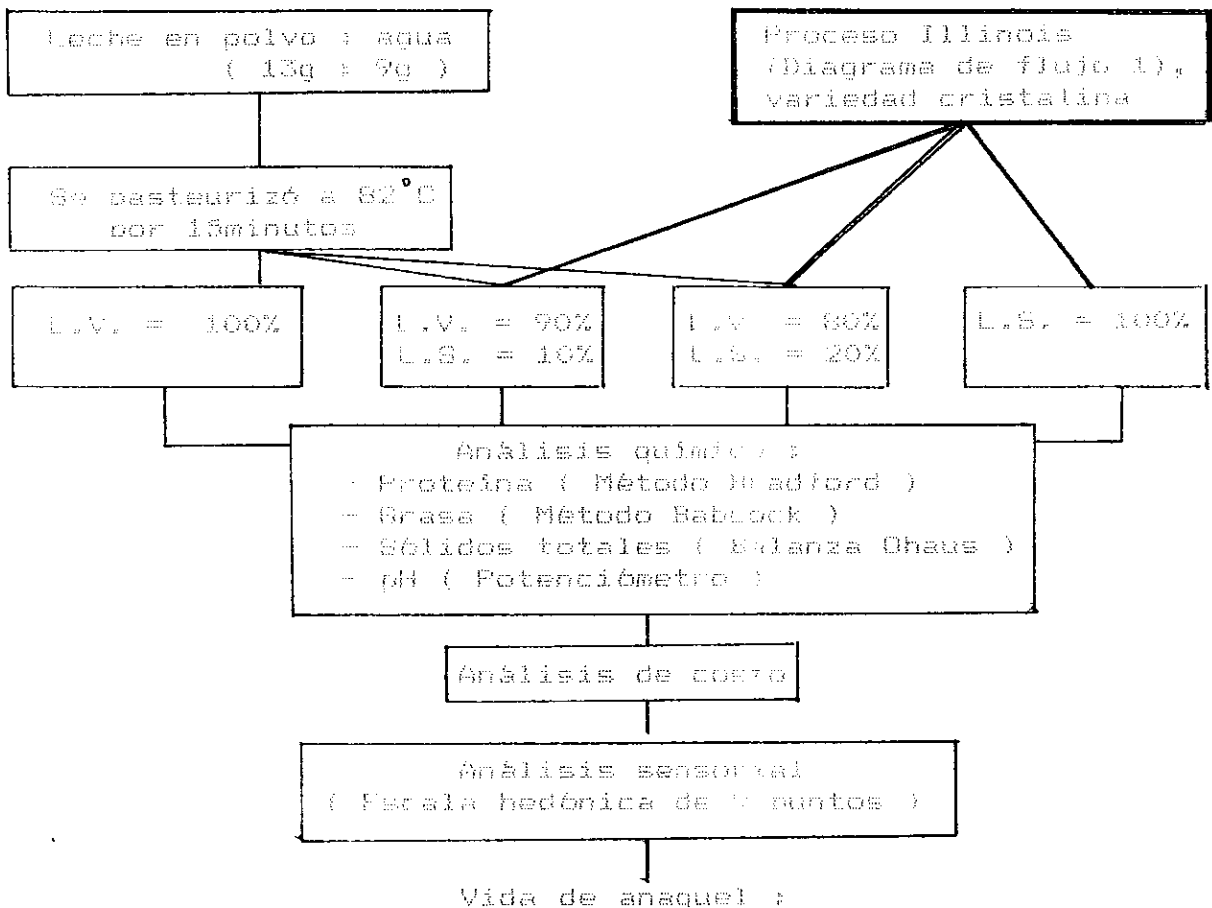


DIAGRAMA DE FLUJO :

EXTENSION: UN LECHE DE VACA + UN LECHE DE SOYA

LECHE DE VACA (L.V.)

LECHE DE SOYA (L.S.)



según el pH y análisis sensorial de las muestras

- 1) En incubación a 32°C por 16 horas.
- 2) A temperatura ambiente, aprox 22°C ,
tomandose el pH a las 24 horas.
- 3) A temperatura de refrigeración, aprox 10°C,
obteniendo el pH a cada 24 horas hasta
la descomposición de las muestras.

APENDICE D

T A B L A S D E R E S U L T A D O S

TABLA 1. DATOS SOBRE LA COMPARACION DE LA
LECHE DE SEIS VARIETADES DE SOYA

MUESTRA*	AGS-190	LEE - 68	CRISTALINA
Promedio de datos \pm Desviación Estandar			
Peso de S. remo- jado(gr)	243.07 \pm 2.85	237.37 \pm 7.93	220.40 \pm 2.98
P.S. des- pués de hervir (gr)	248.37 \pm 3.30	238.07 \pm 1.33	226.27 \pm 0.46
Volumen de leche (ml)	304.67 \pm 8.58	293.33 \pm 2.31	323.33 \pm 12.05
Okara mojado (gr)	335.63 \pm 9.71	368.60 \pm 9.49	325.73 \pm 12.22
Okara seco (gr)	53.60 \pm 5.28	69.80 \pm 1.71	48.93 \pm 1.43
Sólidos totales (%)	6.33 \pm 0.32	6.35 \pm 0.30	8.70 \pm 0.27
Grasa (%)	1.87 \pm 0.22	1.35 \pm 0.10	2.47 \pm 0.12
Proteína (%)	6.11 \pm 0.46	5.63 \pm 0.42	5.37 \pm 0.16
Rendi- miento (%)	26.60 \pm 3.62	21.07 \pm 1.28	36.49 \pm 0.67
<> de rango sensorial	5.97	6.19	5.33

MUESTRAS	M.S. 197	UNION	ADELPHIA
Procesado de datos \pm Desviación Estándar			
Peso de S. removido (gr)	245.12 \pm 0.64	235.97 \pm 3.72	235.47 \pm 0.61
P.S. después de hervir (gr)	252.00 \pm 0.52	235.63 \pm 1.76	234.27 \pm 0.94
Volumen de leche (ml)	339.00 \pm 4.00	297.18 \pm 3.00	293.34 \pm 0.94
Dkara mojado (gr)	324.07 \pm 8.92	365.17 \pm 7.69	314.13 \pm 24.37
Dkara seco (gr)	46.43 \pm 3.11	60.57 \pm 0.57	56.37 \pm 0.47
Sólidos totales (%)	7.45 \pm 0.22	6.45 \pm 0.24	6.48 \pm .17
Grasa (%)	1.30 \pm 0.24	1.40 \pm 0.14	1.32 \pm 0.12
Proteína (%)	5.24 \pm 1.05	6.07 \pm 0.13	6.35 \pm 0.46
Rendimiento (%)	34.93 \pm 2.00	24.55 \pm 0.81	25.20 \pm 0.53
ϕ de rango sensorial	5.53	6.19	6.29

* Peso de semilla procesada : 100 g

TABLA 2.

RESULTADOS DE PRUEBA SENSORIAL, ESCALA HEDONICA DE 9 PUNTOS

(II A) PRUEBA CON MALTA

Número de panelistas : 48
 Media de leche con malta : 5.91
 Media de leche sin tratamiento : 5.30

$$F = 3.21 < F_{\alpha} = 3.96$$

Se acepta la hipótesis nula, que las dos muestras son iguales.

(II B) PRUEBA CON PAPAINA

Número de panelistas : 36
 Media de leche de soya (Lote A) : 5.74
 Media de leche de soya (Lote B) : 5.61
 Media de leche sin tratamiento : 5.42

$$F = 2.90 < F_{\alpha} = 6.59$$

No hay diferencia significativa entre las tres muestras de leche de soya.

(II C) TRATAMIENTO ACIDO

Número de panelistas : 36
 Media de leche con tratamiento ácido
 y diálisis : 4.67
 Media de leche sin tratamiento : 6.00

$$F = 32.44 > F_{\alpha} = 19.47$$

La hipótesis nula se rechaza, y la leche sin tratamiento tiene mejor aceptación que la tratada.

TABLA 3.

RESULTADOS DE LA EXTENSION DE LEÑE DE VACA CON
LEÑE DE HUYA

	L.V.:100% L.S.: 0%	L.V.: 90% L.S.: 10%	L.V.: 80% L.S.: 20%	L.V.: 0% L.S.:100%
Promedio de datos y desviación estandar				
% de S. T.	10.08±0.38	10.27±0.22	10.32±0.64	8.18±0.52
% de Brasa	2.82±0.15	2.85±0.01	2.73±0.10	2.30±0.09
% de CHON	11.82±0.65	11.84±0.91	9.48±0.23	6.60±0.22
Media Prueba Sensorial	7.08	7.08	6.17	3.83
Costo	93.05/1t	92.84/1t	92.68/1t	91.19/1t

TABLA 4. EFECTOS DE TIEMPO DE REVICLAS DE LECHE KATHON CONTRA LA ACIDIFICACION:

	L.V.:100% L.S.: 0%	L.V.:90% L.S.:10%	L.V.:80% L.S.:20%	L.V.: 0% L.S.:100%
Después de producir leche	6.60	6.60	6.60	6.80
A 32°C después de 16 horas	6.60	6.42	6.40	6.60
A 22°C después de 16 horas	6.60	6.60	6.60	6.80
A 22°C a las 24 horas	6.60	6.60	6.60	6.80
A 22°C a las 48 horas	6.60	6.60	6.60	6.80
A 10°C a las 24 horas	6.60	6.60	6.60	6.80
A 10°C a las 48 horas	6.60	6.60	6.60	6.80
A 10°C en 8 días	6.60	6.60	6.60	* 6.80
A 10°C en 13 días	6.53	* 6.53	* 6.53	** 6.80
A 10°C en 14 días	6.40	6.33	6.33	6.60

* pH normal, pero el sabor afrijolado es más fuerte.

** pH normal, pero el sabor es inaceptable

