

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE QUIMICA

**"La Soya y sus aplicaciones Alimenticias en
favor de las Areas Rurales de México".**

286

TESIS

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

PRESENTA :

ALDO JACOBO PONTECORVO Y VALHUERDI



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

CLAS. 7251
ADQ. 1975
FECHA _____
PROC. M7 272



QUIMICA

Jurado asignado originalmente según el tema:

Presidente: Mta. Ninfa Guerrero de Callejas

Vocal: Mta. Angela Sotelo López

Secretario: Ing. Rubén Berra García-Coss

1er. Suplente: Mta. Carmen Reyna Bordes

2o. Suplente: Ing. Alejandro Garduño Torres

Sitio donde se desarrolló el tema:

Departamento de Bioquímica de la División de Estudios

Superiores, Facultad de Química, UNAM.

Nombre completo y firma del sustentante:

ALDO JACOBO PONTECORVO Y VALHUERDI

Nombre completo y firma del asesor del tema:

M. en C. Ing. RUBEN BERRA GARCIA-COSS

Con todo cariño a mis PADRES
a quienes todo debo.

A la memoria de mi primo
LUCIO PONTECORVO.

A todos aquellos que con su
"granito de arena" han contribuido
para hacer de mí lo que actualmente soy.

MI PROFUNDO AGRADECIMIENTO A:

M. en C. Ing. RUBEN BERRA, por su colaboración y atinada dirección.

Dr. OCTAVIO P. HOYER, por su inestimable colaboración como amigo.

Srita. LOURDES MORONES, por su valiosa ayuda en la redacción.

DEPTO. DE BIOQUIMICA DE LA DIVISION DE ESTUDIOS SUPERIORES, Facultad de Química, UNAM; donde se desarrolló la labor experimental.

"QUEREMOS QUE LOS EMPRESARIOS NACIONALISTAS,
LOS PROFESIONALES, LOS ESTUDIANTES, Y EN
GENERAL TODOS AQUELLOS QUE DESEEN REALMENTE
CONTRIBUIR A LA INDEPENDENCIA NACIONAL, SE
ESFORZARAN POR CONCEBIR UNA TECNOLOGIA ADE-
CUADA A LAS NECESIDADES DEL PAIS".

C. LUIS ECHEVERRIA ALVAREZ
EXTRACTO DEL IV INFORME PRESIDENCIAL
SEPTIEMBRE DE 1974.

"EN LA UNIVERSIDAD ESTAMOS ABIERTOS Y MOTIVADOS A CONOCER -CON MAS AMPLITUD Y PROFUNDIDAD- LOS PROBLEMAS DE NUESTRO PAIS. Y ASI COMO SOMOS PERMEABLES A LOS CONOCIMIENTOS RECOGIDOS POR LAS - INSTITUCIONES DIRECTAMENTE ENFOCADAS A TALES -- PROBLEMAS Y COMO ESTAMOS DISPUESTOS A CONTRIBUIR CON NUESTRO APORTE DE INVESTIGACION Y DE SERVICIOS, VEMOS QUE HAY RECEPTIVIDAD A NUESTRAS SUGESTIONES".

PALABRAS DEL DR. GUILLERMO SOBERON
RECTOR DE LA UNAM
PRIMER COLOQUIO INTERNACIONAL DE
ECONOMIA Y DESARROLLO URBANOS.
GTO. MEX. SEPT. 1974.

INDICE

| | |
|------------------------------|----|
| OBJETIVOS ----- | 1 |
| CAPITULO I | |
| ANTECEDENTES ----- | 4 |
| CAPITULO II | |
| METODOS Y MATERIALES ----- | 18 |
| CAPITULO III | |
| RESULTADOS Y DISCUSION ----- | 28 |
| CAPITULO IV | |
| CONCLUSIONES ----- | 30 |
| BIBLIOGRAFIA ----- | 32 |

OBJETIVOS

El objetivo de la presente investigación fué el de buscar un método sencillo y barato para la elaboración de alimentos a base de soya (Glycine max) para consumo rural.

Entre las razones que influyeron para el desarrollo de esta labor, se pueden mencionar las siguientes: el alto contenido proteico de la soya, un gran desarrollo en la producción nacional de esta semilla oleaginoso-proteica, el hecho de que en México se conoce poco sobre alimentos regionales con propiedades nutritivas similares a las de la soya, y la más importante, el tratar de desarrollar una tecnología nacional a base de soya -aplicable a otras leguminosas de alto valor nutritivo- como una ayuda a las áreas rurales marginadas.

Mucho ha sido dicho acerca de los beneficios de la soya para resolver el problema mundial de la desnutrición. Se le reconoce como un factor complementario en las dietas alimenticias, principalmente en los países del Tercer Mundo. Sin embargo, varios problemas han surgido en lo que respecta a su introducción. Entre los más importantes se tienen: 1) El rechazo característico de los nuevos productos y 2) La dificultad para adquirirlos. La idea de resolver el problema de la desnutrición considerando los factores de aceptabilidad y disponibilidad es importante; sin embargo, se le ha prestado más atención al primero que al segundo. En principio esto puede parecer incorrecto, pero si se piensa en la gente que posee realmente los beneficios de disponibilidad de la tecnología de la soya, se llega a la conclusión de que aún no se ha alcanzado a la gente que realmente carece de una buena nutrición y que es la que en verdad necesita estos beneficios.

El método desarrollado fué una modificación del proceso manual simple ideado por Mustakas et al (1) para la obtención de

harina de soya completa, con diversos grados de molienda. A partir de esta harina se empezaron a idear y desarrollar alimentos y combinaciones, basados fundamentalmente en la dieta característica de la población rural y sus diferentes variaciones según los alimentos propios de la región en cuestión.

Para modificar el proceso original de Mustakas (1), se tomaron en consideración los siguientes factores:

- 1.- Conocimiento de la dieta regional tradicional.
- 2.- Conocimiento de los medios disponibles para cocinar.
- 3.- Conocimiento de los recursos naturales regionales.
- 4.- Desarrollo de los procesos para incorporar soya u otros productos de alto valor nutricional, P. E.J. productos regionales, basados en los factores anteriormente mencionados.

Se debe hacer especial énfasis, que lo que se plantea es un proceso de AUTOSUFICIENCIA a nivel rural, con productos a desarrollar a través de técnicas de arte tradicionales y sencillas. O sea, que partiendo de una cosecha de soya de determinada área rural, las personas que viviesen en dicha área se dedicarían ellos mismos a procesar los granos y posteriormente a elaborar los alimentos para su propio consumo, de manera continua; agregando que, también debe pensarse en la factibilidad del intercambio de productos entre diversas comunidades según sus recursos específicos.

Por lo tanto, este sistema podría ser aplicable principalmente en comunas o ejidos de áreas rurales.

Cabe hacer notar asimismo, que la proteína de soya es de gran valor para la gente que carece de alimentos con alto valor nutritivo; sin embargo, esto no indica en ningún momento, que sea aconsejable el tratar de sustituir la mayor parte de proteína animal por la vegetal. Lo ideal en proteínas es el

alcanzar la cantidad adecuada para el organismo y que variará según sea este; lo recomendable, es que un 10% de calorías sea dado por proteínas de origen animal y en condiciones óptimas (sólo alcanzable por los países desarrollados) que un tercio sea de origen animal y dos tercios de origen vegetal.

Por último, este proceso presenta también la modalidad de utilizar gran parte de la producción de pasta y leche de soya para alimentar animales de cría (2).

ANTECEDENTES

"Cuando hubo abierto el tercer sello, oí al tercer animal que decía: ven y ve. Era el caballo negro, y el que lo montaba tenía en la mano una balanza".

Apocalipsis, VI, 5

Los jinetes del Apocalipsis, la guerra sobre su caballo rojo, el hambre sobre su caballo negro, la muerte sobre su caballo gris y la peste sobre su caballo bayo no han cesado jamás de galopar sobre la Tierra desde el comienzo de los siglos.

Porque el hambre no es solamente ese estado egoísta, esa tendencia primitiva que empuja al hombre o al animal a buscar sus alimentos, es también un fenómeno social generador de guerras, de revoluciones y de epidemias.

El hombre ha sido siempre y sigue siendo un lobo para el hombre, sobre todo cuando defiende su subsistencia y la de su familia. Pero cualquiera que sea su grado de civilización, un objetivo campea sobre todos los demás: la búsqueda del alimento... tarea cotidiana... tarea regular como el latido de las horas y de los días entre el Sol y la Tierra; es la vieja tarea que no ha cesado nunca desde los tiempos de origen en que el hombre recibió la comunicación de su destino de penas y de labores; y es la tarea que durará mientras él exista sobre la Tierra (3).

En realidad, el problema alimenticio es todavía más grave de lo que uno se imagina, ya que el problema de la desnutrición es mundial, afectando en diferentes grados a unos y otros países, pero atañe de un modo más evidente a países que como el nuestro, tienden a ser de los más poblados, después de haberse mantenido por muchos lustros como ejemplo de una región semidespoblada.

Nuestra tasa anual de crecimiento es actualmente de 3.4%, una de las mayores del mundo (4). Este aumento de población no se debe a una mayor fertilidad, sino a una supervivencia mayor de los niños y jóvenes. Estos grupos eran antes considerablemente mermados por las enfermedades prevalecientes, muchas de las cuales han desaparecido, o dejado de ser un problema social, gracias a los adelantos de la Medicina y a que se han mejorado las condiciones de higiene de la población (5).

No hay que olvidar a la población marginada que se mantiene fuera de los beneficios de tipo económico, cultural y social que el país en general ha conquistado. Las encuestas que el Instituto Nacional de la Nutrición ha realizado en diversos grupos de población (6), muestran que un 30% de mexicanos, o sea, algo más de 12 millones, comen fundamentalmente los productos de su milpa, y el maíz aporta entre el 60% y el 80% de las calorías totales. La clase obrera se encuentra un poco mejor, ya que su dieta es un poco más variada, pero aún insuficiente para una nutrición adecuada; se puede decir que la población que consume la dieta mestiza corresponde a la mitad de la población, o sea, a más de 20 millones de mexicanos.

Finalmente, existe un 20% de la población, unos 8 millones de habitantes, que son los consumidores de los mejores alimentos y que al hacerlo en exceso, condicionan que los promedios nacionales de disponibilidad de los alimentos sean más altos que los esperados de acuerdo a la realidad encontrada en las encuestas (7).

Hace falta cooperación internacional para resolver el problema de la falta de alimentos, pero la solución no es que algunos países distribuyan sus excedentes a otros (8). Es más conveniente que los países necesitados traten de aprovechar al máximo sus recursos y luchen por desarrollar una propia tecnología aplicable en su territorio nacional, ya que como dice el Dr. Parpia: "La Ciencia es Universal, pero la Tecnología es Regional" (9).

La creciente necesidad de encontrar nuevas fuentes nutricionales para suministrar proteínas a las áreas rurales en las que no se posee una adecuada variedad de alimentos, ha hecho necesario el idear métodos o procesos que utilicen los medios disponibles en la actualidad en dichas regiones -como en el caso de la soya- para lograr la elaboración de productos alimenticios sencillos, fácilmente preparables, con la ventaja de una gran versatilidad de productos, sustituyendo a alimentos difíciles de conseguir o productos base y adicionados o mezclados con la dieta característica de la región (10).

La soya ha sido una importante fuente de proteínas, grasa y sabor para el pueblo oriental durante miles de años (11). Una gran variedad de alimentos se desarrollaron a partir de la soya, siendo de los más importantes: shoyu (salsa de soya), tempeh (mezcla fermentada de arroz y soya), miso y tofu (queso obtenido a partir de la leche de soya, en China y Japón respectivamente).

El shoyu contribuye en aminoácidos a la dieta, aunque se usa más como saborizante que en el aspecto nutricional. El miso y tofu, contribuyen substancialmente a la nutrición, por su alto contenido en proteínas y grasa. El tempeh, es también rico en proteínas y grasa.

En los últimos años el cultivo de la soya en México se ha extendido, por lo que en la actualidad ya se cuenta con cantidades que pueden incorporarse a gran número de alimentos, colaborando así a la resolución de la falta de proteínas alimenticias. A la fecha, se han desarrollado productos alimenticios de bajo costo, como lo son:

-Tortillas a base de una mezcla de maíz nixtamalizado y soya (México)(12). En la Tabla I se muestran los resultados del estudio biológico desarrollado a este producto.

-Galletas y productos infantiles con alto contenido proteinico (México)(13). En la Tabla II se muestran los resultados del estudio biológico desarrollado a estos productos.

TABLA I

Valor nutritivo de las proteínas de tortillas enriquecidas con
soya por el método de nixtamalización de maíz-frijol soya.

(12)

| Porcentaje del frijol soya en la mezcla. | PER | NPU |
|--|-----------------------|------------------------|
| 0% | 1.8 [±] 0.05 | 28.0 [±] 0.50 |
| 8% | 2.5 [±] 0.32 | 38.1 [±] 0.60 |
| 16% | 2.6 [±] 0.22 | 41.8 [±] 0.20 |
| Caseína patrón | 3.0 [±] 0.15 | 61.0 [±] 0.80 |

NOTA: Los valores del PER (Rango de Eficiencia Proteica) y NPU (Utilización Neta de Proteínas) son reportados como: media[±]desviación estándar.

TABLA II

Utilización neta de proteínas en productos con soya.

(13)

| PRODUCTOS | TRIGO | SOYA | LISINA | NPU |
|-------------------------|-------|------|--------|-----|
| Leche de Soya | - | - | - | 62 |
| -Atole de Soya | - | - | - | 57 |
| Cereal Proteinado | - | - | - | 57 |
| Galleta con Soya | 81.5 | 18.0 | - | 61 |
| Galleta con Soya-Lisina | 81.0 | 18.0 | 0.5 | 66 |
| Caseína patrón | - | - | - | 62 |

Aunque la proteína de la soya es deficiente en metionina, es rica en lisina (14)(ver Tabla III); por tanto, su valor aumenta notablemente con la adición de metionina o con productos ricos en ella (harina de ajonjolí, P. E.J.), dando lugar a mezclas con valor biológico bastante alto (13).

La alimentación básica de México a nivel rural, se caracteriza por el maíz y el frijol, ambos con deficiencias en ciertos aminoácidos esenciales. En la Tabla IV se muestra el valor nutritivo de la soya como alimento, en una forma comparativa.

TABLA III

Cuadro comparativo de contenido de aminoácidos esenciales.
(g de aminoácidos / 100 g de protefmas) (14) (INN-INCAP)

| | SOYA | FRIJOL | MAIZ | TRIGO |
|--------------|------|--------|------|-------|
| Leucina | 3.8 | 3.7 | 18.5 | 6.5 |
| Isoleucina | 2.4 | 4.19 | 4.5 | 4.1 |
| Lisina | 1.8 | 6.1 | 1.5 | 2.5 |
| Metionina | 0.5 | 0.7 | 1.81 | 1.6 |
| Fenilalanina | 2.5 | 5.3 | 6.2 | 5.0 |
| Treonina | 1.9 | 4.8 | 3.3 | 2.7 |
| Triptofano | 0.5 | 1.1 | 0.3 | 1.3 |
| Valina | 2.6 | 5.1 | 5.2 | 4.6 |

TABLA IV

Análisis comparativo en composición química y contenido calórico. (contenido en 100 g de muestra comestible)(15)

| | SOYA | MAIZ | FRIJOL |
|-------------------|---------|------|--------|
| CENIZAS | 5-7 | - | 3.61 |
| PROTEINAS | 34.9 | 6.2 | 23.69 |
| GRASA CRUDA | 18.1 | 2.5 | 1.25 |
| FIBRA CRUDA | 2.5-3.0 | - | 4.28 |
| CARBOHIDRATOS | 32.5 | 47.7 | 57.17 |
| → CALORIAS (Kcal) | 347 | 355 | 335 |

Las características más ventajosas en el uso de la soya son las siguientes:

I.- Amplia zona de desarrollo (puede cultivarse hasta los 2100 mts de altura, según la variedad).

II.- Alto valor nutritivo.

III.- Puede ser adicionada o mezclada con la dieta característica de la región.

IV.- Grano preservable por largo tiempo.

V.- Versatilidad de productos, sustituyendo a alimentos difíciles de conseguir o productos base.

Desafortunadamente, por sus propiedades organolépticas, la soya ha tenido problemas para su aceptación (16)(17)(18), siendo de las más afectadas, el sabor y el olor, debidos principalmente a la acción enzimática de la lipoxidasa presente en el frijol. Por lo tanto, para un completo éxito de los productos de soya, principalmente en occidente, estos deben de estar libres de los sabores y olores conocidos comúnmente como de pintura (painty) o vegetal (beany), aunque son difíciles de eliminar o enmascarar (19).

Actualmente, existe una gran tendencia de dirigir la proteína vegetal hacia la alimentación humana; sin embargo, se han reportado datos (aún no comprobados científicamente) que indican que una dieta exclusivamente a base de proteína vegetal, aumenta la fertilidad en el ser humano, afectando por consecuencia el balance en el problema de la explosión demográfica nacional y mundial (20). Respecto a este hecho, se puede comentar que también entran en juego, factores de tipo socio-económico y cultural que deben ser tomados en consideración.

Nuevamente se debe hacer hincapié en que lo más recomendable sea una mezcla adecuada de proteína vegetal y animal, para lograr una buena nutrición según las necesidades del organismo humano. Sin embargo, en México no se conocen alimentos propiamente característicos con las propiedades nutritivas de la soya, en lo que a nivel rural respecta.

El método original utilizado para la obtención de harina completa de soya en áreas rurales (materia prima para la elaboración de los alimentos), fué el proceso ideado por Mustakas et al (1) en 1967 para uso en aldeas o pequeñas poblaciones de la India y de Africa del Sur, en donde el vapor y la electricidad son difíciles de tener por circunstancias varias.

Este proceso utiliza un equipo simple manual, compuesto por tres máquinas (marca CeCoCo): triturador, separador y molino (ver fotografías posteriores).

Con este equipo, seis trabajadores pueden obtener 136 Kg de harina de soya completa en 8 horas. El sistema de operación puede mejorarse en gran proporción por medio del uso del viento, agua, animales o cualquiera otra fuente de poder, con el consecuente aumento en la producción.

El proceso de Mustakas comprende 6 pasos (1):

- I. REMOJO DEL GRANO: Se efectúa en un recipiente con agua a 24°C o más (para minimizar la acción nociva de microorganismos). La relación es de 43 Kg en 208 lts. Se mantiene durante 4 a 6 horas, hasta que el grano haya crecido al doble de su tamaño original (más o menos 40% de humedad). Este remojo es necesario para un cocimiento uniforme.
- II. COCCION: En agua hirviendo durante 10 minutos. En altitudes cercanas o mayores a los 3000 mts, el período deberá alargarse hasta los 15 o 20 min.. Este cocimiento es necesario para que los granos de soya sean seguros como comestibles (por la destrucción de los factores antitripticos)(1)(21).
- III. SECADO: Se efectúa al aire en charolas o espacios abiertos (generalmente se necesita un área total de 86 m² para la producción de un día).

El contenido de humedad al final del secado deberá ser lo suficientemente bajo como para permitir la separación de la cáscara en el paso de ruptura o trituración (aproximadamente, 9% o menos).

Lavado

IV.- TRITURACION: Se efectúa en una máquina de marca CeCoCo (ver foto 1).

V.- SEPARACION: También sirve como fase de limpieza, y se basa en la diferencia de peso entre las cáscaras y los cotiledones, por acción de una corriente de aire (ver foto 2 y figura 1).

VI.- MOLIENDA: Se muele con diferentes grados de finura (según la deseada) hasta la obtención de harina completa de soya (sin desgrasar)(ver foto 3).

DIAGRAMA DE FLUJO: ver figura 2.

CALIDAD DEL PRODUCTO: en la Tabla V se muestran los resultados obtenidos del análisis del producto de este método.

La aplicación del método original de Mustakas (1) presenta ciertas ventajas y desventajas, específicamente en lo que respecta al remojo del grano utilizado en dicho proceso.

Entre ellas, se pueden mencionar las más importantes:

VENTAJAS:

- 1.- Asegura una expansión uniforme del producto durante los procesos térmicos, además de ser más tierno el producto.
- 2.- Incrementa la eficiencia de obtención del producto.
- 3.- Facilita la limpieza de los granos.

DESVENTAJAS:

- 1.- Necesidad de equipo de gran tamaño y el consecuente espacio que ocupa.
- 2.- Uso de gran cantidad de agua.
- 3.- El secado, que además de necesitar grandes áreas, ocasiona problemas bacteriológicos.
- 4.- La germinación del grano, que facilita el desarrollo del sabor vegetal característico de la soya.

En la Tabla VI se muestra un análisis comparativo de aminoácidos esenciales en proteína vegetal (soya) y en proteína animal (huevo y leche de vaca).

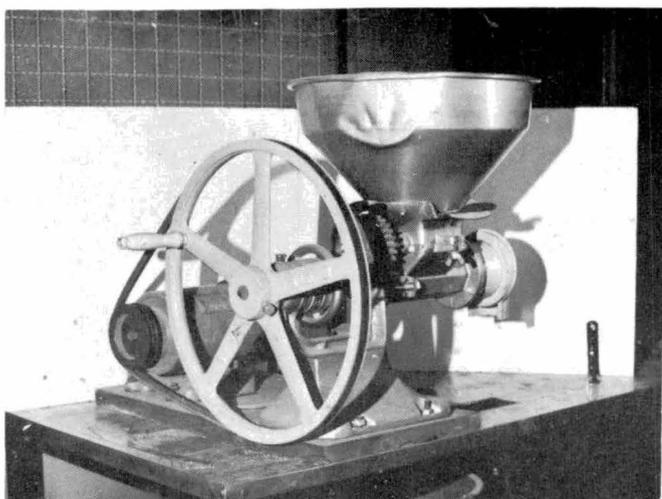


FOTO 1 TRITURADOR

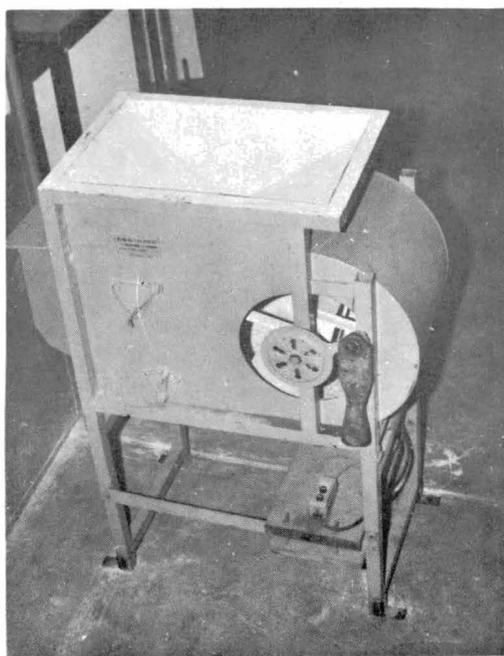


FOTO 2a SEPARADOR

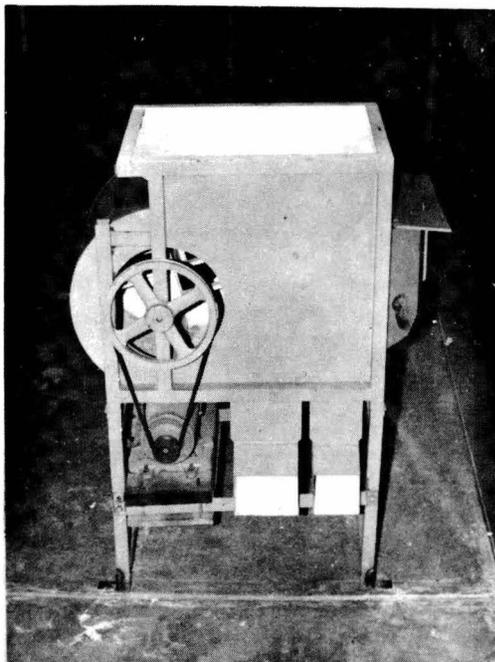


FOTO 2b SEPARADOR



FOTO 3 MOLINO

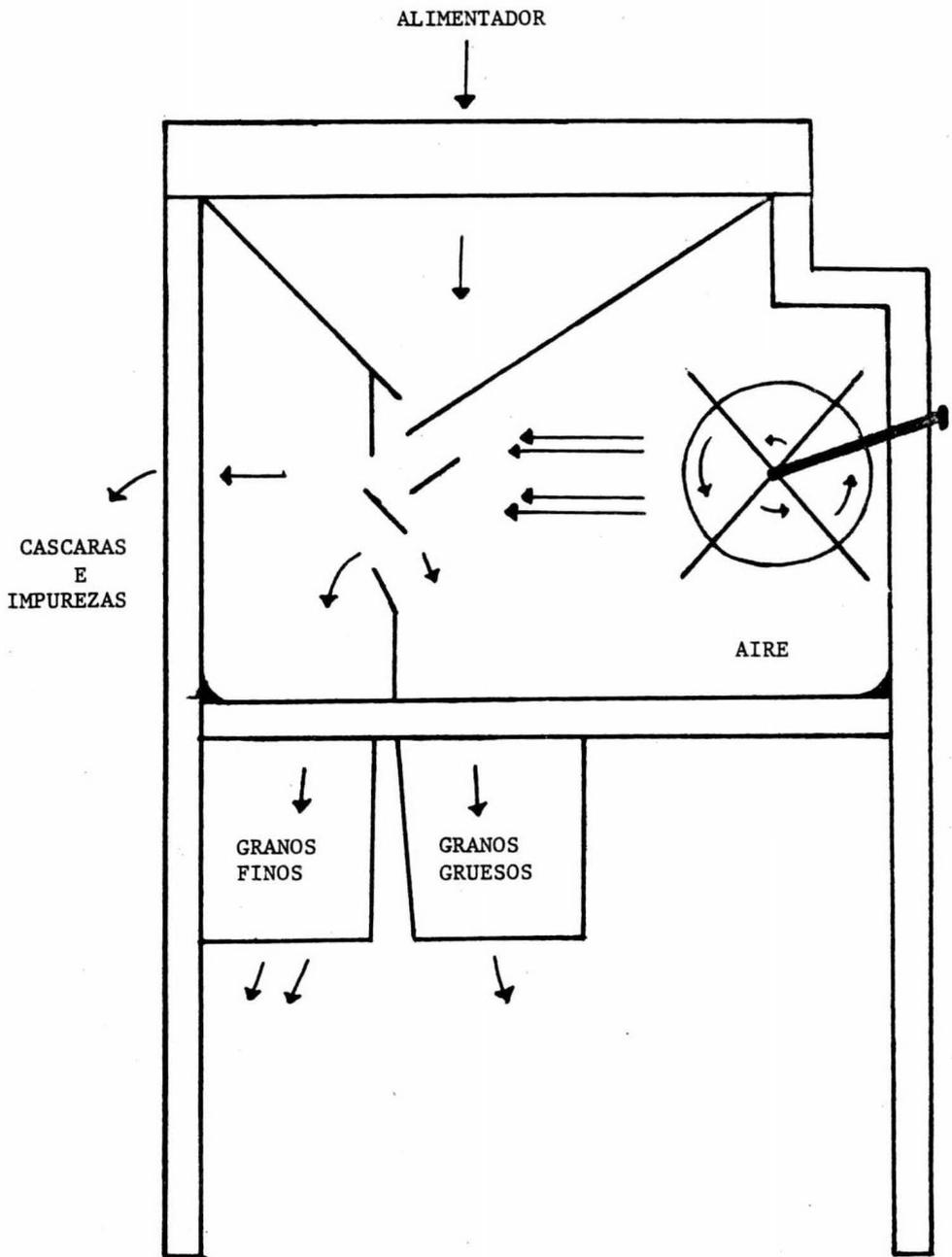


FIGURA 1

SEPARADOR

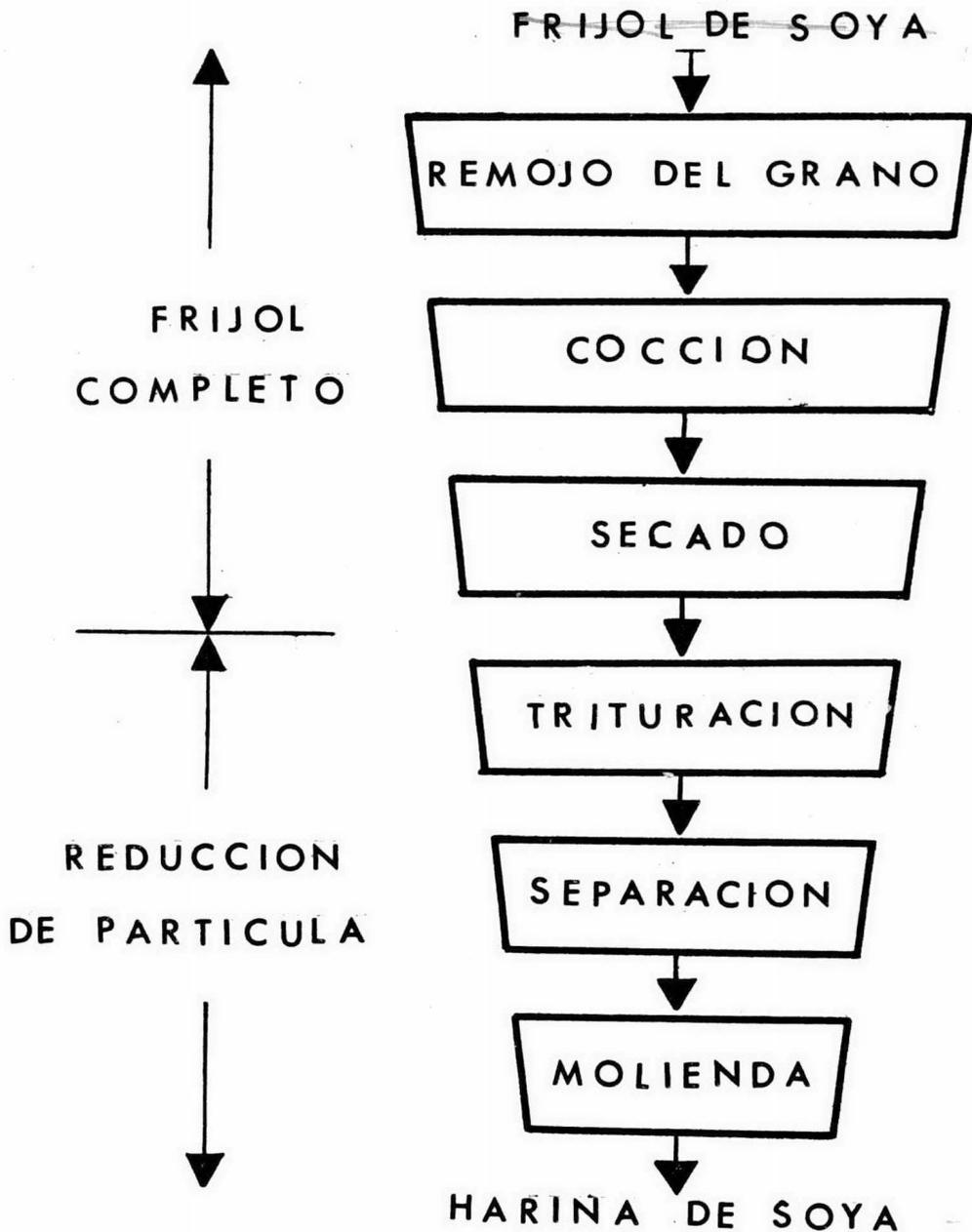


FIGURA 2 DIAGRAMA DE FLUJO
(METODO SEGUN MUSTAKAS ET AL)

TABLA V

Análisis de la harina de soya completa (según Mustakas et al).

(1)

| <u>CONSTITUYENTES</u> | <u>RANGO (%)</u> |
|---------------------------|---------------------------|
| PROTEINA | 41-42 |
| GRASA CRUDA | 20-23 |
| CENIZAS | 5-7 |
| HUMEDAD | 6-8 |
| FIBRA CRUDA | 2.5-3.0 |
| ACTIVIDAD DE UREASA | 0.0-0.1 |
| SOLUBILIDAD DE NITROGENO | 15-20 |
| LISINA DISPONIBLE | 6.0-6.5 |
| EFICIENCIA PROTEICA (PER) | 2.0 (CASEINA PATRON: 2.5) |

TABLA VI

Análisis comparativo de aminoácidos esenciales en proteína ve-
getal (soya) y en proteína animal (huevo y leche de vaca) (22)

(g de aminoácido / 100 g de proteína)

| | SOYA | HUEVO | LECHE DE VACA |
|--------------|------|-------|---------------|
| Lisina | 7.20 | 6.60 | 7.30 |
| Isoleucina | 4.90 | 7.50 | 6.36 |
| Treonina | 4.60 | 4.20 | 4.60 |
| Valina | 4.90 | 7.20 | 6.85 |
| Leucina | 7.50 | 9.40 | 9.83 |
| Triptofano | 1.10 | 1.40 | 1.40 |
| Metionina | 1.00 | 3.80 | 2.45 |
| Fenilalanina | 4.80 | 5.80 | 4.85 |

MÉTODOS Y MATERIALES

En este trabajo de tesis, a fin de eliminar las desventajas del proceso original de Mustakas (1) mencionadas en el capítulo anterior, se sugiere el siguiente proceso modificado. La materia prima utilizada fué frijol de soya en grano de la variedad "CAJEME". Los equipos utilizados fueron de la marca CeCoCo (se muestran en fotografías anteriores).

PROCESO DESARROLLADO:

I.- TRITURACION: Se efectúa en seco, utilizando el triturador indicado.

II.- SEPARACION: Se efectúa en seco, utilizando el separador indicado.

III.- MOLIENDA: Se efectúa en seco, utilizando el molino indicado.

IV.- COCCION: Se pone en agua en ebullición durante 15 o 20 min.. La relación es de 7 veces el peso de la soya molida en agua, o sea, 7 partes de agua por 1 de soya.

V.- REPOSO: A temperatura ambiente; el objeto, es dejar sedimentar y separar las 3 diferentes fases: líquida (fase I), semisólida (fase II) y sólida (fase III), que se indican más adelante.

No se debe dejar pasar un período mayor de 5 min. entre el paso de molienda y el de cocción, ya que de esta manera se disminuye el sabor vegetal característico de la soya en gran proporción.

El tiempo de cocción también es de fundamental importancia en lo que respecta a dureza y destrucción de los factores antinutricionales (factores antitripticos principalmente).

Se ha visto que una cocción mínima de 40 minutos es necesaria para lograr una aceptable dureza de la soya en grano al paladar (sin embargo, esto en realidad dependerá del tipo o variedad de soya de que se trate). Para la destrucción de los factores antitripticos, un tiempo mínimo de 10 minutos es lo adecuado para la cocción (21).

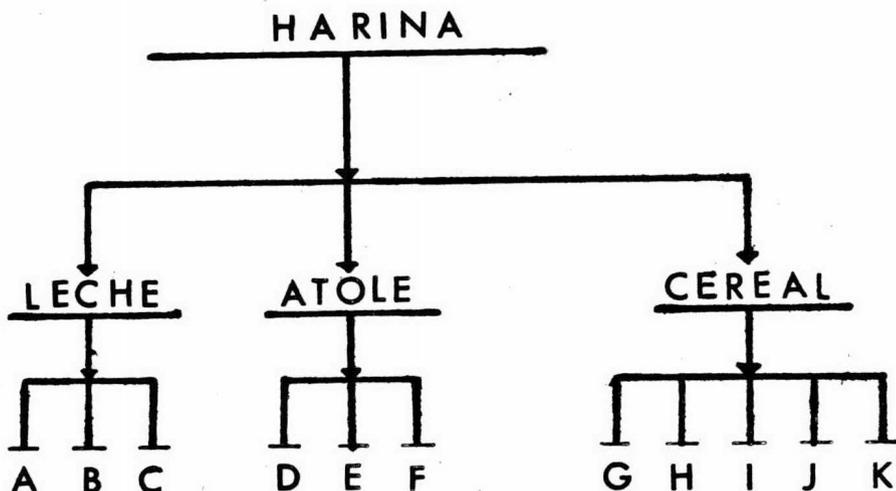
A partir del paso V en donde se obtienen las 3 fases anteriormente mencionadas, se procede a la elaboración de los distintos alimentos ideados. Con este proceso, se obtiene no solamente leche de soya (fase I), sino también un líquido espeso (fase II) que en México se conoce con el nombre de "atole" y un producto sólido (fase III) al que llamaremos cereal en su forma seca, o pasta en su forma húmeda.

Estos son los tres productos básicos a partir de los cuales se puede elaborar una amplia variedad de alimentos dependiendo de la dieta tradicional y de otras facilidades encontradas en la región.

La pasta o cereal (fase III) puede ser usada como alimento humano o animal. También puede ser secada en hornos tradicionales para hacer galletas o pan, o molida nuevamente hasta tener una harina que puede ser combinada con maíz o trigo, para la elaboración de tacos, sopas, pasteles, combinado con arroz y cebolla, etc.. De esta forma, puede preservarse por largo tiempo. Otra forma sería el mezclar dicho polvo de soya con leche animal (de cabra, vaca, etc.) para elaborar cajetas enriquecidas de gran duración.

El líquido espeso (fase II) puede ser usado como "atole" directamente o como una sopa mezclada con vegetales característicos de la región, tales como papas, zanahorias, cebollas, etc..

También, la leche de soya (fase I) puede ser utilizada para elaborar queso. Aquí nuevamente se ve la necesidad de pensar en un proceso sencillo y tradicional para la producción del "cuajo" a través de acidez y/o calentamiento. Esto puede ser hecho usando frutas cítricas de la región.



- A - QUESO (por precipitación ácida)
- B - BEBIDAS DULCES (mezcla con frutas)
- C - PAN, GALLETAS Y POSTRES DULCES (mezcla con cereal de soya y harinas)
- D - ATOLE DULCE (mezcla con especias, cacao, pasas, etc.)
- E - ATOLE (utilizado directamente)
- F - SOPAS (mezcla con papas, cebollas, zanahorias, etc.)
- G - GUISADOS (mezcla con condimentos)
- H - PAN, GALLETAS Y POSTRES DULCES (mezcla con leche de soya y harinas)
- I - SUBSTITUTO CARNICO (mezcla con carne)
- J - POSTRES Y CEREALES DULCES (mezcla con frutas)
- K - TORTILLAS (mezcla con harinas)

FIGURA 3 DIAGRAMA DE ELABORACION DE ALIMENTOS

El diagrama de elaboración de los alimentos se muestra en la figura 3 (ver página anterior).

ELABORACION DE ALIMENTOS

1) ALIMENTOS DULCES.

PAN Y GALLETAS

El cereal o pasta (fase III) obtenido del paso V del proceso, se puede utilizar sólo o combinado con otro tipo de cereales (maíz, trigo, etc. según el disponible) de acuerdo a la siguiente fórmula base:

Para elaborar PAN:

1 taza de cereal de soya (fase III) (más o menos 200 g).

1 taza de harina de trigo (no refinada).

1 taza de leche de soya (fase I).

1/2 cucharadita de bicarbonato de sodio (si está disponible), o 1/2 trozo de levadura natural, o 1/2 vaso (más o menos 100-150 ml) de cerveza o pulque de magüey.

1/2 taza de azúcar morena (no refinada) o piloncillo. Esto se puede aumentar o disminuir según se quiera un pan de tipo dulce o salado.

Sal al gusto.

Horneado a más o menos 200°C durante 25-30 min., en un recipiente o molde. Esta temperatura puede ser alcanzada fácilmente en cualquier tipo de horno por rudimentario que este sea (de ladrillos, de adobes, de tierra, etc.).

Para elaborar GALLETAS:

1 taza de cereal de soya (fase III) (más o menos 200 g).

1 taza de harina de maíz nixtamalizada.

1/2 taza de leche de soya (fase I).

1/2 cucharadita de bicarbonato de sodio, o levadura natural,

o cerveza, o pulque de magüey.

1/2 taza de azúcar morena (no refinada) o piloncillo.

Horneado a más o menos 200°C por 20 min., en una plancha o superficie de metal.

Nótese claramente que en la elaboración de estos alimentos se prescinde completamente del uso de leche natural de vaca o cabra, del uso de huevo y de cualquier otro tipo de alimento que sea difícilmente disponible para la población rural marginada, los cuales han sido substituidos eficazmente por los productos de soya.

BEBIDAS DULCES (REFRESCOS)

La leche de soya (fase I) obtenida en el paso V del proceso se mezcla con el jugo o papilla de frutas no ácidas (obtenido por exprimido) para obtener un líquido fresco de color agradable a la vista, dulce al paladar y de aroma característico; todo esto impartido según la fruta empleada. Para desarrollar este producto, se utilizaron: mamey, chicozapote y chimoya.

Para mejorar el sabor, se puede agregar azúcar o miel y especias al gusto. Con objeto de eliminar el sabor o resabio característico a soya, se puede hervir también con un poco de bicarbonato de sodio (si se tiene disponible) en relación de 1 Kg por cada 100 Kg de agua.

POSTRES DULCES

El cereal obtenido del paso V del proceso (fase III), se mezcla con miel para obtener un dulce agradable al paladar de tipo crocante. También se puede mezclar con frutas (plátano, P.EJ.) y leche de soya (fase I), formando una papilla para la alimentación de infantes.

ATOLES

El líquido espeso (fase II) obtenido del paso V del proceso, se mezcla con productos aromáticos naturales, tales como canela, vainilla, cacao, chocolate, pasas, etc., con objeto de enmascarar lo más posible el sabor y olor característicos de la soya, obteniéndose un alimento dulce agradable al paladar muy típico del país. También se puede obtener este líquido espeso directamente, disminuyendo la cantidad de agua presente en la leche de soya (fase I), concentrándola por medio del calentamiento moderado para no quemar el alimento.

2) ALIMENTOS SALADOS.

QUESO DE SOYA

A partir de la leche de soya (fase I) obtenida en el paso V del proceso, se procede a efectuar una precipitación de las proteínas presentes por medio de la acción ácida del jugo de frutas cítricas (naranja, limón, lima, toronja, etc.) o con jugo de piña fermentado (pH 3), jugo de manzana fermentado (pH 3.5), etc.; todo esto con un calentamiento simultáneo hasta ebullición. La precipitación de proteínas es en base a su punto isoeléctrico de 4.5, en este caso.

La cantidad adicionada de jugo dependerá de la cantidad de leche de soya que se tenga, así como de la acidez de la fruta utilizada. Una vez lograda la precipitación de las proteínas (esto es fácilmente distinguible, ya que se forma un "cuajo" característico de la leche cortada) se sigue el método normal casero en la elaboración de quesos:

-DESUERADO (por medio de un prensado a través de una tela o manta de poro fino dispuesta en varias capas).

-AMASADO (manual, agregándole cantidades suficientes de sal y chile al gusto, según lo característico de la región).

-MOLDEADO (en cualquier tipo de molde que se desee o de que se disponga).

Debe de hacerse notar sin embargo, que la desnaturalización de proteínas por medio del calentamiento, puede traer con consigo un decremento en la calidad de las proteínas presentes.

Para preservar el queso por más tiempo, además de agregar sal, se puede recubrir con una capa fina de cera de candelilla (23)(24)(25)(26), recubrir con una capa de chile en polvo, o bien envolver en hojas de diversas plantas al estilo tamal. También se puede efectuar un ahumado del queso (en su parte exterior), quemando ramas y hojas verdes (26).

Se obtiene un queso añejo similar al que se usa ampliamente en México y que se denomina "Cotija". Este tipo de queso puede durar de tres a cuatro meses sin descomponerse. Para lograr una mayor aceptabilidad, se le agrega el chile (que posee un alto contenido de Retinol o Vitamina A preformada y de Vitamina C) que además de ser un complemento en el valor nutritivo del queso, es un condimento característico en todas las regiones del país. Por ejemplo, el chile guajillo seco, contiene 3281 microgramos equivalentes de Retinol o Vitamina A preformada (22).

El experimento se efectuó tanto con jugo de naranja como con jugo de limón.

Con jugo de naranja:

pH original del jugo de naranja: 3.5

pH original de la leche de soya: 10

Se adicionaron 700 ml de jugo de naranja (cantidad contenida en más o menos 5 frutos) a 2000 ml de leche de soya, con un contenido aproximado de 4% de proteínas por ml.

pH final de la mezcla de ambos: 4.6

Con el calentamiento simultáneo hasta ebullición se obtiene la precipitación de proteínas y se procede a elaborar el queso.

Con jugo de limón:

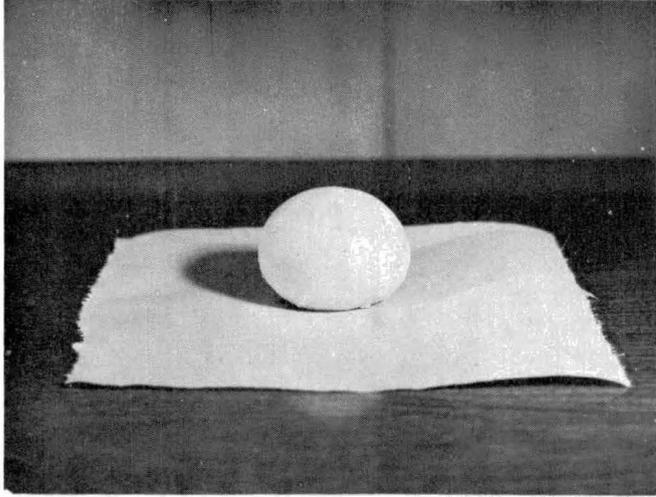
pH original del jugo de limón: 1.5

pH original de la leche de soya: 6.5

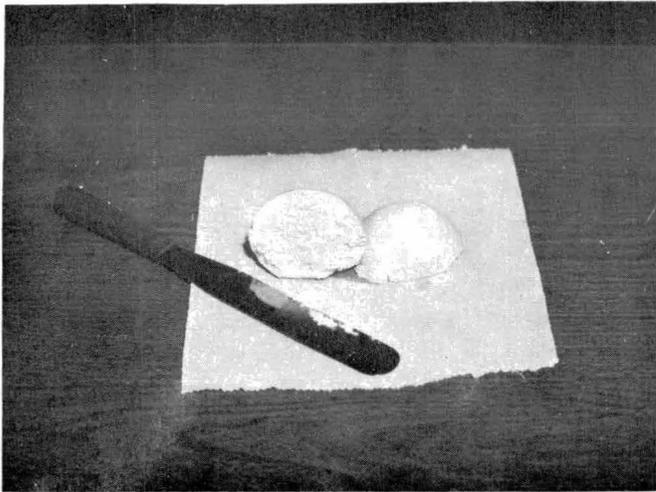
Se adicionaron 160 ml de jugo de limón (cantidad contenida en más o menos 6 frutos, con aproximadamente 25 ml c/u) a 2240 ml de leche de soya, con un contenido aproximado de 4% de proteínas por ml.

pH final de la mezcla de ambos: 4

Con el calentamiento simultáneo hasta ebullición se obtiene la precipitación de proteínas y se procede a elaborar el queso.



QUESO DE SOYA



SOPAS

El líquido espeso (fase II) obtenido del paso V del proceso, se mezcla con vegetales tales como papas, zanahorias, cebollas, etc. o con arroz y la pasta húmeda (fase III) obtenida también en el paso V del proceso.

FRIJOLES

Otra forma de preparar guisados, es directamente a partir del grano entero de soya (previo remojo) o a partir del cereal (fase III) obtenido en el paso V del proceso. Se ponen a cocinar con verduras, sal, condimentos en general, etc.; de la misma manera que si se estuviesen preparando lentejas, garbanzos o frijoles. Lo único que cambia es el tiempo de cocción necesario para lograr una dureza aceptable al paladar y que dependerá del tipo o variedad de soya de que se trate.

ALIMENTO ANIMAL

La leche de soya (fase I) puede utilizarse para alimentar ganado y animales de cría (2), en forma directa o mezclada con otras sustancias fortificantes y aún con cierta parte de leche natural (de vaca, cabra, etc.). El cereal (seco) o pasta (húmeda) (fase III en ambos casos) puede mezclarse con los alimentos sólidos del ganado (alfalfa, sorgo, cebada, etc.).

RESULTADOS Y DISCUSION

El rendimiento y análisis de proteínas (según método AOAC) (27) de los productos básicos a partir de 1 Kg de grano de soya, con la adición de aproximadamente 7 litros de agua para el proceso de cocción, son los siguientes:

| | | |
|------------------------------|-----------|------------------------------|
| LECHE (fase I) | 6 - 7 lts | 4% PROTEINAS |
| "ATOLE" (fase II) | 2 - 3 lts | 8% PROTEINAS |
| PASTA O CEREAL (fase III) | 2 - 3 Kg | 18% PROTEINAS (BASE SECA) |

De los alimentos elaborados, a todos se les hizo también el análisis de proteínas (27), ya que era el aspecto de mayor importancia que interesaba, de los cuales se obtuvieron los siguientes datos:

| | |
|----------|------------------------------|
| GALLETAS | 36% PROTEINAS |
| PAN | 30% PROTEINAS |
| QUESO | 26% PROTEINAS (BASE SECA) |

Comparativamente, el método desarrollado presenta las ventajas siguientes:

- a) Elimina el uso de gran cantidad de agua para el remojo.
- b) Elimina problemas bacteriológicos (contaminación mínima).
- c) Elimina la utilización de áreas abiertas para el secado.

d) Elimina períodos extensos de tiempo para el proceso, y por tanto, evita un incremento en el desarrollo del sabor vegetal.

e) Se pueden obtener diversas fases con las que se pueden obtener diferentes productos alimenticios, a diferencia del proceso original de Mustakas (1), que sólo obtiene la harina.

f) Es un estímulo para el logro del trabajo en equipo, tanto en comunas como en ejidos.

CONCLUSIONES

El futuro de la alimentación de México y del mundo, va a depender en gran parte de que la tecnología de alimentos sea capaz de aprovechar las fuentes poco tradicionales para ponerlas, en forma aceptable, a disposición de la población y en especial a disposición de las áreas rurales, que representan la mayoría de la población tanto en México como en el mundo entero. Es por tanto, que el proceso expuesto en esta investigación se considera adecuado a las necesidades nacionales, tanto en lo que respecta a la resolución de la deficiencia proteica como en la ayuda alimenticia en favor de las áreas rurales marginadas del país.

La labor desarrollada en la presente investigación, en base al proceso manual simple ideado por Mustakas (1), permitió obtener diversas maneras naturales de desarrollar alimentos a través de técnicas de arte tradicionales y sencillas, aplicables a cualquier área rural en México que posea o que pueda poseer una autosuficiente producción de soya, además de contribuir a disminuir la deficiente dieta proteica alimenticia del nivel rural nacional.

El uso de la soya como alimento, también está enfocado hacia los animales, con objeto de mejorar la producción existente para obtener proteína animal de animales domésticos (V. gr. cabras, vacas, cerdos, conejos o aves); dependiendo esto, de las diferentes condiciones y de la localidad rural.

Se han mencionado solamente algunos de los varios productos que se pueden elaborar. Esto puede mejorarse por el conocimiento de las necesidades y de los medios disponibles a nivel rural.

Dados los resultados de esta investigación, se puede considerar que sí se logró el propósito planteado en un principio.

Asimismo como recomendaciones, se puede decir que este trabajo abre las puertas para un amplio y extenso estudio de diversas investigaciones, como lo son:

- el conocimiento de los recursos naturales aprovechables en México,

- el aprovechamiento de desechos,

- el conocimiento y mejoramiento de tecnologías primitivas (técnicas de arte tradicionales), y

- la explotación de zonas áridas.

De esta manera, es una creencia personal que el futuro de la resolución alimenticia es muy amplio y que el presente trabajo representa solamente una pequeñísima contribución en este campo de la investigación.

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Mustakas, G., Albrecht, W., Bookwalter, G. and Griffin, E..
"Full-fat soy flour by a simple process for villagers"
U.S.D.A., August 1967, ARS-71-34
- 2.- Explotación de una Unidad Productora de Leche de Soya
(vaca mecánica MRC)(Estudio de Prefactibilidad)
Guad., Jal., Noviembre 1973, Plan Lerma, 42
- 3.- Lery, F.
"La Alimentación"
Ed. Martínez Roca, S.A.; Barcelona, 1968, 5, 7, 9
- 4.- "Presión Demográfica y Desarrollo Agrícola"
Comercio Exterior, 1966
- 5.- Alarcón, D.
"México y el Problema de la Sobrepoblación Mundial"
"Necesidad de planear la población"
Facultad de Medicina, 11:757, 1965
- 6.- Encuestas Nutricionales en México
División de Nutrición L-1
2a. Ed., I.N.N., México, 1965
- 7.- Ramírez, J.
"La Economía y la Nutrición Humana"
"El Caso México"
División de Nutrición, I.N.N., 1967
- 8.- Mendoza, E.
"El Valor de las Mezclas Proteicas en la Alimentación Humana"
Rev. Tecnol. Aliment. (Méx.)
4:5, 1969

- 9.- Parpia, H.
Secretario de la Oficina General de la F.A.O.
Conferencia sustentada en ATAM (Asociación de Técnicos
en Alimentos de México, A.C.), México, 1974
- 10.- Youngs, A.
"Developing Countries Need Food Technology Extension"
Food Tech., Vol. 20, No. 4, April 1974, 97-104
- 11.- Hesseltine, C. and Wang, H.
"Fermented Soybean Food Products"
in "Soybeans: Chem. and Tech."
Eds. Smith, A. and Circle, S.
Vol. 1, Chap. 11, 389-419
Westport, Conn., 1972
- 12.- Pérez-Villaseñor, J., R, del Valle, F. y Saleme, M.
"Enriquecimiento de las tortillas con proteínas de
soya por medio de la nixtamalización de mezclas de
maíz y frijol de soya"
Rev. Tecnol. Aliment. (Méx.)
9:24-27, 1974
- 13.- Mendoza, E., Chávez, A., Bourges, H. y González, M.
"Diseño y Evaluación de productos infantiles en la
División de Nutrición del Instituto Nacional de la
Nutrición (I.N.N.)"
Rev. Tecnol. Aliment. (Méx.)
8:263-271, 1973
- 14.- Bressani, R.
"Fuentes Vegetales"
Rev. Tecnol. Aliment. (Méx.)
6:31, 1971

- 15.- Documenta Geigy
Tablas Científicas
6a. Ed., Basilea, Suiza, 518-521, 1965
- 16.- Johnson, D.W.
"Marketing Soy Protein Products and Problems of Acceptance
in Foreign Countries"
Proc. Int. Conf. on Soybean Protein Foods (Peoria, Illinois)
Agr. Res. Service, U.S.D.A., 1966
- 17.- Steggerda, F.R., Richards, E.A. and Rackis, J.J.
"Effect of various Soybean Products on Flatulence in Adult"
Kan Soc. Expt. Biol. Med. 121, 1235, 1966
- 18.- Badui, S.
"Breve exámen de los problemas de aceptación de productos
alimenticios a base de soya (flatulencia)"
Rev. Tecnol. Aliment. (Méx.)
8:116-122, 1973
- 19.- Berra, R.
"Efecto del remojo en algunas propiedades físicas, bioquí-
micas y organolépticas de la soya"
Rev. Tecnol. Aliment. (Méx.)
9:76-84, 1974
- 20.- De Castro, J.
"Geopolítica del Hambre"
Vol. I y II
Ed. Barcelona, 1973
- 21.- Berra, R.
"Utilization of soybean in a canned bean product"
Master of Science Thesis
Urbana-Champaign, Illinois, 1971

- 22.- Hernández, M., Chávez, A. y Bourges, H.
"Valor Nutritivo de los Alimentos Mexicanos"
(Tablas de Uso Práctico)
Publicaciones de la División de Nutrición L-12
6a. Ed., I.N.N., México, 1974
- 23.- Paredes-López, O., Camargo-Rubio, E. y Ramírez-Montes, A.
"Películas protectoras para la conservación de frutas"
Rev. Tecnol. Aliment. (Méx.)
9:68-75, 1974
- 24.- Morales, J. y Lomelín, J.
"Prolongación del período de almacenamiento de frutas por
tratamientos superficiales"
Rev. Tecnol. Aliment. (Méx.)
9:115-124, 1974
- 25.- Seade, G.
Comunicación personal, 1974
- 26.- Berra, R., Seade, G. y Pontecorvo, A.
Investigaciones actualmente en estudio.
- 27.- AOAC (Association of Official Analytical Chemists)
"Official Methods of Analysis"
Eleventh Edition, 16-17, 1970