

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO
FACULTAD DE QUIMICA



**ESTUDIO SOBRE LA UTILIZACION DEL FRIJOL SOYA
(GLYCINE MAX) COMO EXTENSOR EN LA INDUSTRIA
LECHERA. II. QUESO**

FLORANGEL OROZCO ROBLES
QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

1978



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

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

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

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO
INSTITUTO DE QUÍMICA

m.t. ~~373~~ 314



ESTUDIO SOBRE LA UTILIZACIÓN DEL FENOL EN
INDUSTRIAS COMO EXTENSOR EN LA INDUSTRIA
QUÍMICA Y QUÉMICA

ESTUDIO SOBRE LA UTILIZACIÓN DEL FENOL EN
INDUSTRIAS COMO EXTENSOR EN LA INDUSTRIA
QUÍMICA Y QUÉMICA

PRESIDENTE : Prof. Ninfa Guerrero de Callejas.
VOCAL : Prof. Rubén Berra García-Coss.
SECRETARIO : Prof. Luis Raúl Tovar Galvez.
1er. SUPLENTE : Prof. Gilberto Villela Tellez.
2o. SUPLENTE : Prof. Alejandro Garduño Torres.

Jurado asignado originalmente según el tema.

Sitio donde se desarrolló el tema:

Departamento de Alimentos
División de Estudios Superiores
Facultad de Química
U.N.A.M.

Sustentante: Florangel Orozco Robles.

Asesor del Tema: M en C. Rubén Berra García-Coss.

INDICE

| | Página |
|------------------------------------|--------|
| I. OBJETIVO | 3 |
| II. GENERALIDADES | 3 |
| III. ANTECEDENTES | 6 |
| IV. MATERIALES Y METODOS | 30 |
| V. RESULTADOS Y CONCLUSIONES | 35 |
| VI. BIBLIOGRAFIA | 42 |

I. OBJETIVO.

El objetivo que se pretende con este trabajo es obtener un ali-
mento tipo "Queso", es decir, que presente características físicas,
químicas y organolépticas semejantes a las del queso fresco. Utili-
zando para ésto leche de vaca y el extracto acuoso del frijol soya -
(leche de soya) como materias primas, así como también, métodos
y materiales de obtención sencillos que sean fácilmente aplicables a
nivel casero y a nivel industrial.

Con ésto esperamos tener un aumento en el rendimiento de la
producción de queso, conservando su calidad nutritiva y a un precio
accesible para las personas de escasos recursos.

II. GENERALIDADES.

Uno de los factores más importantes en la evolución de los pueblos es su alimentación.

De acuerdo con estudios especializados, el dieciocho por ciento de los mexicanos sufre de distintos grados de desnutrición*. Cabe aclarar la diferencia entre hambre y desnutrición. El hambre es la necesidad de energía, de calorías, es la falta de volúmenes de comida. La desnutrición es un proceso metabólico que se caracteriza por la falta de nutrientes. La carencia puede ser de proteínas, vitaminas, etc. El organismo se altera a resultas de esta ineficiencia.

El ser humano requiere para su desarrollo y funcionamiento de una dieta balanceada que contenga ciertas cualidades de los diferentes alimentos nutritivos básicos, los que se deben tomar juntos en ciertas proporciones relativas aproximadas, para obtener los mejores resultados nutricionales y de acuerdo con la edad, sexo, grado de actividad y clima. (2, 15, 17, 19)

El problema alimentario en México, se puede reducir a la disponibilidad y calidad de los productos alimenticios. El primer aspecto está íntimamente relacionado a la producción de los alimentos y

Datos del Centro de Investigación y Estudios Avanzados del I.P.N.

al incremento de la población.

Haciendo uso de datos estadísticos publicados por el Instituto Nacional de la Nutrición, se ve que a partir de 1965 el incremento de la población es superior al de producción de alimentos (19), lo que ha causado una disminución en la disponibilidad de los alimentos en nuestro país.

El segundo problema está relacionado a la pérdida de alimentos por deficiencia en vías de comunicación, manejo y transporte inadecuado. Se han considerado hasta más del cuarenta por ciento de -- pérdidas por este concepto. (19)

Tal es el caso en el que se encuentra el problema de la disponibilidad de leche y sus productos. Y de ahí, el objetivo de este trabajo.

El valor alimenticio de una proteína en particular se determina por su composición en aminoácidos de los cuales se consideran esenciales ocho de ellos (triptofano, fenilalanina, lisina, treonina, valina, leucina, isoleucina y metionina), por ser elementos que el organismo humano no puede elaborar en suficiente cantidad a partir de otros ingredientes y deben estar siempre presentes en el alimento ingerido.

Los alimentos de origen vegetal suministran proteínas, pero varía considerablemente la proporción que contienen de los aminoácidos esenciales. (15, 19)

Al existir una mezcla de proteína animal y vegetal, el valor nutritivo se presenta de una manera favorable.

Un sencillo análisis comparativo de los extractos proteicos de leche de vaca y leche de soya se muestran en el Cuadro I.

CUADRO I

ANALISIS COMPARATIVO DE EXTRACTOS PROTEICOS

| | L. SOYA | L. VACA |
|------------------------|---------|---------|
| PROTEINA | 86.00 % | 87.00 % |
| HUMEDAD | 7.00 % | 8.00 % |
| GRASA | 0.30 % | 2.80 % |
| CENIZAS | 5.00 % | 2.00 % |
| FIBRA CRUDA | 0.03 % | 0.00 % |
| AMINOACIDOS ESENCIALES | | |
| Isoleucina | 5.00 | 6.10 |
| Fenilalanina | 5.90 | 5.00 |
| Leucina | 7.90 | 9.20 |
| Tirosina | 4.60 | 6.30 |
| Lisina | 5.70 | 8.20 |
| Treonina | 3.80 | 4.90 |
| Metionina | 1.30 | 2.80 |
| Triptofano | 1.00 | 1.70 |
| Cistina | 1.00 | 0.34 |
| Valina | 5.20 | 7.20 |

III. ANTECEDENTES.

A. QUESO

1.- INTRODUCCION.

El queso es un alimento universal que se produce en casi todas las regiones del globo a partir de leche de diversas especies de mamíferos. Los quesos se encuentran entre los mejores alimentos del hombre, no solamente por su acusado valor nutritivo sino también en razón de las cualidades organolépticas extremadamente varias que posee.

El queso es una forma de conservación de los componentes insolubles de la leche; la caseína y la materia grasa. Se obtiene de la coagulación de la leche seguida del desuerado en el curso del cual el lactosuero se separa de la cuajada.

En términos generales, la fabricación del queso se caracteriza por la transformación de un alimento perecible de gran contenido de humedad (leche), en un alimento compacto de bajo contenido de humedad, de larga conservación y de alto valor nutritivo.

La transformación de la leche en queso es de gran importancia económica y social puesto que permite conservar la leche en forma natural, con el objeto de transportarla a los centros de consumo para su

fácil comercialización. Por otra parte, permite aprovechar los excedentes de leche en temporadas principalmente de lluvias, y en ésta forma mantener durante todo el año en forma regular, el activo ciclo de trabajo creado por el productor de leche, industria y mercado. Además la industria quesera en nuestro país está localizada en su gran mayoría en centros rurales, hecho que permite captar directamente la producción lechera del ejidatario y pequeño propietario, lo cual estimula la actividad productiva en el medio rural mexicano.

2.- COMPOSICION DEL QUESO Y VALOR ALIMENTICIO EN GENERAL

Para determinar el valor alimenticio del queso es necesario conocer en primer lugar su composición. El queso está constituido de un extracto seco insoluble (a. Protefnas-casefna, b. Materia grasa, c. Sales minerales-principalmente fósforo y calcio, d. vitaminas liposolubles) de un extracto seco soluble (a. Lactosa, en forma de ácido láctico, b. Sales minerales solubles, c. Protefnas solubles, d. Vitaminas hidrosolubles) y agua.

En relación al agua, ésta es variable según el tipo y variedad de queso, pudiendo ir desde un veinticinco por ciento, como es el caso de algunos quesos tipo Grana, hasta un ochenta y dos por ciento como el caso de algunos quesos frescos.

Desde el punto de vista nutritivo, el queso puede ser considerado como un concentrado de leche, sabroso y de gusto característico. Aproximadamente el cincuenta por ciento de los sólidos de la leche se encuentran en solución y son: Lactosa, materias nitrogenadas solubles y sales minerales solubles.

En esta forma el queso representa una ventaja por su digestibilidad y en consecuencia para considerar su valor biológico respecto a la leche, pues ésta en algunos individuos puede provocar una indigestión por la ausencia en ellos de la enzima lactasa, necesaria para la digestión de la lactosa presente en la leche natural o ciertas alergias a la albúmina y caseína.

Es muy importante señalar también que las enzimas coagulantes, renina y pepsina (cuajo), empleadas para la obtención del queso son además enzimas proteolíticas, lo que favorece la caracterización de los quesos en relación a su sabor y aroma que resulta de la proteólisis y ésto induce a que el producto sea de más fácil digestión.

En el caso de los bebés y los niños que por razones fisiológicas, la leche les sea intolerable en su digestión, la eliminación de este producto podría originar un aporte insuficiente de calcio o riboflavina, en tal caso, el queso ocupa un lugar importante para reemplazar la leche (1, 11, 21).

3.- TECNOLOGIA.

Para la elaboración del queso, el primer paso a seguir es la pasteurización de la leche.

La pasteurización de la leche, como se sabe, es el mejor medio de destruir las bacterias patógenas y las formas vegetativas de los microorganismos perjudiciales, así como las enzimas de la leche. La pasteurización debe ser aplicada de modo de conseguir resultados efectivos bajo el punto de vista microbiológico sin alterar el equilibrio de los elementos químicos y el estado físico de la leche.

Las temperaturas en las que se lleva a cabo la pasteurización son a 64°C. durante treinta minutos y refrigeración a 5°C. o bien a 72°C. durante quince segundos y refrigeración a 5°C. (1).

En realidad, a pesar de que la caseína es muy resistente a la acción del calor, parece que las temperaturas altas afectan las uniones entre el calcio, el fósforo y la caseína, provocando insolubilidad de las sales de calcio de la leche.

Una consecuencia de la pasteurización, es el aumento del rendimiento quesero. Ello se debe a tres causas:

- desnaturalización de las proteínas solubles cuya intensidad es proporcional a la temperatura alcanzada.
- mejor retención de la materia grasa en la cuajada.
- insolubilidad de una parte de las sales minerales (1, 8, 18, 21)

COAGULACION DE LA LECHE. Para poder comprender los cambios que se verifican durante la formación y trabajo de la cuajada, es conveniente presentar previamente algunas nociones sobre la probable naturaleza de las proteínas de la leche y el efecto que tienen sobre ella los agentes coagulantes usados en la fabricación de queso.

La caseína es el principal constituyente nitrogenado de la leche y se encuentra en estado normal bajo la forma de grandes partículas coloidales esféricas (micelas), de fosfocaseinato de calcio y radicales cálcicos.

Estas partículas se encuentran en equilibrio en el suero bajo la forma de una suspensión coloidal, como partículas gelatinosas en una fase líquida.

El equilibrio de las micelas está condicionado en parte por el equilibrio del contenido fosfocálcico.

Este equilibrio es bastante frágil y muy sensible a modificaciones de variada naturaleza, pudiendo romperse con facilidad, provocando la precipitación de las micelas y la coagulación de la leche.

En la fabricación de queso se utiliza esta relativa inestabilidad y la consecuente coagulación de la leche como primera etapa para la regularización de la humedad del producto.

Mediante la coagulación, la leche pasa del estado líquido al estado sólido por la precipitación de la caseína que forma un gel blando y uniforme y que ocupa completamente el volumen que anteriormente

ocupaba la leche en su estado líquido, como si las partículas de caseína formarían una especie de sistema semisólido tridimensional para mantener atrapada la fase acuosa.

La cuajada forma una masa blanca que retiene la mayor parte de la grasa, bacterias, fosfato de calcio coloidal, así como una parte apreciable del suero y sus constituyentes.

La coagulación de la leche se lleva a cabo en tres pasos.

- 1.- Desarrollo de acidez, por medio de microorganismos o por adición directa de ácidos.
- 2.- Adición de cloruro de calcio.
- 3.- Adición de cuajo.

Coagulación por medio de Ácidos. Para coagular la leche por medio de acidificación, se puede utilizar el ácido cítrico, el ácido acético o el ácido láctico. Por acción de la acidificación, se verifican ciertos cambios notables en la constitución química, en el aroma y en las características físicas de la leche.

El ácido láctico transforma progresivamente el fosfato bicálcico que a su vez es poco a poco desmineralizado, perdiendo el resto de calcio hasta que es precipitado, llegando al estado de caseína pura, conformación secundaria de lactato de calcio soluble.

Esta precipitación empieza generalmente a un pH de 5.2 a 5.3 y por lo tanto, antes de que la acidez llegue al punto isoeléctrico, de la caseína, que es de pH 4.5-4.7 a 21°C. En su punto isoeléctrico,

la caseína se encuentra en su estado más puro y en el momento más bajo de su solubilidad. En las condiciones usuales de trabajo el pH 5.2 - 5.3 la caseína coagulada todavía está algo mineralizada, reteniendo aún algo de calcio y manteniendo alguna solubilidad.

La cuajada ácida es muy frágil, poco elástica y presenta una textura poco homogénea. Esta cuajada debe ser tratada con mucho cuidado para evitar que se dispersen en partículas muy pequeñas que provocan grandes pérdidas en rendimiento.

No se menciona acidificación por medio de cultivos lácticos ya que no se usaron en este trabajo. Pero esta acidificación se basa en el uso de microorganismos lácticos, es decir, que transforman la lactosa en ácido láctico.

Adición de Cloruro de Calcio. La adición de sales de calcio a la leche facilita la coagulación, mejora el rendimiento, acelera en cierto modo la salida del suero y determina una mejor retención de la grasa y otros sólidos.

En general se usa el cloruro de calcio o el fosfato monocalcico, pero el primero es más eficaz por cuanto por ser este más soluble (más ionizado) permite la presencia de más iones libres de calcio, en la leche la dosis de aplicación es limitada pues el exceso de concentración puede por un lado provocar un paladar amargo en el queso y por otro lado aunque acelera la coagulación, puede retardar la siner-

sis, y dar origen a una cuajada porosa que elimina el suero con dificultad.

La acción del cloruro de calcio parece ser debida a:

- 1.- Acción favorable en la formación de fosfatos insolubles.
- 2.- Recomposición del equilibrio del calcio en el complejo de la caseína, posiblemente afectada por el calor.

Coagulación por Acción del Cuajo. El cuajo es extraído del estómago de carneros o cabritos lactantes. El principio activo del cuajo es la quimosina. Según las opiniones más generalizadas, la coagulación parece desarrollarse en la forma siguiente: el caseinato de calcio - al ser atacado por el cuajo, se transforma en paracaseína de calcio, y en seguida este paracaseinato se combina con los iones libres de calcio, se vuelve insoluble y se precipita formando un gel o cuajada.

La velocidad de coagulación y las características de la cuajada son afectadas por una serie de factores que actúan ya sobre la -- eficacia de las enzimas, ya sobre las características de la leche más relacionadas con el fenómeno.

De estos factores los principales son: a) La acidez de la leche, b) La concentración de las sales solubles de calcio, c) La concentración de la caseína y fosfatos coloidales, d) La temperatura de la coagulación, e) La temperatura de conservación y f) Tratamiento de la leche.

Temperatura de coagulación. La eficacia máxima de coagulación de un cuajo se desarrolla a temperatura de 40°C a 42°C.

Los límites normales de trabajo para la mayor parte de los quesos son 28°C y 35°C por este medio se trata de obtener una coagulación más lenta, una cuajada más suave de acuerdo con el tipo de queso, y por otro lado, como esto permite utilizar cantidades mayores de cuajo se obtiene una cierta aceleración de la maduración.

CORTE DE CUBOS. El corte de cubos en la cuajada tiene por finalidad provocar y acelerar la salida del suero.

El corte descuidado y prematuro de la cuajada o su desmenuzamiento en vez del corte, aumenta la pérdida de grasa y de caseína.

En el corte, las dimensiones del grano pueden variar según los métodos de fabricación y las variedades de queso, desde 3 milímetros hasta 2.5 centímetros y más. El tamaño del grano en que es cortada la cuajada tiene influencia definida en la velocidad de salida del suero y por tanto, para cada método consecuente de trabajo de cuajada y del queso dependerá en forma directa del tamaño del grano al corte.

Los granos grandes retienen más humedad que los pequeños y por ésto conservan más lactosa y consecuentemente la acidez del queso será más alta.

El grano más pequeño desuera más rápidamente no solo porque la distancia entre el centro y la periferia es más corta, sino también porque cuanto más pequeño sea el grano más grande será la superficie en relación a su volúmen.

REPOSO. Con el fin de que la cuajada desuere al máximo se deja en reposo cinco minutos. Este tiempo de reposo no debe ser mayor porque ésta se adhiere y vuelve a formar una masa blanda y compacta. Pasado este tiempo de reposo y para conservar el grano individualizado, es necesario mantener el grano en constante movimiento por medio de agitación que debe ser lenta al principio, e ir aumentando de velocidad a medida que la densidad y la consistencia del grano aumenta.

COCIMIENTO. Para aumentar la sinéresis y acelerar la salida del suero, que contiene el grano, y al mismo tiempo las propiedades adhesivas de los gránulos son de tal modo disminuidas durante el trabajo y el calentamiento que el escurrimiento del suero entre las partículas de la masa continúa a ser facilitado durante el moldeo y prensado.

El calentamiento es aplicado más lentamente al principio para asegurar la máxima salida del suero del grano y al final se puede elevar la temperatura más rápidamente.

CONTROL DE LACTOSA. Como se sabe el ácido láctico de la cuajada y del queso es formado a partir de la lactosa, y cuanto más queda retenida más alta será la acidez del queso. Como la plasticidad y flexibilidad de la masa del queso depende directamente del contenido de paracaseinato monocálcico, cuanto más alta la acidez, menor será la mineralización y más paracaseinato libre contendrá el queso y por consiguiente, más firme y más quebradiza será la textura de la masa del queso.

Este hecho limitará la posibilidad de producción de queso con alto contenido de humedad y baja acidez, y por lo tanto, con la finalidad de superar este inconveniente, se usa rebajar la lactosa de la cuajada por medio de agua que en general es agregada al suero durante la fabricación.

El agua puede ser aplicada caliente, fría o enfriada y también puede ser aplicada con sal.

DESUERADO. Al terminar el calentamiento y el trabajo adecuado de la cuajada, y cuando el grano presenta la consistencia y características apropiadas a cada tipo de queso, se interrumpe la agitación y se deja al grano bajar al fondo de la tina para enseguida empezar el desuerado.

La interpretación de los signos que marcan el momento en que

se debe dar por terminado el trabajo del grano es el de los momentos más delicados en la fabricación del queso, por cuanto si se interrumpe el trabajo antes de que el grano requiera la consistencia, humedad y acidez apropiadas, el queso quedará con demasiada humedad, muy blando y posiblemente con acidez exagerada; al contrario si se tarda demasiado en empezar el desuerado, el queso quedará seco y duro.

Los signos específicos (textura, consistencia, flexibilidad, densidad) del grano al final del trabajo, son características para cada tipo de queso y dependen del método de trabajo y del estado físico-químico resultante de la humedad y de la acidez real de la cuajada en grano.

PRENSADO. El objetivo del prensado es separar más o menos suero, compactar la masa uniendo el grano e imprimiendo al queso el formato deseado. Este prensado varía mucho en intensidad y duración con el tipo de queso.

Muchos quesos sólo son colocados en moldes para escurrir, tomar formato y textura por autocompresión, para esto, se da vuelta de molde con frecuencia para que el propio peso de la masa vaya compactando el queso.

SALAZON DEL QUESO. La sal se agrega al queso por las siguientes razones:

- Para inhibir el desarrollo de microorganismos indeseables.
- Para ayudar a producir cambios fisicoquímicos en la cuajada.
- Para regular el crecimiento de los fermentos lácticos y otro tipo de microorganismos deseados.
- Para dar al queso un sabor apetecible.

Existen tres procedimientos comunes para salar el queso. --

- 1.- Mezclando sal en la cuajada, lo que se llama comunmente salado en la masa.
- 2.- Espolvoreando sal en la superficie de los quesos recién prensados.
- 3.- Por inmersión de los quesos frescos en salmuera.

La sal normalmente usada en la fabricación de quesos es aproximadamente dos a tres por ciento del peso de la cuajada.

REFRIGERACION. A 5°C. El tiempo de refrigeración dependerá del tipo de queso que se vaya a elaborar, puede ser dos días a varios meses según el grado de maduración que se requiera.

B. FRIJOL SOYA

1.- INTRODUCCION.

En los últimos años el frijol soya ha despertado gran interés

en el campo de la nutrición y de la industria debido a sus cualidades y componentes, principalmente a su contenido protéico y a su buena aportación de grasa, sin olvidar también su contenido de carbohidratos.

Se le reconoce como un factor complementario en las dietas alimenticias, principalmente en los países subdesarrollados. 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 un principio esto puede parecer incorrecto, pero si se piensa en la gente que posee realmente los beneficios de la 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 (7, 17).

La soya es una leguminosa de verano, a la que se han aplicado algunos nombres botánicos como: *Glycine hispida*, *Glycine Soja*, *Soja Max*, aunque la designación más aceptada es *Glycine Max*. La soya cultivada probablemente deriva de la variedad silvestre *Glycine Ussidiensis*, muy frecuentemente en el este de Asia.

La soya es una especie de gran variedad morfológica; su intervalo de maduración varía según la especie de 75 a 200 días; la altura varía de treinta centímetros a casi dos metros. Hay formas erectas y postradas, las hojas varían grandemente en forma, tamaño y grado de persistencia y casi todas comienzan a ponerse amarillas -- cuando la planta alcanza la madurez. Las flores tienen partes femeninas y masculinas, y generalmente se autofecundan.

Las vainas, que generalmente encierran de dos a tres semillas, presentan colores que van desde el amarillo hasta el gris oscuro. El color más común de la semilla es el amarillo, verde amarillento, verde, café o negro; algunas semillas son bicolors, usualmente verdes amarillas con manchas café o negra.

La soya tiene una raíz principal, que puede penetrar hasta uno y medio metros en algunos suelos; la mayor parte del sistema de raíz se encuentra entre los treinta y sesenta centímetros más cercanos a la superficie.

La soya como otras leguminosas del tipo alfalfa, trébol, chícharo y frijol, utiliza el nitrógeno del aire a través de la acción de bacterias que viven en las raíces produciendo ensanchamientos conocidos como nódulos y reciben de la planta azúcares y energía que usa para fijar el nitrógeno libre de la atmósfera de forma que sea asimilable por la planta. Los microorganismos aislados de nódulos

de soya no son efectivos en otras leguminosas y visceversa.

La antigua China revela que la soya fué cultivada extensamente y era muy apreciada como alimento muchos siglos antes de aparecer los primeros documentos escritos. El grano es ya mencionado en documentos anteriores al año 2000 A.C. y era considerada la leguminosa más importante, formando parte de los cinco granos sagrados -- (arroz, soya, trigo, cebada, mijo) esenciales para la existencia de la civilización china.

La soya fué conocida por los europeos en el siglo XVIII; ya en 1794 se cultiva en jardines botánicos en Francia y más tarde en Inglaterra. Durante muchos años la soya se consideró una curiosidad botánica y no una planta de importancia económica.

La primera mención de la soya en la literatura americana se remonta a 1890 y a 1898 cuando el cultivo de la soya comienza a fomentarse, considerándose que a partir de entonces se han creado -- aproximadamente diez mil variedades.

Las mejores variedades de soya dan rendimientos de 1.6 a 2.8 toneladas por hectárea. En condiciones favorables se han presentado rendimientos máximos de más de tres toneladas por hectárea.

En México la producción de frijo soya se incrementa día con día. En el cuadro II se presenta el estado económico del frijol soya en los últimos ocho años.

C U A D R O II

DATOS DEL ESTADO ECONOMICO DEL FRIJOS SOYA EN MEXICO

| | 1970 | 1971 | 1972 | 1973 | 1974 | 1975 | 1976 | 1977 |
|---|--------|--------|--------|---------|---------|---------|---------|---------|
| Producción Anual. | | | | | | | | |
| (miles de toneladas) | 215 | 255 | 377 | 585 | 491 | 649 | 302 | 565 |
| Valor de la Producción. | | | | | | | | |
| (miles de pesos) | 350959 | 422787 | 675448 | 1774133 | 1618893 | 2341511 | 1255688 | 3219981 |
| Superficie cosechada. | | | | | | | | |
| (miles de Hectáreas) | 112 | 129 | 222 | 312 | 300 | 344 | 172 | 312 |
| Rendimiento medio anual por Hectáreas | | | | | | | | |
| (kilogramos) | 1920 | 1988 | 1700 | 1877 | 1636 | 2029 | 1754 | 1812 |
| Precios medios rurales anuales por tonelada | | | | | | | | |
| (pesos) | 1640 | 1660 | 1793 | 3030 | 3500 | 3350 | 4150 | 5699 |

** Datos de la Secretaría de Programación y Presupuesto. Enero 1978. **

2.- TECNOLOGIA.

a). LECHE DE SOYA.

La leche de soya se ha elaborado desde hace muchos años, el proceso básico ha sido conocido en el oriente por cerca de dos milenios, desde entonces, la leche de soya es relativamente fácil de preparar, con un contenido protéico y calidad semejante al de la leche de vaca, ésto ha sido objeto de consideraciones interesantes para aquellas organizaciones que desean hacer una bebida protéica de bajo costo y asequible a las áreas del mundo donde la mala nutrición por falta de proteínas es un problema. Desafortunadamente la leche de soya tiene un fuerte sabor a vegetal que la hace inaceptable para las poblaciones no orientales.

Se han hecho estudios para mejorar las condiciones del procesamiento, mismos que repercuten en el valor nutritivo, sabor, color y aroma; y poder en esta forma hacerla aceptable a los países no orientales.

La leche de soya consiste en la fracción soluble en agua del frijol soya; y contiene el sesenta y cinco por ciento de los sólidos y el ochenta y tres por ciento del nitrógeno (9).

El método usual de extracción consiste:

En la molienda del frijol con agua y filtración para quitar el residuo insoluble, obteniéndose una blanca solución coloidal que contiene cerca del ocho por ciento de sólidos totales de los cuales el cincuenta por ciento es proteína cruda, el treinta por ciento grasa y el veinte por ciento de otros ingredientes, carbohidratos no utilizables entre ellos (4).

ELABORACION DE LECHE DE SOYA. Se basa en el diagrama de flujo que se muestra en la figura No. 1.

FIGURA No. 1

LIMPIEZA DEL FRIJOL _____ REMOJO _____ LAVADO _____
_____ MOLIENDA _____ COCIMIENTO _____ FILTRACION.

LIMPIEZA DEL FRIJOL. El primer paso consiste en la selección y limpieza del frijol soya eliminando materias extrañas o bien, frijoles de otras especies. Es importante controlar que el frijol no esté parasitado, ya que de la calidad de la materia prima dependerá la calidad del producto.

REMOJO. El remojo se lleva a cabo con ocho volúmenes de agua -- (con relación al peso del grano), ésta es la cantidad necesaria para -- que el grano aumente su tamaño aproximadamente al doble.

El remojo debe durar de nueve a doce horas y es con el obje -- to de facilitar la molienda y al mismo tiempo la extracción de la pro -- tefna (3, 6).

Si el remojo sobrepasa el tiempo mencionado el grano comien -- za a germinar, incrementando así el sabor a vegetal del producto.

LAVADO. Completado el tiempo de remojo, se elimina esa agua con el fin de eliminar los pigmentos que se han disuelto en ella. Se no -- ta su presencia, porque el agua adquiere un color amarillento, el -- cual, podría afectar el color del producto. Se lava una o dos veces para estar seguros de su eliminación.

MOLIENDA. La molienda puede ser en una licuadora casera, molino de piedra o molino manual. Y se lleva a cabo con diez volúmenes -- de agua hirviendo (con respecto al peso seco del grano) (4, 6, 14).

En el grano, al primer impacto de una fuerza mecánica que -- ocasiona su ruptura, se activan sus enzimas, por el aumento en el -- campo de acción de éstas, ya que con la ruptura se ve aumentada la superficie de contacto del grano.

Una enzima en especial, la lipoxidasa inicia una inmediata oxidación de las grasas, dando a la leche un fuerte sabor a vegetal o a pintura.

Esta enzima se inhibe a aproximadamente de 75°C a 80°C es - por ésto, que el agua que se utiliza en la molienda debe estar a una temperatura de ebullición para asegurar su inhibición (3, 6, 9, 14, 22).

También es importante que los utensilios en los que se vaya a realizar la molienda sean precalentados para que no bajen la temperatura del agua de la molienda.

COCMIENTO. El producto de la molienda se calienta para inactivar el factor antitrófico del frijol.

En la leche ésto ocurre en cerca de 93°C por treinta minutos y en 121°C de cinco a diez minutos (9, 22).

A temperaturas más elevadas se reduce el valor nutritivo de las proteínas.

FILTRACION. Por último la obtención de la leche de soya por medio de filtración en tela de manta de cielo, separando así sólidos insolubles y solubles. El líquido obtenido es de aspecto lechoso y de color blanco por lo que lo llamamos leche de soya.

b). CUAJADA DE SOYA "TOFU"

La cuajada de soya es un queso crudo hecho de leche de soya, conocido también como queso de soya o por su nombre japonés "TOFU".

En el oriente, donde por siglos los frijoles soya son conocidos como "La vaca del hombre pobre", la cuajada de soya ha sido llamada "La carne sin huesos" (22, 23, 24).

La cuajada de soya es hecha a partir de leche de soya en una forma muy parecida en que el queso fresco es hecho de leche animal.

Esto es debido a que la proteína de leche de soya es sumamente semejante en comportamiento fisicoquímico (no tanto en composición) a leche de vaca.

Las principales semejanzas son:

- La proteína de leche de soya por adición directa de ácido acético, ácido láctico o jugo de frutos cítricos, precipita a un pH de 4.8 a 4.9 formando un coágulo.
- La proteína de soya es también precipitada por adición de sales de calcio en solución al diez por ciento.
- Con calentamiento se obtiene una compactación de la proteína precipitada, la cual, puede desuerarse o moldear (22, 23, 24).

ELABORACION DE CUAJADA DE SOYA.

Para la coagulación de la leche de soya se adiciona directamente ácido, ya sea ácido acético, láctico o bien, se deja la leche en un lugar caliente y se espera a que se agrie y espese.

También puede cuajarse por adición de cloruro de calcio en solución al diez por ciento, la cantidad necesaria para que se lleve a cabo la coagulación, aunque esta cuajada sea menos firme que la anterior.

Una vez obtenida la cuajada se corta en cubos de tres cm^3 para facilitar el desuerado.

Se le agrega un poco de agua tibia con el fin de eliminar parcialmente su sabor vegetal.

Se calienta lentamente hasta que se llegue al punto de ebullición, esto sucede en un tiempo medio de treinta a cuarenta minutos y es con el fin de obtener una compactación de la cuajada y que ésta sea más manuable.

El desuerado es similar al que se efectúa en la fabricación de queso fresco, por escurrimiento.

Salazón de la cuajada. Para mejorar el sabor y en cierto modo como germicida, también se puede emplear otro tipo de condimentos como chile, etc.

El moldeo se lleva a cabo en moldes con tela de manta de -
cielo y presión, en la misma forma en la que se hace con el queso
de leche de vaca, solo que esta presión debe ser menor ya que este
tipo de cuajada es más delicada.

Refrigeración. A 5°C para darle cierto grado de madurez.

IV. MATERIALES Y METODOS.

Agitador

Balanza

Cuba para cuajado

Cuchillo

Espatula

Estufa

Licuadaora

Manta de cielo doble

Molde perforado

Olla para remojo

Potenci6metro 6

Papel pH

Pesas (como prensa)

Pipeta o gotero

Term6metro

Se pens6 en hacer un queso con la mezcla de las dos leches y que presentara caracterfsticas semejantes al queso obtenido a partir de la leche de vaca.

El proceso que se sigui6 consta de tres pasos fundamentales.

- A.- Elaboración de leche de soya
- B.- Acondicionamiento de la leche de vaca.
- C.- Elaboración de queso de soya.

A. ELABORACION DE LECHE DE SOYA.

- Se limpiaron 150 gramos de frijol de soya de materias extrañas.
- Se pusieron a remojar con 1000 ml. de agua a temperatura ambiente durante diez horas.
- Pasado este tiempo se elimina el agua de remojo y se enjuagados o tres veces con agua limpia, a fin de que se elimine totalmente la coloración amarillenta que presenta el agua.
- La molienda se efectuó en una licuadora casera (previamente enjuagada con agua caliente), con 1500 ml. de agua hirviendo, por espacio de cinco a siete minutos.
- El cocimiento fué a una temperatura de 93°C por treinta minutos.
- Se filtra en tela de manta de cielo y se obtiene un líquido lechoso. Leche de soya.

B. ACONDICIONAMIENTO DE LECHE DE VACA.

Como la leche con la que se trabajó, era cruda, se procede a la pasteurización de la misma a una temperatura de 64°C durante treinta minutos y se refrigera a 5°C .

C. OBTENCION DEL QUESO DE SOYA.

- Mezcla de las leches en proporción 30 : 70, leche de soya, -
leche de vaca respectivamente.

- Se lleva a una temperatura de 32°C a 35°C .

- La coagulación se efectúa:

1.- Desarrollo de acidez.

a) Por desarrollo de la flora microbiana propia de la leche, -
cuya característica principal es la transformación de la lacto-
sa en ácido láctico. El tiempo necesario para obtener un pH
de 4.0 - 5.1.

b) Por adición directa de ácido, ya sea ácido láctico o ácido
acético, la cantidad necesaria para bajar el pH a 4.9 - 5.1.

2.- Adición de Cloruro de Calcio, en solución al 40% según -
técnicas generales para la elaboración de queso.

Se empleó una proporción de 0.40 gramos por litro de leche.

Cabe aclarar que aunque es alta la proporción añadida de clo-
ruro de calcio, es por medio de éste, que se va a precipitar
la proteína de la soya.

3.- Adición de cuajo. En una proporción de .025 ml por litro de leche. El cuajo no tiene acción alguna sobre la proteína de soya pero le dá firmeza y sabor.

Evidentemente es fundamental para la coagulación de la proteína de la leche de vaca.

Para que la coagulación se lleve a cabo con éxito, se deja reposar por espacio de treinta minutos a sesenta minutos a una temperatura de 35° a 40° C.

- Corte de Cubos. Una vez que la cuajada se siente firme se procede al corte de cubos a un tamaño aproximado de dos centímetros cúbicos, con el fin de no desbaratar la cuajada.
- Se agita suavemente para ayudar al desuerado y con cuidado de no maltratar esta cuajada.
- El calentamiento también es lento, a llegar a una temperatura de 70° C -75° C.
- El desuerado es primeramente por escurrimiento. Se pasa la cuajada a un molde forrado con tela de manta de cielo y se ejerce una presión sobre él, hasta obtener la humedad requerida.
- El último paso es la adición de sal, se hizo por el método de frotación, simplemente espolvoreando sal en la superficie.
- Refrigeración a 5° C durante 48 horas.

Al producto obtenido se le efectuaron Análisis Fisicoquímicos siguiendo técnicas del A.O.A.C. y se tienen los siguientes resultados.

HUMEDAD (por diferencia de peso en estufa a 95°C - 100°C)

45.78%

CENIZAS (por diferencia de peso en mufla 550°C)

3.32%

GRASA CRUDA (extracción con mezcla Cloroformo-Metanol)

19.62%

PROTEINAS (modificación al método Kjeldahl)

24.38%

CARBOHIDRATOS POR DIFERENCIA

6.90%

V. RESULTADOS Y CONCLUSIONES.

Para llegar a la formulación ideal del queso se estudiaron varios juegos de variantes.

1.- La primer variante con la que se trabajó fué: usando diferentes proporciones de la mezcla de leches.

| LECHE DE SOYA | LECHE DE VACA |
|---------------|---------------|
| 50% | 50% |
| 40% | 60% |
| 30% | 70% |
| 20% | 80% |

En las relaciones 50 : 50 y 40 : 60 se obtiene una cuajada poco manuable, fuerte sabor a vegetal, de textura aspera (granulosa) y presenta un ligero color amarillo.

En la proporción 30 : 70 la cuajada es firme, se maneja con bastante facilidad, su textura es tersa y es inapreciable el sabor a vegetal. Color normal (crema).

A concentraciones más altas de leche de vaca, las características son inmejorables, pero no se logra el propósito de reducir costos.

Se eligió, por lo tanto, la relación 30 : 70, para trabajar con

las siguientes variables.

2.- Adición de diferentes cantidades de cloruro de calcio en solución al 40% (según técnica estandar para la elaboración de quesos).

Se añadieron:

0.40 g/Lt., 0.80 g/Lt., 1.20 g/Lt., 1.60 g/Lt., 2.00 g/Lt.,
(gramos de cloruro de calcio por litro de leche).

En la adición de 0.40, 0.80, 1.20 g/Lt., el rendimiento que se obtiene es muy bajo, ya que no toda la protefna es precipitada, - ésto se nota porque el aspecto del suero es lechoso.

Se puede pensar que como el cloruro de calcio es junto con el pH factor determinante para la precipitación de la protefna de soya, la cantidad agregada no ha sido suficiente.

Cuando se añaden 1.60 g/Lt., se obtiene una buena cuajada, - manejable, tersa, con buen rendimiento, el aspecto del suero es ahora transparente.

En la muestra con 2.0 g/Lt., se obtiene también un buen rendimiento, buena consistencia de la cuajada, pero su textura es terrosa y tiene cierto sabor ácido.

3.- Ahora la variable será la adición de cuajo. Aunque para la precipitación de la protefna de soya no es necesaria, es muy importante para la consistencia y textura de la cuajada de leche de vaca.

Se usó cuajo comercial en forma líquida de la marca "Hansen".

Se agregaron: 01 ml., .015 ml., .020 ml., .025 ml., .030 ml. de cuajo por litro de leche. La cantidad de cuajo añadido dependerá de la fuerza de cuajo y de las recomendaciones que se indiquen en el instructivo, según la casa comercial.

Todas las muestras presentan buena consistencia y textura, pero con la que se obtienen mejores rendimientos es en la concentración de .025 ml. por litro de leche.

4.- La última variante es la temperatura de cocimiento para la contracción de la cuajada además de frenar la producción de acidez.

Las temperaturas empleadas fueron:

50°C., 60°C., 70°C., 80°C., 90°C.

A las temperaturas de 50°C y de 60°C la cuajada no muestra una diferencia notable ni en su consistencia ni en su facilidad de desuerado.

La óptima temperatura de cocimiento se encuentra entre 70°C y 75°C, su consistencia es bastante firme, su desuerado se facilita notablemente, así como también su prensado y moldeado.

La formulación que presentó las mejores características para la obtención de un queso fresco es la siguiente:

| | |
|---------------------------|-------------|
| Leche de Soya | 1000 ml. |
| Leche de Vaca | 2000 ml. |
| Cloruro de Calcio | 1.6 g/Lt. |
| Cuajo | .025 ml/Lt. |
| Temperatura de Cocimiento | 75°C |
| pH | 5.1 |

El rendimiento oscila entre doce y trece porciento, en base a la humedad reportada.

Los análisis fisicoquímicos del queso obtenido, se comparan con las normas requeridas por la S.I.C. para un queso tipo fresco en el Cuadro III.

CUADRO III

| | QUESO OBTENIDO* TIPO FRESCO | QUESO LECHE ENTERA TIPO FRESCO S.I.C. |
|-----------|--------------------------------|--|
| HUMEDAD | 45.70% | 58% |
| CENIZAS | 3.32% | No Reportan |
| GRASA | 19.62% | 20% |
| PROTEINAS | 24.38% | 18% |



* Todos los análisis comparativos de las variantes tuvieron como base un queso "Patrón" obtenido a partir de leche de vaca por la formulación estandar para un queso fresco.

COSTOS.

Haciendo una comparación de los costos de materia prima se tendrá:

El precio de la leche entera es de seis pesos litro (valor pro medio).

El precio del frijo soya es de doce pesos kilogramo (valor pro medio).

De un kilogramo de frijol soya se obtienen diez litros de leche de soya, por lo tanto, el litro de esta leche costará un peso con veinte centavos.

Para tres litros de la mezcla de leches en proporción 30 : 70 leche de soya - leche de vaca respectivamente, el costo es de trece pesos con veinte centavos. Y se obtiene un queso con un rendimiento del doce por ciento, entonces, el precio de un kilogramo de queso - costará treinta y seis pesos con setenta centavos.

En comparación con un queso obtenido a partir de tres litros de leche de vaca, con un costo de dieciocho pesos, y con un rendimiento del doce por ciento. El precio del kilogramo de este queso -

será de cincuenta pesos.

Con ésto se cumplen los objetivos fijados para la realización de este trabajo. Un producto de alto valor nutritivo, de fácil preparación y de bajo costo.

CONCLUSIONES.

De lo anterior se concluye, que el producto obtenido presenta grandes ventajas sobre otros alimentos.

- Se tiene una mezcla de protefnas. Protefna animal y protefna vegetal, lo que favorece en cierto modo la complementación de los requerimientos alimenticios del hombre.
- Su aspecto es el de un alimento que se ha consumido por siglos, en el sabor no se percibe gran diferencia con respecto al del queso normal.
- Su costo en relación al queso de leche de vaca es 27.40% más bajo.
- Puede obtenerse a nivel casero o a nivel industrial puesto que no requiere de gran tecnología.
- Se obtienen a la vez dos subproductos importantes.
 - 1.- La pasta resultante de la extracción de la leche de soya, cuyo análisis fisicoquímico es:

| | |
|---------------|--------|
| HUMEDAD | 47.50% |
| PROTEINA | 6.58% |
| GRASA | 8.83% |
| FIBRA CRUDA | 14.50% |
| CARBOHIDRATOS | 22.59% |

Por su contenido de humedad es un buen medio para proveer calor y humedad a los desarrollos microbianos (4).

Puede también ser usado para forrajes o para la elaboración de otros productos. Un estudio hecho por Hackler et al -- (1967) muestra que la protefna de este residuo es de alta calidad con un PER. de 2.71 comparado con casefna 2.86.

2.- El suero obtenido de la fabricación del queso cuyas características son tan conocidas, así como la infinidad de productos que son elaborados a partir de él.

Asimismo como sugerencia, se puede decir, que este trabajo podría ser útil a nivel de trabajo social, ya sea en zonas rurales o en áreas donde la disponibilidad de protefnas es limitada. Así como también podría incluirse en las dietas de tipo social, como desayunos infantiles, etc.

BIBLIOGRAFIA.

- 1.- Alais Charles. La Ciencia de la Leche.
Editorial Continental. Segunda edición. 1971.
- 2.- Berra Rubén. Algunos aspectos relacionados al problema alimentario en México. ATAM. 1974.
- 3.- Bourne Malcolm C. Recent advances in soybean milk processing technology. PAG Bolletín No. 10. 1970.
- 4.- Bourne M.C. , Clemente M. G. , Banzon Julian.
Survey of suitability of thirty cultivars of soybeans for soymilk manufacture. Journal of Food Science. Vol. 41. 1976.
- 5.- Boletín Mensual de Información Económica.
Secretaría de Programación y Presupuesto.
Enero 1978. Mo. 1 Vol. III.
- 6.- Carison Jerry. New interest in soy milk.
Soybean Digest. Nov. 1976.
- 7.- Echeverría Ortega y Galvan Madrid.
Estudio de soyas mexicanas y algunos derivados de importancia industrial.
Tesis. Facultad de Química U.N.A.M. 1972.
- 8.- Fundamental Dairy Chemistry. Davis L. C.
The AVI Publishing Company INC. 1973.

- 9.- Hand David B. Soybeans products of human nutrition.
Frontiers in Food Research, Ythaca N.Y. Cornell V. 1966.
- 10.- Harrison Gilford R. Soya Noticias.
Asociación Americana de la Soya. Abril 1972.
- 11.- Industrialización de la Leche.
Dirección General de Industrias. Departamento Industrial.
S.I.C. 1972.
- 12.- Masao Fujumaki. Hiromichi Kato Saichi Arai. Escolastica Ta
maki. Applying Proteolytic Enzymes on Soybean Curd.
Food Technology. Vol. 22. July 1968.
- 13.- Methods of Analysis of Association of Official Agriculture Che
mistry. 9th Edition. 1960.
- 14.- Mustakas G.C., Albrecht W.J., Bookwalter G.N.
New process for, low cost, high protein, Beverage Base.
Food Technology. May 1971. Vol. 25 Pag. 534.
- 15.- Nolasco Margarita y Zamora Clementina.
La Dieta Básica para el Consumo Nacional.
Conferencia preparada para el Instituto Nacional de Nutrición.
1973.
- 16.- Normas Fisicoquímicas de quesos.
Dirección General de Salud Pública.
Dirección General de Control de Alimentos, Bebidas y Medica
mentos. S.S.A. 1974.

- 17.- Pontecorvo y Valhuerdi Aldo Jacobo.
La soya y sus aplicaciones en favor de las áreas rurales en México.
Tesis. U.N.A.M. Facultad de Química. 1975.
- 18.- Principios generales de la fabricación de quesos.
Centro Nacional de Lactología S.A.G., I.N.L. 1976.
- 19.- Ramírez H.J., Ayluardo L., Becerra, Chavez A.
La Crisis de Alimentos en México. Un análisis de la situación alimentaria en los últimos años, Informe preparado por la Sección de Economía Alimentaria de la División de Nutrición.
INN - PRONAL - CONACYT . Enero 1975.
- 20.- Schroder J.I., Elliot and Jackson.
Nutritional studies on soybean curd produced by calcium sulfate precipitation of soybean milk.
Journal of food science Vol. 38 Pag. 1091. 1973.
- 21.- Silva Silva Guillermo.
Tecnología General de Elaboración de Quesos.
Artículo preparado para quesos Noche Buena.
Quesos Noche Buena S.A.

22.- Smith and Circle.

Soybeans Chemistry and Technology.

The AVI Publishing Company INC. 1972.

23.- Soybean Products Food Protein in Human Food.

Conference Sept. 13 -15. 1961.

U.S. Department of Agriculture.

Agriculture Research Service.

24.- The Book of Tofu.

William Shurtleff., Akiko Aoyagi.

Autumn Press. 1975.