

870127

23,

24

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE GUADALAJARA

INCORPORADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

ESCUELA DE CIENCIAS QUIMICAS



FALLA DE ORIGEN

EFFECTOS DE LA SUSTITUCION DE ISLADO DE PROTEINA
DE SOYA SOBRE LA FRACCION PROTEICA DE LA LECHE

TESIS PROFESIONAL

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE:

QUIMICO FARMACEUTICO BIOLOGO

P R E S E N T A

MONICA DEL CARMEN URIARTE PARRA

ASESOR: ING. ENRIQUE MACEDO VELASCO

GUADALAJARA, JAL. OCTUBRE 1990



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.

INDICE GENERAL.

CAPITULO I.

Introducción

CAPITULO II.

Antecedentes de la soya 1

Antecedentes de la leche 26

CAPITULO III.

Justificación 45

CAPITULO IV.

Objetivos 47

CAPITULO V.

Metodología 48

Métodos 51

CAPITULO VI.

Conclusiones 86

Bibliografía 88

CAPITULO 1.

INTRODUCCION.-

Los indicadores globales de salud hacen ver importantes avances en Latinoamérica y el Caribe en los últimos diez años aunque sin embargo, quedan grandes grupos humanos desprotegidos y subnutridos.

Los problemas nutricionales y alimentarios son derivados en gran parte de las condiciones sociales y económicas caracterizadas por falta de equidad en la distribución de la riqueza, de los medios de producción y de los servicios. Los grupos de menores ingresos a pesar de que gastan una mayor proporción de su salario en alimentos, con frecuencia sus ingestas de nutrientes no alcanza un nivel aceptable.

En el caso particular de México, la actual coyuntura económica del país agrava de malnutrición grupos y regiones marginadas. En este sentido, se estima una reducción promedio del 19% en la ingesta calórica entre 1982 y 1984, así como una disminución del 15% en la de proteínas que el caso de las de origen animal que alcanza un 50%.

En el siglo XIX se produjeron una serie de cambios científicos y tecnológicos de gran importancia, por ejemplo, se han podido discernir mediante estudios serios la diferencia entre materiales orgánicos e inorgánicos, la biología dio un gran paso al establecer los principios celulares que ayudarían a entender mejor los mecanismos de sobrevivencia de las células. Durante las últimas décadas han aumentado en una forma muy considera -

ble conocimientos acerca de la bioquímica; el descubrimiento de las rutas metabólicas utilizadas por las células tanto animales como vegetales, estos son solo algunos importantes acontecimientos en los que se sustentan importantes avances, en lo que a bioquímica se refiere, por ejemplo, el nacimiento de una ciencia que tiene una gran relevancia sobre el mundo de los alimentos, tal como la enzimología.

Conocimientos científicos y tecnológicos con los que actualmente contamos a la fecha son extraordinariamente amplios y profundos, de tal manera que hoy, cada uno de los componentes de los alimentos ha creado toda una área especializada de estudio. Se tiene una tecnología específica y determinada, tanto para carbohidratos, como para proteínas, lípidos, etc.

La química de los alimentos pretende coadyuvar a la gran necesidad de la producción y procesamiento de estos alimentos, es decir, proveer de nutrientes en cantidad y calidad suficiente para la tan creciente demanda poblacional.

Con el presente trabajo se pretende implementar un desarrollo tecnológico en el área de los alimentos, concretamente lácteos, que por su versatilidad y amplia funcionalidad nos redunde en la obtención de un producto cuyas cualidades principales son las de hacer llegar un alimento de alto valor biológico, y a que el industrial procesador le sea redituable y costeable.

Los recursos tecnológicos han sido creados con la experiencia diaria de el alto costo de materiales que intervienen

en los procesos contribuyendo con esto a la adaptación de una tecnología propia y de fácil acceso, consistente en la aplicación del aislado de proteína de soya, producto que por sus características funcionales permite la integración de dos sustancias proteicas complejas, la caseína de la leche y las globulinas de la soya, combinación que por mucho eleva el valor biológico.

El presente trabajo se ha hecho con el apoyo técnico y humano de la Universidad Autónoma de Guadalajara, de los laboratorios Griffith de México y de la industria Biotecal, participando en objetivos comunes que llevan a vincular los esfuerzos tanto de la iniciativa privada como de las entidades de educación superior en el país. Hecho que redundará en la creación de tecnología básica aplicada dentro del área de los alimentos.

CAPITULO 11.

11.1 ANTECEDENTES DE LA SOYA.-

El frijol de soya es una enredadera que crece inclinada sobre la tierra y que es observada como el ancestro de las variedades del frijol soya presentes hoy en día. La soya es una leguminosa cuyo nombre botánico es el de *Glycine Max*.

La soya ha sido la base de la alimentación de las grandes civilizaciones tales como Oriente, China y Japón. Desde hace más de 4000 años. El gran interés en el crecimiento de este frijol, también fue como un avance en la agricultura China en el período de 2207 a.C. en el que los expertos en agricultura dieron aviso del levantamiento de la soya, las mejores variedades fueron seleccionadas, así como el tipo de suelo para su cultivo, el mejor tiempo de siembra, métodos de almacenamiento y la utilización de muchas variedades para diferentes propósitos fueron notificadas.

El cultivo de la soya se inició comercialmente en 1960 - en nuestro país, su evolución tanto en superficie cosechada, como en su volumen de producción ha sido acelerado, ya que durante la última década se ha triplicado su producción.

Los estados de Sinaloa, Sonora y Tamaulipas producen poco más del 80% de la producción total.

En México la siembra de soya es insuficiente para satisfacer la demanda nacional representada principalmente para la industrialización de alimentos para animales (90%), por lo que depende en buena medida de las importaciones para abastecerla

MORFOLOGIA:

La planta de la soya es de hojas trifoliadas excepto en los primeros dos nudos, un par de hojas simples opuestas ocurre en el segundo nudo. El nudo cotiledonario es considerado el primero. Las hojas y tallos así como la vaina están normalmente cubiertos de una gris o café bellosidad que es muy notable en la madurez y es usual en varias identificaciones.

La soya extiende un hábito determinado de crecimiento, las flores nacen en una posición axilar y tienen de 6-7mm de longitud, nacen de una docena o más flores en cada uno, pero muchas de estas no resultarán en vaina y semilla. Las flores son usualmente púrpuras o blancas, pueden haber algunas variaciones en la intensidad del color. Las vainas de la soya son negras, cafés o tostadas en la madurez.

ESTRUCTURA Y COMPOSICION:

Las proteínas de la soya llamadas globulinas, se encuentran formadas por conglucina (7s) y la glicina (11s) que corresponden a aproximadamente un 80% de las proteínas de la soya.

7s es una glucoproteína cuaternaria trimérica de peso molecular de 141 a 171 K de Daltones, compuesta de tres sub-unidades asociadas mediante interacciones hidrofóbicas. 7s tiene aproximadamente dos uniones intramoleculares de disulfuro y contiene 5% de carbohidratos, por lo que puede tener propiedades anfifílicas debido a una buena actividad de superficie y enlazamiento de sabor.

La glicinina (11s) consiste en dos unidades de seis bases acídicas y básicas enlazadas con disulfuro, asociadas en forma hidrofóbica. Tiene carga neta baja alrededor de pH de 6.0 y solubilidad limitada. Las sub-unidades acídicas tienen un promedio de uno a tres enlaces de disulfuro por mol y son más estables en calor que las sub-unidades básicas que tienen de uno a dos residuos de cisteína. La glicinina contiene dos grupos tiol libres, los cuales están ubicados aparentemente en la superficie y pueden ser involucrados en intercambio de tiol-disulfuro que esto en gelación aumenta la fuerza o podría causar polimerización o reducción de extractabilidad. (6)

Existe una marcada heterogeneidad en el contenido y composición de las sub-unidades acídicas de las proteínas de soya, lo cual puede explotarse al seleccionar especies de soya para diferentes aplicaciones. (4)

La semilla de soya esta compuesta de una cáscara, un hipocotilo y dos cotiledones, la composición en base seca se muestra en el cuadro # 1.

Como se ve en el cuadro # 1, basándose en su contenido - proteico, la soya puede clasificarse como una semilla proteica en lugar de una semilla oleaginosa.

Los principales constituyentes de las células de los cotiledones, están arreglados ordenadamente, las proteínas están - almacenadas en partículas esféricas llamadas aleuronas o cuerpos proteínicos, los cuáles son casi proteína pura, el aceite se almacena en pequeñas partículas también esféricas llamadas

esferosomas y estos se encuentran dispersos entre los cuerpos proteínicos que consisten en aproximadamente el 98% con pequeñas cantidades de lípidos y ác. fólico.

Las globulinas de la soya son solubles en soluciones diluidas de varias sales, insolubles en agua y precipitan en su punto isoeléctrico, en un intervalo de 4.2 - 4.8⁽²⁾

En cuanto a los constituyentes minerales de la soya, se muestran los principales en el cuadro # 2.

CUADRO # 1.

Composición de la soya en base seca.

	<u>Proteína</u>	<u>Grasa</u>	<u>Cenizas</u>	<u>Carbohidratos</u>
	%	%	%	%
Soya (100%)	40	21	5	34
Cáscara (8%)	9	1	4	86
Hipocotilo (2%)	41	11	5	43
Cotiledones (90%)	43	23	5	29

FUENTE: Proteínas comestibles de la soya y sus usos.

W.J. Wolf.

CUADRO # 2

Relación del contenido de minerales en la ceniza de la soya.

MINERAL	MAXIMO %	MINIMO %	MEDIO %
Cenizas	6.35	3.30	4.60
Potasio	2.39	0.81	1.83
Calcio	0.30	0.19	0.24
Magnesio	0.34	0.24	0.31
Fósforo	1.08	0.50	0.78
Azufre	0.45	0.10	0.24
Cloro	0.04	0.03	0.03
Sodio	0.61	0.14	0.24
Boro	0.0029	0.0006	0.0019
Manganeso	0.0041	0.0021	0.0028
Hierro	0.0133	0.0057	0.0080
Cobre	-	-	0.0012
Bario	-	-	0.0008
Zinc	-	-	0.0018

FUENTE: Soybeans: Chemistry and Technology., Smith and Circle.

Según el cuadro anterior, el promedio de los valores es de potasio 1.83%, fósforo 0.28%, magnesio 0.31%, sodio, calcio y azufre 0.24%.

Estos datos fueron sacados de residuos de muchos componentes de la semilla, y la porción de cada componente puede variar en diferente grado dependiendo de la variedad, clima y condi -

ciones del suelo.⁽⁴⁾

El calcio contenido en la soya está involucrado en la comparación de la leche de soya con la leche de vaca. Analíticamente el calcio contenido en la leche de soya preparada de una manera tradicional contiene 0.08% de calcio y comparable con la leche de vaca que contiene 0.11% de calcio con un aprovechamiento de este mineral de 22.6% comparable con el de la leche de vaca que es de 29.1%.⁽⁴⁾

Por lo que respecta al fósforo, la soya contiene siempre el doble de fósforo que en la mayoría de los cereales, aproximadamente 1/2 a 2/3 de este está presente como ácido fítico, - en el que aproximadamente de un 40 a 80% en los cereales es aprovechable por el hombre.

Los constituyentes que contribuyen de fósforo a la soya - son componentes inorgánicos fosfóricos, ác. fítico, diferentes fosfolípidos y ác. nucleicos. Los fitatos son muy importantes - por su efecto en la solubilidad de las proteínas y en aprovechamiento del calcio. Los fosfolípidos son buenos agentes emulsificantes, estos son removidos en el aceite en una extracción por solventes y se extrae como lecitina de soya.

Toda la soya contiene 1.05% de ác. nucleicos y en los alimentos desgrasados de soya 1.30% en comparación con la levadura que contiene un rango de 2 - 7.7% de ác. nucleicos.⁽⁴⁾

Una importante fuente son los carbohidratos, en los que - existen muchas variaciones, debido a la dificultad de su separación, purificación, análisis y particularmente por la influencia

de las diferentes condiciones ambientales de su producción.

Los principales azúcares de la soya, son sacarosa, rafinosa, estaquiosa, glucosa y otros azúcares reductores están presentes cuando el frijol aún no madura y desaparecen en la madurez.

Existe una relación en el porcentaje de azúcares, en su incremento o decremento con el porcentaje de aceite, que cuando el azúcar total y aceite cambian en una dirección, el contenido de proteína cambia en otra. Esto indica que es muy probable que estos sean los precursores en la síntesis de los lípidos en este tipo de granos. (2)

Se han encontrado en la soya sustancias, las cuales reducen su valor nutritivo, estas sustancias son conocidas como componentes biológicamente activos, y son de varios tipos de los cuales dos son especialmente importantes: los inhibidores de la tripsina y las hemaglutininas.

Los componentes biológicamente activos más importantes encontrados en la soya incluyen inhibidores de la proteinasa, fitohemaglutininas y factores minerales, goitrógenos, saponinas, esteroides, componentes fenólicos y factores del flatulencia. Otro factor importante es la lipoxigenasa que es una enzima presente en la soya.

Los inhibidores de la tripsina reducen la calidad nutricional al reducir o inhibir la acción de las enzimas pancreáticas. La tripsina y quimiotripsina, lo cual daña la digestibilidad. (5)

Las hemaglutininas tienen la habilidad de aglutinar células

de la sangre de muchos animales, incluyendo al hombre, inhibiendo el crecimiento. Las hemaglutininas son glicoproteínas que contienen manosa y glucosamina. (5)(4)

Dentro de los inhibidores de la proteínasa más importantes se encuentran el de Bowman-Birk y el Kunitz, estos causan inhibición del crecimiento, exagerada secreción de enzimas pancreáticas.

Los goitrógenos causan agrandamientos tiroideo, este efecto se previene adicionando caseínas a la dieta, el efecto anti goitrógeno de la caseína quizá inhibe la secreción de tiroxina. (4)

Dentro de los factores minerales, el más importante es el ácido fólico.

El flatus se cree que es causado por la rafinosa y esta - quiosa ya que la mucosa intestinal del hombre no posee actividad de la enzima alfa-galactosidasa, estos azúcares no se hidrolizan y por lo tanto no pueden ser absorbidos, pasando directamente a la parte baja del tracto intestinal donde son atacados por bacterias anaerobias que los metabolizan, dando como resultado dos de los gases principales, el bióxido de carbono e hidrógeno, que producen flatulencia. (6)

La lipoxigenasa (linoleato-oxígeno-óxido-reductasa) cataliza la oxidación de los ácidos grasos insaturados por el oxígeno molecular, lo cual resulta en rancidez, sabores desagradables e inestabilidad de almacenaje. (7)

El desarrollo de la soya ha sido lento debido a las características del sabor, el cual es muy difícil de remover.

El problema del sabor, en los países Orientales fué resuelto a través del desarrollo de productos fermentados, que contribuyen un sabor aceptable, de cualquier modo los alimentos usados en el Oriente no han sido aceptados generalmente en otros países.

Este problema ha sido difícil de resolver por las bajas concentraciones de los componentes del sabor y de la dificultad de su aislamiento en suficientes cantidades para su caracterización, además cuando la soya es triturada las enzimas de este frijol como la lipoxigenasa y las lipasas se activan produciendo nuevos componentes de sabor, los solventes usados para la extracción del aceite puede estimular interacciones entre muchos de los componentes menores y las proteínas, con lo cual se dificulta su identificación y eliminación.

Dentro de los componentes orgánicos que constituyen el sabor de la soya y en productos procesados se encuentran en una mayor concentración de alcoholes como el n-hexano; aldehídos y cetonas y otros alcoholes.

El sabor puede ser mejorado por inactivación de la lipoxigenasa, por medio de cocción controlada o por varios procesos de extracción de los métodos de preparación de concentrados y de aislados.

El nivel en el cual pueden ser detectados sabores residuales de la soya, depende de la clase de alimento al que se incorporan entre los alimentos más difíciles de reproducir están los muy blandos, tales como la leche y sus sub-productos.⁽⁴⁾⁽⁶⁾

PRODUCTOS Y PROCESO DE OBTENCION DE LOS DERIVADOS DE LA SOYA:

Dentro del procesamiento de la soya para obtener sus diferentes productos, el proceso fundamental es la fraccionación, inicialmente por una separación mecánica de la semilla en partes (proceso seco), seguido de una fraccionación adicional por métodos químicos (proceso húmedo), este último permite la difusión de componentes moleculares.

Para propósitos alimenticios la semilla debe estar libre de materiales ajenos, para después ser cuarteada en una manera que permita remover completamente la cáscara, el hilum y el hipocótilo. La cáscara esta compuesta de hilum, hipocótilo de germen. Se dejan los cotiledones que tienen aproximadamente el 90% del peso de la semilla y donde se encuentran las proteínas y lípidos.

Tradicionalmente en la práctica industrial en casi todos los procesos de la soya consiste en una serie de pasos que incluyen el cuarteado de la semilla, separación de las partes de la semilla. descascarado de los cotiledones, extracción de los lípidos y las porciones desgrasadas, seguido de una fraccionación de los lípidos y compuestos grasos.

Las fracciones comerciales comestibles de proteína de soya incluyen:

Harinas desgrasadas, sin desgrasar y sémolas.

Concentrados de proteína.

Aislado de proteína.

El cuadro # 3 muestra algunos de los componentes de las fracciones comerciales dentro del procesamiento de la soya.

CUADRO # 3.

Composición de las fracciones comerciales.

Harina sin desgrasar	Protefna, residuos insolubles residuos solubles y grasa.
Harina desgrasada	Protefna, residuos insolubles y residuos solubles.
Concentrados de pro- tefna.	Protefna y residuos insolubles
Aislado de protefna	Protefna isoeléctrica o en for- ma de gel (proteinato).

Fuente: Soybeans: Chemistry and technology.

Smith and Circle.

MÉTODOS DE OBTENCIÓN:

El método de obtención de aceite y harina, comienza con -
limpieza de el frijol procedente del campo y se seca si es ne-
cesario antes del almacenaje. Al retirar la soya del almacena-
miento, para su procesamiento, se limpia la basura residual, -
se parten los granos y se remueve la cascarilla por aspiración
y paso por coladeras. Luego se condicionan los granos a una hu-
medad del 10 - 11% y una temperatura de 71°C. Los granos así -
condicionados son convertidos luego en hojuelas. (0.0254 mm -

0.0305 mm de espesor) se percolan con hexano para remover el aceite. El hexano que contiene el aceite es llamado "miscella" produce el aceite crudo de soya cuando dicho hexano se remueve. En el proceso convencional, éstas hojuelas desgrasadas se pasan luego por una "tostadora-desolventizadora". Las hojuelas entran en la parte superior y pasan a través de una serie de compartimientos, hasta el fondo de la unidad. En los compartimientos superiores se adiciona vapor con el fin de vaporizar el hexano y además para que al condensarse sobre las hojuelas hasta 105°C, por lo cual se cocinan o tuestan las hojuelas y se reduce su humedad al 20%, esta temperatura se alcanza al aplicar en los compartimientos inferiores calor externo, elevando así la temperatura hasta 105°C reduciéndose también la humedad al mismo tiempo que se tuestan. Las hojuelas se secan y se enfrían para después molerlas para convertirse en la pasta que se usa en la preparación de alimentos para animales. El cocimiento es necesario para inactivar los factores antinutricionales, tales como los inhibidores de la tripsina, que se encuentran en las hojuelas crudas, para aumentar la digestibilidad de las proteínas. Las hojuelas tostadas tienen valores IDP (índice de dispersabilidad de la proteína) que se emplea para determinar la intensidad del tratamiento térmico que recibe la soya, ya que ésta es muy sensible y se puede desnaturalizar fuertemente con el vapor, este valor IDP es el % de proteína total que es dispersable en agua, las hojuelas tostadas tienen valores IDP de 10 a 20 de índice de dispersabilidad de la proteína(6)

Las harinas desgrasadas y sémolas sufren el mismo proceso al anteriormente mencionado, hasta llegar al paso de desolventización del hexano, sin embargo, se dá más énfasis a la limpieza y sanidad que la que se aplica cuando se van a preparar alimentos para animales.

Las harinas comestibles y sémolas usadas comúnmente en varios alimentos tienen un amplio rango de valores IDP, por lo que se utilizan desolventizadores alternos para preparar hojuelas - con un amplio rango de valores IDP, ya que el tostador-desolventizador convencional produce hojuelas con bajos valores de este índice. Durante el proceso se controlan variables como el tiempo de permanencia en el deodorizador, la temperatura y humedad que producen diferentes grados de desnaturalización así como hojuelas con valores IDP que varían entre 90 hasta 10. El posterior molido y colado de las hojuelas desolventizadas, produce las harinas y sémolas. (6)

Los concentrados de proteína son obtenidos a partir de las hojuelas o harinas desgrasadas, por uno de los tres métodos más comúnmente usados, estos difieren entre sí, esencialmente en el paso inicial de extracción. Un proceso usa alcohol acuoso, el cual disuelve los azúcares y algunos componentes menores, dejando las proteínas y los polisacáridos de las paredes celulares, - los cuales son insolubles. Al secado se obtiene el concentrado, otro método utiliza ác. diluido con un pH 4.5 para disolver los azúcares, al tanto que, lo mismo que los polisacáridos, el concentrado húmedo se neutraliza antes de secarlo, para volver solubles las proteínas. El lavado posterior con agua, remueve los a-

zúcares y el concentrado se obtiene con el secado del material⁽⁶⁾

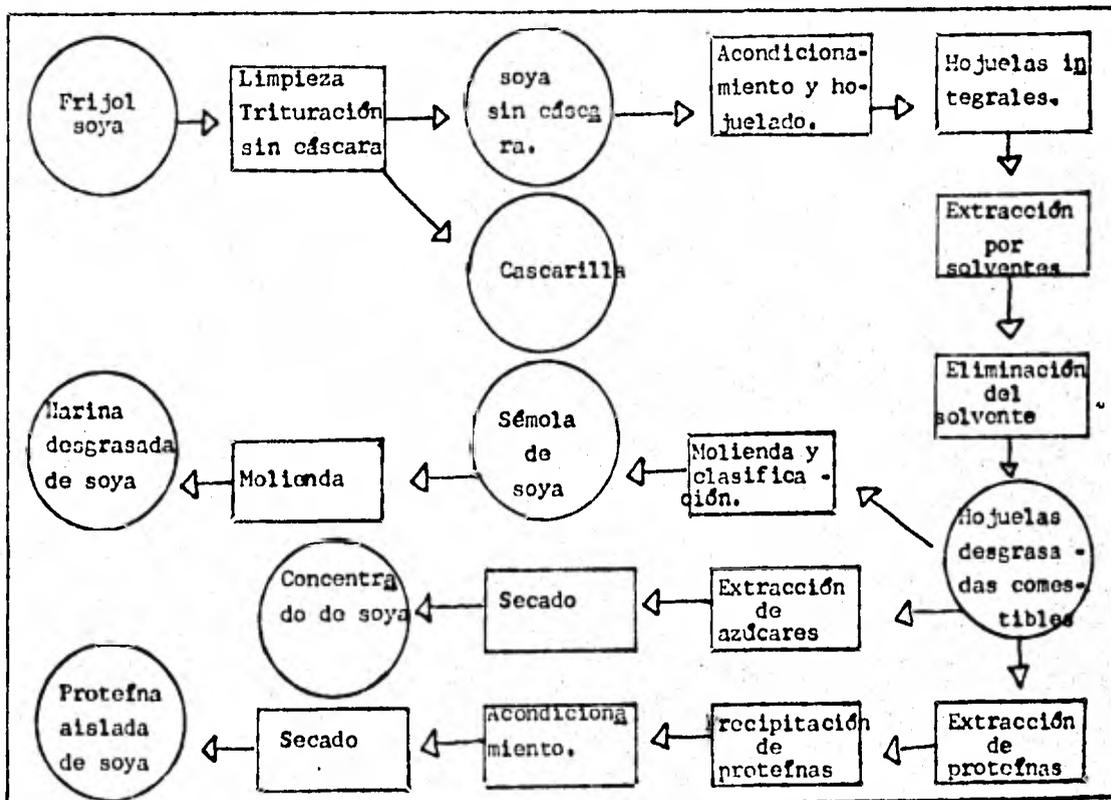
Los aislados de proteína se preparan a partir de hojuelas - desgrasadas sin desnaturalizar, por una extracción con agua a pH 8.5 y posterior centrifugado para separar las hojuelas agotadas (polisacáridos y alguna proteína residual). El extracto resultante es acidificado a un pH 4.5 donde las proteínas se hallan en el punto isoelectrico y son solubles. Este precipitado de proteínas se centrifuga para remover el suero (azúcares, cenizas y algo de proteínas), después de lavarse el precipitado se seca para producir la forma isoelectrica, aunque es más común que las proteínas sean neutralizadas y resolubilizadas para finalizar en un secado por atomización. Dado que este producto proteínico final es dispersable en agua, tiene mayor aplicación en la preparación de alimentos que la proteína isoelectrica insoluble⁽⁶⁾

El cuadro # 4 esquematiza los métodos de obtención de los productos de soya.

ASPECTOS NUTRICIONALES DE LAS PROTEINAS DE LA SOYA.

Todas las proteínas están compuestas básicamente de aminoácidos, pero las proporciones en que los 20 aminoácidos se encuentran presentes varían significativamente de una proteína a otra, algunos de estos aminoácidos son esenciales en la dieta, es decir, deben suministrarse a través del alimento, ya que no pueden ser sintetizados por el organismo. Estos son los aminoácidos esenciales. Si la dieta no suministra proteína con suficientes aminoácidos esenciales para cumplir con los requerimientos mínimos puede darse lugar a una deficiencia nutricional⁽⁵⁾

Cuadro # 4.
Obtención de productos de soya.



Fuente: Proteínas comestibles de la soya y sus usos.
W.J. Wolf.

Desde el punto de vista nutritivo, la "calidad" de una proteína está directamente relacionada con su capacidad para suministrar aminoácidos esenciales en las cantidades necesarias, - los aminoácidos esenciales son los siguientes: Isoleucina, Lisina, Leucina, Metionina, Fenil-alanina, Treonina, Triptófano, Valina.

La soya es calificada con muy buena calidad nutricional, ya que provee todos los aminoácidos esenciales, con el principal defecto de ser deficiente en aminoácidos sulfurados como la Cistina y la Metionina que se encuentran en bajas cantidades(2)

La Lisina se encuentra en niveles de más del 6% haciendo - las proteínas de soya ideales para su mezcla con cereales, los cuales son deficientes en este aminoácido. Los aminoácidos que se encuentran en niveles bajos se denominan limitantes como es el caso de la Metionina que en la soya se encuentra solo en niveles del 1.5% pero puede ser suplementada con este mismo para mejorar su valor nutricional.

PROPIEDADES FUNCIONALES DE LA PROTEINA DE SOYA.

Las propiedades funcionales de las proteínas de la soya son aquellas propiedades fisico-químicas que rigen el comportamiento de las proteínas en los sistemas alimentarios durante su preparación, procesamiento, almacenamiento y consumo, son aquellas propiedades que en conjunto afectan los atributos organolépticos y cualitativos de los alimentos. Estas propiedades son frecuentemente afectadas por las condiciones bajo las cuales son usadas - como la concentración, el medio (grasa o agua), la presencia de algún otro ingrediente como, acidez, temperatura, tiempo(8)

La calidad, en primer lugar puede ser mejorada usando las propiedades funcionales del ingrediente, y el valor nutritivo y económico del producto también así mejorado.

El cuadro # 5 muestra como puede ser mejorada la calidad y el valor alimenticio o nutritivo y económico de un producto.

Las propiedades funcionales de la soya están clasificadas de acuerdo a sus posibles usos dentro de los alimentos, y pueden ser clasificadas dentro de tres grupos principales:

- a) Propiedades de hidratación (dependen de las interacciones (proteína-agua)
- b) Propiedades relacionadas en interacciones proteína-proteína.
- c) Propiedades superficiales.

El primer grupo abarca propiedades como absorción de agua, retención de agua, humedad, adhesión, dispersabilidad, solubilidad y viscosidad.

El segundo grupo abarca sucesos como precipitación, gelación, y la formación de otras estructuras como la formación de fibras.

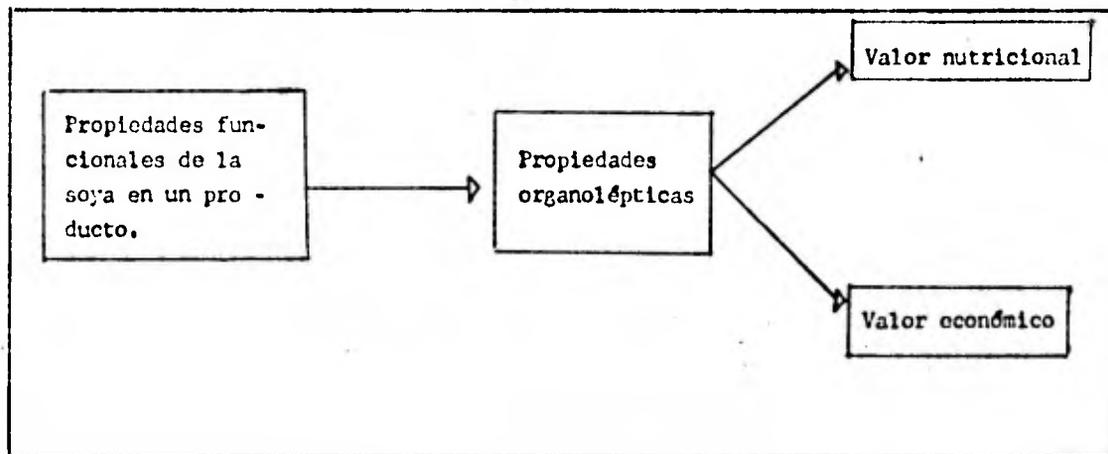
El tercer grupo esta relacionada a la tensión superficial como propiedades de emulsificación, características espumosas, estos grupos no son totalmente independientes.⁽⁹⁾

El cuadro # 6 muestra algunas de las propiedades funcionales de las proteínas de la soya dentro de varios tipos de alimentos.

Dentro de las propiedades funcionales de la soya más utilizadas en alimentos se describirán algunas:

Quadro # 5.

Mejoramiento de la calidad, valor nutritivo y económico de un producto usando las propiedades funcionales de la soya.



Fuente: Noticias técnicas.

Propiedades y aprovechamiento de las proteínas de soya en alimentos.

Cuadro # 6.

Propiedades funcionales de la soya en sistemas alimenticios.

Propiedad funcional	Forma de la protefna	Sistema utilizado
Emulsificación	H,C,A	Salchichas, embutidos, panes, sopas, productos batidos, por tres congelados.
Absorción de grasa	H,C,A	Embutidos, salchichas, hamburguesas, donas, bollos.
Absorción y retención de agua.	H,C	Pasteles, pastas, panes.
Viscosidad	H,C,A	Sopas, salsas.
Gelificación	A	Sustitutos de carne molida
Formación de fibra	A	Sustitutos de carne
Formación de masas	A	Productos de panificación
Formación de película.	A	Salchichas y salami.
Adhesión	C,A	Embutidos, carnes frías, productos cárnicos.
Cohesión	H A	Productos horneados, macarrones y sustitutos de carne.
Elasticidad	A	Productos horneados y sustitutos de carne.
Control de color (blanqueado y oscurecimiento)	H	Pan y derivados.
Aeración	A	Productos batidos y confituras.
Harinas: H	Concentrados: C	Aislado: A

Fuente: Química de los alimentos
Salvador Badui Dergal.

Las protefnas individuales en soluciones son dependientes de las interacciones con el agua y otros constituyentes de los alimentos que también están fuertemente influenciados.

Protefnas secas o aisladas deben ser hidratadas al ser usadas, por estas razones, la hidratación o rehidratación de las protefnas en sus propiedades son de un gran interés práctico.

La hidratación de las protefnas sigue varios pasos, iniciándose desde el estado seco. Los pasos subsecuentes son postulados:

- 1.- Absorción de agua, también llamada agua ligada.
- 2.- Hinchazón y humedad.
- 3.- Retención de agua o capacidad de mantenerla.
- 4.- Adhesión y cohesión.
- 5.- Viscosidad y dispersabilidad.

El estado final de la protefna ya sea soluble o insoluble, está también relacionada a importantes propiedades funcionales tales como solubilidad o solubilidad instantánea en que los primeros cinco pasos ocurren rápidamente. La gelación implica la formación de una masa insoluble bien hidratada, pero las interacciones protefna-protefna también son requeridas. Finalmente las propiedades de superficie tales como emulsificación y formación de espuma requieren de un alto grado de hidratación de la protefna, y dispersión en suma a otras características.

Los factores del medio ambiente tienen influencia en las propiedades de hidratación, tales como la concentración de la protefna, pH, temperatura, tiempo fuerza iónica y la presencia de otros

componentes que afectan las fuerzas protefna-protefna y protefna-agua.

En el cuadro # 7 y en la figura # 1 se muestra la secuencia de la absorción de agua por la protefna y el efecto de la absorción de agua en caseinato de sodio, concentrado y aislado de soya.

En cuanto a la solubilidad o dispersabilidad de las protefnas de soya varfa dependiendo del pH del producto, del grado de desnaturalización de la protefna, y las caracterfsticas en general del sistema en que es usado, incluyendo pH, fuerza iónica, presencia de iones multivalentes, entre otras.

La solubilidad o dispersabilidad debe ser determinada bajo condiciones lo más corca posible al uso que se le pretende dar incluyendo otros ingredientes como sales, gomas, ingredientes insolubles como las grasas, aceites y que tienen influencia en la dispersabilidad de la protefna.

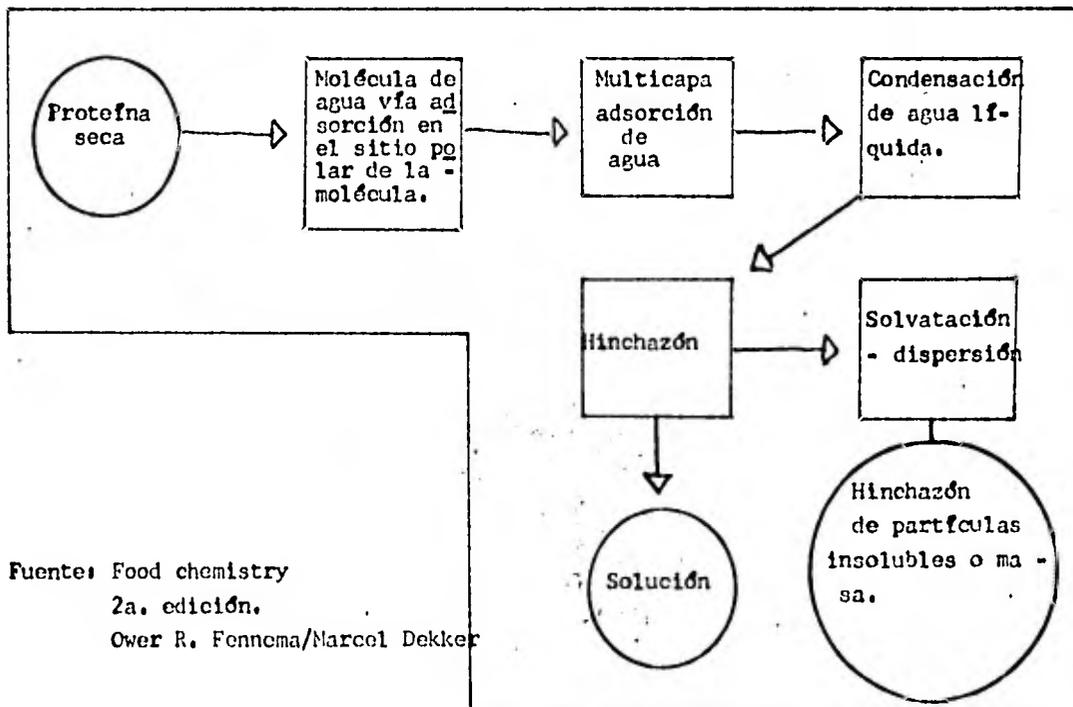
La solubilidad de la soya se determina midiendo el índice de nitrógeno soluble (ISN) y el índice de dispersabilidad de la protefna (IDP).

En cuanto a la viscosidad, esta propiedad es afectada por igual con el pH, temperatura, sales y presencia de lípidos y g tras protefnas. Varios experimentos demuestran que en una dispersión aumenta su viscosidad conforme decrece el pH, de esta manera es máxima a un pH de 5.0 y a una temperatura de 4°C (10)

Esta propiedad de viscosidad es muy importante en alimentos líquidos para impartirles consistencia y la textura deseada para el producto en cuestión. .

Quadro # 7.

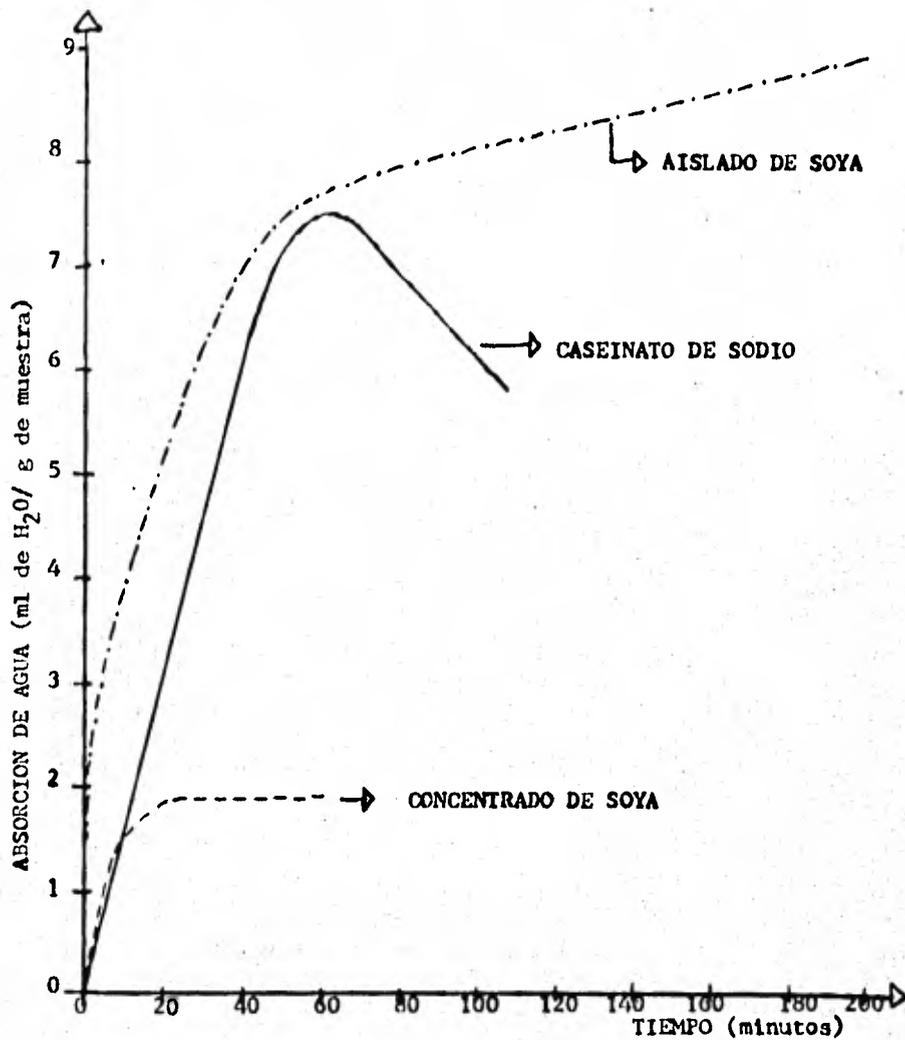
Secuencia de las interacciones protefna-agua en el proceso de hidratación.



Fuente: Food chemistry
2a. edición.
Ower R. Fennema/Marcel Dekker

Figura # 1.

Efecto de la absorción de agua sobre Caseinato de sodio, Concentrado y Aislado de soya como función del tiempo.



La gelación primero debe ser diferenciada de otro fenómeno relacionado en que el grado de dispersión de una solución de - proteína decrece, que es asociación, agregación, polimerización, precipitación, la floculación, coagulación.

Reacciones de la asociación de la proteína generalmente se refieren a algunos cambios que ocurren en la subunidad o nivel molecular.

Las reacciones de polimerización o agregación generalmente envuelven la formación de largos complejos.

Las precipitaciones incluyen las reacciones de agregación, dirigiéndose así a la pérdida total o parcial de la solubilidad.

La gelación juega un papel muy importante en la preparación de muchos alimentos, incluyendo productos lácteos, carnes, etc. La gelación no solamente es utilizada para la formación de geles viscoelásticos sino también para mejorar la absorción de agua, espesor y ligamento de las partículas (adhesión) y efectos de emulsión y espuma estabilizante.

La texturización sigue el siguiente proceso:

Coagulación normal y formación de la capa, formación de la fibra, se prepara una solución con una concentración alta de proteína, y se le da un tratamiento alcalino a un pH de 10 para formar los filamentos líquidos y posteriormente coagular las proteínas con cloruros en el pH isoelectrico y que formará una fibra de proteína hidratada, estos son los más representativos pasos en el proceso de texturización, en los que se incluyen otros como la compresión, etc.

Las proteínas texturizadas son usadas como sustituto de la carne, pollo y pescado y brindan una gran capacidad de retención de agua.

En cuanto a su capacidad emulsificante, las proteínas de la soya juegan un papel muy importante en la estabilización de estos sistemas coloidales, existen muchos factores que influyen en las características de la emulsión y en la estabilización de esta, tales como la proporción de la adición de aceite, temperatura, pH, fuerza iónica, presencia de azúcares, clase de aceite utilizado al igual como la concentración de proteína.

Las proteínas ejecutan dos funciones en la capacidad emulsificante:

Reducen la tensión interfacial ayudando a la formación de la emulsión.

Forman una barrera física en la interfase, ayudando con egto a estabilizar la emulsión. (10)(11)

11.1 ANTECEDENTES DE LA LECHE.-

En condiciones naturales los mamíferos producen únicamente leche suficiente para sus crías. Sin embargo, mucho antes de que el hombre hiciera historia, encontró que la leche era buena, buena para él, lo que resultó en la domesticación de animales productores de leche y comenzó a utilizarlos y seleccionarlos para aumentar la producción para su consumo.

En gran medida la domesticación incluyó a la vaca, búfalo y a la cabra, aunque la oveja, el cerdo y otros mamíferos han sido utilizados para producir leche en diferentes partes del mundo.

El ganado vacuno es el conjunto de animales más importantes domesticados por el hombre después del perro. Parece probable que el ganado vacuno fué domesticado por primera vez en Europa y Asia durante la nueva edad de piedra. Esto trajo como consecuencia una más abundante fuente de alimentación, lo que hizo al hombre interesarse en una mayor producción de leche y carne.

La leche, así como los derivados han evolucionado de tal forma que los mecanismos de explotación y producción han dejado de ser empíricos para tener bases científicas para su mejoramiento.

Los avances tecnológicos en materia de leche y productos lácteos han sido aplicados en todos los países, fundamentalmente en los establos de alta intensidad de capital.

Dado que la leche es uno de los alimentos más completos y

básicos de la dieta humana, los gobiernos mantienen su precio controlado con la firme idea de favorecer a todos, aunque a pesar del precio fijado no siempre la leche es accesible a un grupo importante de ciudadanos en las áreas marginales.

Dentro del estado de Jalisco, la importancia en la producción lechera nacional es indiscutible, ha ocupado consecutivamente por varios años el primer lugar nacional en la producción de leche, los datos de la estadística pecuaria nacional 1983 - de la dirección general de fomento ganadero, Jalisco con 800 millones de litros anuales contribuye con aproximadamente el 12% de la producción nacional, seguido por el estado de México con el 8.8%, Veracruz con el 7.45 y Coahuila con el 7.4%.⁽¹⁾

Según estimaciones de diferentes organismos la producción lechera anual en Jalisco, fué para 1985 superior a los 863 millones de litros, para 1988 superior a los 1,000 millones de litros.

La población bovina en el estado es superior a los 3 millones de cabezas. El crecimiento medio anual (%) de la producción lechera ha estado siempre por debajo de la tasa de crecimiento demográfico, por lo que ha disminuido la oferta, fué para 1970-78 del 4.1 para 1981 de 1.5, 1982 0.3 y en 1983 -1.0 - siendo el déficit para cubrir la demanda cada vez mayor.

El consumo anual medio per cápita en México es de alrededor de 100 litros, que ha sido cubierto con importación de leche en polvo.

En el año de 1987 el comportamiento de la producción leche

ra en Jalisco muestra un ligero decremento mensual; en Febrero fué de 2'396,000 litros/dfa, Marzo 2'382,000 litros/dfa, Abril 2'333,000 litros/dfa y en Mayo 2'288,000 litros/dfa.

En la región del altiplano Mexicano, a la que pertenece la zona lechera más importante del estado, la población ganadera es mantenida en diferentes tipos de explotación:

El estabulado que abarca un 31.8%

El semiestabulado que abarca un 22.3%

El de libre pastoreo con un 45.7%. Esta porción no es mantenida en la zona comprendida exclusivamente por nuestro estado predominando ampliamente la explotación semiestabulada, que es la más adecuada para nuestras condiciones. En Jalisco, las explotaciones de ganado lechero son de hatos con número relativamente reducido de cabezas de 50 a 500 aproximadamente.

Las regiones de importancia en la producción lechera incluye la región de los altos, ribera de Chapala, periferia de Guadajajara y parte del sur de Jalisco, cubriendo solo la región de los altos el 70% de la leche que se produce en Jalisco.

Según datos oficiales disponibles la producción y comercialización de leche en el estado, mostró durante 1985 y 1986 un comportamiento similar: el 81.4% de la leche producida va a centros de acopio, destinada el restante (18.7%) a la elaboración de productos lácteos (queso: 6.3%, crema 7.2%, otros 5.2%).⁽¹⁾

El cuadro # 8 muestra la producción anual de leche en el estado de Jalisco.

Cuadro # 8.

Valor de la producción pecuaria del estado de Jalisco para 1983 - 87 (miles de pesos)

ESPECIE	1983	1984	1985	1986	1987	% de incremento 83/87
Bovinos	20 556 181	42 440 135	48 310 218	126 413 000	137 872 480	570.7
Porcinos	23 108 285	46 306 386	54 810 625	79 845 000	107 930 120	367.1
Aves	6 090 248	11 046 612	12 348 640	55 569 000	57 748 355	848.2
Huevo	21 536 198	38 099 040	53 784 255	40 239 000	46 637 950	116.5
Miel	870 840	971 948	1 584 478	40 140 000	32 124 662	3588.9
Leche bovino	20 065 903	43 108 782	54 078 293	105 664 000	128 440 000	540.1
Total	92 227 655	181972 903	224016 509	447 870 000	510 753 567	453.8

Fuente: Secretaría de agricultura y recursos hidráulicos.

La leche fluida es captada por diferentes empresas teniendo proporciones importantes Nestlé (21%), Liconsa (17%) y pasteurizadoras locales, por lo que el destino de la leche producida es al consumo local, elaboración de productos lácteos, envío a otros estados y transformación en productos comerciales enlatados, proporcionalmente como sigue:

Elaboración de productos lácteos	18.7%
Empresas que industrializan o deshidratan la leche	31.4%
Empresas que la reciben y que comercializan directamente en otros estados su captación.	20.8%
Empresas que distribuyen la leche dentro del estado.	28.9%

La leche se puede definir de varias formas atendiendo a su valor nutritivo, a su composición química o a las normas que debe cumplir para ser admitida como artículo de comercio.

Desde el punto de vista físico-químico, la definición de leche dice que la leche es una emulsión natural perfecta en la que los glóbulos grasos están en suspensión en un líquido salino-azucarado gracias a la presencia de sustancias protéicas en estado coloidal.

Desde el punto de vista fisiológico, la leche es el producto de la secreción de las glándulas mamarias de las hembras de los mamíferos, después del parto.

Según el servicio de salud pública de Estados Unidos, la leche es la secreción láctea obtenida por ordeño completo de una o varias vacas sanas con exclusión de la obtenida durante quince días antes y cinco días después del parto, o un período

Cuadro # 9.

Composición típica y propiedades físicas de la leche de vaca.(g/lit)

	Composición	Estado físico de los componentes
Agua	905	Agua libre (disolvente) agua li- gada (3.7%) Solución
Glúcidos (lactosa).....	49	
Lípidos.....	35	
Materia grasa	34	Emulsión de glóbulos grasos.
Lecitina (fosfolípidos)	0,5	
Parte insaponificable (esteroles, ca rotenos, tocoferoles).....	0,5	
Prótidos	34	Suspensión micelar de fosfocasei- nato de calcio.
Caseína	27	
Prótidos solubles (globulinas, albu- minas)	5,5	Solución coloidal.
Sustancias nitrogenadas no protéicas	1,5	Solución verdadera.
Sales	9	Solución o estado coloidal P y Ca. (sales de K, Ca, Na, Mg, etc)
Del ác. cítrico (en ácido)	2	
Del ác. fosfórico (P2O5)	2,6	
Del ác. clorhídrico (NaCl)	1,7	
Componentes diversos (vitaminas, enzi- mas, gases, etc).....	trazas	
Extracto seco (total).....	127	
Extracto seco desengrasado	92	
Propiedades físicas, densidad completa	1,032	
Densidad de la leche descremada	1,036	
Densidad de la materia grasa	0,940	
pH	6,6 - 6,8	
Índice de refracción	1,35	
Punto de congelación	- 0,55°	
Calor específico	0,93	

Fuente: Ciencia de la leche.
Charles Alais.

mayor necesario para que la leche quede prácticamente libre de calostro y ha de contener no menos de 8% de sustancias sólidas, no grasas, ni menos de 3.75% de grasa de leche.

En el cuadro # 9 se muestra la composición típica y propiedades físicas de la leche fresca y normal.

La propiedad fundamental de la leche es la de ser una mezcla tanto física como químicamente.

Es una mezcla de sustancias definidas, lactosa, glicéridos de ácidos grasos, caseínas, sales, etc., desde el punto de vista físico, coexisten varios estados: emulsión, suspensión, y solución.

La materia grasa agrupa un conjunto de numerosas sustancias de estructura química diferente, pero todas ellas solubles - en estado anhidro en disolventes orgánicos, apolares, debido al comportamiento que presenta esta, se suele dividir los constituyentes de la materia grasa en dos grandes grupos:

- Lípidos
- Fracción insaponificable.

Los lípidos comprende lípidos simples que son llamados también lípidos ternarios porque solo contienen Carbono, Hidrógeno y Oxígeno. Son ésteres de ácidos grasos y de un alcohol. Se denominan glicéridos cuando el alcohol es el glicerol y estéridos si se trata de un esteroide. Los glicéridos constituyen la casi totalidad de los lípidos simples de la leche, ya que los estéridos solo suponen de 0.11 a 0.17 g/lt.

Dentro de los glicéridos de la leche existen ácidos grasos sa

turados e insaturados, los saturados representan el 55-60% del total de los ác. grasos, dentro de los más abundantes se encuentra el ác. mirístico, palmítico, esteárico, butírico, caprónico, caprílico y cáprico. Dentro de los ác. grasos insaturados se encuentra el oléico.

Dentro de los lípidos complejos llamados así por contener además de Carbono, Hidrogeno y Oxígeno contienen cierta cantidad de Fósforo, Nitrógeno o Azufre como las lecitinas, cefalinas y fosfoesfingolípidos.

La fracción insaponificable contiene componentes numerosos a pesar de no representar en conjunto más del 1% de la materia grasa, dentro de los principales se encuentran los carotenoides como el beta-caroteno que colorea la materia grasa y el precursor de la vitamina A, los tocoferoles como la vitamina E que es un antioxidante natural de la grasa, los esteroides están representados por el colesterol que contribuye a mantener la estabilidad de la emulsión de la materia grasa en la leche. Dentro de la fracción insaponificable también se encuentran en pequeñas cantidades el ergosterol y el 7-dehidrocolesterol que sometidos a luz ultravioleta originan las vitaminas del grupo D.

En si, la grasa se encuentra en la leche formando una emulsión de pequeños glóbulos esféricos o ligeramente ovoides, y están rodeados de una película protectora lipoprotéica llamada membrana, donde se encuentran proteínas que son diferentes a las de la fase acuosa de la leche (caseínas y proteínas solubles), en las que una porción es soluble y será una glicoproteína y la otra insoluble y que es semejante a una pseudoqueratina. (13)

La grasa es uno de los constituyentes más variables de la leche, esta puede ser variada por la alimentación, época del año, horas de ordeña así como las diferentes razas.

El cuadro # 10 muestra el porcentaje de grasa y sólidos no grasos en la estación del año.

CUADRO # 10.

Porcentaje de grasa y sólidos no grasos influenciada por la estación del año.

MES	% DE GRASA	% DE S.N.G.
Enero	3.95	8.70
Febrero	3.93	8.77
Marzo	3.70	8.50
Abril	3.68	8.50
Mayo	3.76	8.62
Junio	3.61	8.23
Julio	3.62	8.10
Agosto	3.77	8.20
Septiembre	3.83	8.53
Octubre	4.02	8.72

Fuentes: La leche, su producción y procesos industriales.

En el cuadro anterior se mostró que el porcentaje de grasa es mayor en el otoño e invierno que en el verano.

En cuanto a las sustancias nitrogenadas de la leche, éstas son muy numerosas, distribuyéndose en un litro de leche de la siguiente manera:

Prótidos	33.5 g
Protéidos	33.2
Caseína bruta	27.0
Proteínas del lactosuero	<u>6.2</u>
	33.2
B-lactoglobulina	3.0
α - lactoalbúmina	1.2
Albúmina sérica	0.4
Inmunoglobulinas	0.7
Proteasas-peptonas	0.6
Proteínas menores	<u>0.3</u>
	6.2
Aminoácidos, oligopéptidos, sustancias nitrogena - das no protéicas(urea, ác. úrico, creatina,etc.) .	<u>1.6</u>
	34.8 g

En cuanto a las caseínas, cuando se examina la leche desnatada al microscopio electrónico, se puede observar la caseína - bajo la forma de gránulos esféricos, por centrifugación se reúnen estos gránulos formando un sedimento blanquecino gelatinoso netamente separado de un líquido verdoso y transparente que constituye el suero láctico. Es posible también precipitar la caseína en forma de grandes miscelas por acidificación de la leche a

pH 4.6 que es el punto isoelectrico de la caseína, obteniéndose la caseína isoelectrica. Añadiendo cuajo a la leche, se forma un coágulo de caseína al cuajo.

Todas las caseínas son moléculas de gran tamaño que contienen fósforo y un gran número de aminoácidos, entre los cuales los más abundantes son el ác. glutámico y en menor grado la leucina y prolina.

Las caseínas estan formadas de varias fracciones diferenciales principalmente por su solubilidad. Estas fracciones son: Caseína α : que es en sí misma heterogénea. Engloba al menos dos componentes que se distinguen por su solubilidad a las sales de calcio, a una concentración de calcio en la leche de 10 veces la concentración normal de esta, una fracción precipita a pH 7 y a todas las temperaturas, mientras que la otra permanece en solución, la primera que es sensible al calcio constituye la caseína $\alpha(s)$, y la segunda, insensible al calcio, constituye la caseína X.

Se puede considerar que la fracción $\alpha(s)$, está formada por un constituyente mayoritario $\alpha(s_1)$, por lo que se considera que la caseína en conjunto comprende tres constituyentes esenciales Las caseínas $\alpha(s_1)$

Las caseínas B

En la leche, la caseína entera se encuentra bajo la forma de fosfocaseinato ácido de calcio.

Las proteínas del suero lácteo representan aproximadamente el 20% del total de las proteínas y estas representan en sí cua-

tro grandes fracciones:

Albúminas

Globulinas

Fracción proteosa-peptona

Proteínas menores

Las albúminas son la fracción más importante, representan 75% de las proteínas del suero lácteo, comprende fundamentalmente 3 constituyentes la lactoalbúmina, la B-lactoglobulina y la seroalbúmina.

Las globulinas están formadas por la euglobulina y la pseudo-globulina.

Las globulinas de la leche tienen actividad inmunológica - importante, por lo que se les llama también inmunoglobulinas. Estas desempeñan un papel fundamental en la transmisión de inmunidad de la madre al recién nacido durante los primeros días de vida post-uterina.

Las globulinas son las primeras en desnaturalizarse durante el calentamiento de la leche.

En cuanto a los Carbohidratos de la leche, la lactosa es el único glúcido libre que existe en cantidad importante en todas las leches, así como el más constante y simple de la leche.

La lactosa es un azúcar muy raro en la naturaleza, excepto en la leche, se sintetiza en la mama a partir de la glucosa sanguínea y en los rumiantes a partir de ác. volátiles.

La lactosa se distingue de los azúcares comunes por su estabilidad en el tracto digestivo y por el hecho de no ser simplemente un glúcido energético, para los seres humanos y para

numerosos animales, la lactosa es en la práctica, la única fuente de galactosa. La lactosa es el componente de la leche más lábil frente a la acción microbiana, ya que es fácilmente presa de bacterias de diversos tipos que transforman la lactosa.

La lactosa está formada por la unión de una molécula de B-galactosa y una molécula de glucosa o β . La lactosa tiene un débil sabor dulce, su poder edulcorante es seis veces menor que el azúcar ordinario.

La lactosa es sensible al calor, entre 110 y 130°C, en forma pura pierde su agua de cristalización, más allá de 150° amarillea y hacia los 175° se oscurece y carameliza. Al calentar la leche, el oscurecimiento sobreviene a temperaturas bajas, la leche esterilizada 20 minutos a 120°C se muestra ya coloreada y aparece el sabor a cocido, este efecto no se debe a la caramelización de la lactosa, sino a una reacción del azúcar con la materias nitrogenadas, que lleva consigo la aparición de compuestos oscuros reductores llamados malenoidina. Esta reacción que es catalizada por el hierro, el cobre y los fosfatos se denomina reacción de Maillard.

La lactosa puede ser transformada por microorganismos en ácido láctico, alcohol y ác. butírico.

En cuanto a la composición de la leche en sales minerales, estos compuestos gobiernan la estabilidad de la leche debido a su estado físico-químico. Una parte importante se encuentra en la fase coloidal de la leche, estrechamente asociada a las micelas de caseína nativa. También se encuentran formando los

fosfatos y citratos de calcio y magnesio.

El fósforo de la leche (1g/lt) se presenta en estado soluble, este incluye fosfolípidos, ésteres fosfóricos, el resto - se encuentra en forma coloidal que incluye la caseína bajo la forma inorgánica, una fracción de la cual se encuentra en estado soluble (fosfatos) y el resto en la fase coloidal. (fosfato tricálcico). El calcio de la leche (1.3g/lt) se encuentra igualmente a la vez bajo la forma orgánica coloidal y bajo la forma inorgánica, de la cual una parte está en disolución y el resto en la fase coloidal.

Las formas solubles y coloidales de las materias salinas de la leche están en equilibrio. Pero es un equilibrio frágil, las formas solubles pueden presentarse como iones libres, sales no asociadas o iones complejos, en equilibrio. Cualquiera alteración de este equilibrio modifica la estabilidad de la leche.⁽¹²⁾

Desde el punto de vista nutritivo, el calcio y el fósforo son los elementos esenciales de la composición de sales en la leche, estando siempre comprendida entre 1. y 1.4 la relación entre estos dos elementos, pueden ser asimilados convenientemente por los organismos en crecimiento.

En lo que a vitaminas se refiere, estas son sustancias orgánicas que en cantidades vestigiales permiten el crecimiento, mantenimiento y funcionamiento del organismo, este es incapaz de sintetizarlas. La carencia de vitaminas en las raciones provoca enfermedades características, las avitaminosis.

La leche figura entre los alimentos que contienen la variedad más completa de vitaminas, sin embargo, éstas se encuentran

a menudo en pequeñas cantidades. Tradicionalmente, las vitaminas se clasifican en dos grupos según su solubilidad en agua o en las grasas. Así las vitaminas A, D, E, K son liposolubles - encontrándose en su totalidad en la crema y la mantequilla.

Dentro de las vitaminas hidrosolubles se encuentran la B₂ o riboflavina en donde la leche es una de las fuentes más importantes para el hombre de esta vitamina, la B₆ y la B₁₂ (cobalamina) donde la leche también es una fuente importante de esta vitamina, y la vitamina H (biotina) que se relaciona con la riqueza de la grasa.

Hablando de las enzimas de la leche, la importancia de estas deriva de cinco propiedades principales:

- 1.- Algunas son factores de degradación que tienen importancia tecnológica, tales como la lipasa, factor de la rancidez, la proteasa que provoca la hidrólisis de la caseína, etc.
- 2.- Su sensibilidad al calor permite el control del calentamiento de la leche en la zona de las temperaturas de pasteurización.
- 3.- La cantidad de enzimas depende, para algunas de ellas, del número de bacterias o leucocitos que se encuentran en la leche, de esta manera se pueden obtener datos sobre la calidad bacteriológica de la leche.
- 4.- El contenido de enzimas no es el mismo para todas las leches, esta característica puede ser un medio de distinción, en la actualidad no se utiliza mucho.
- 5.- Algunas enzimas tienen actividad bactericida y constituyen por ello protección, desde luego limitada, de la leche; es el

caso de la lactoperoxidasa y de la lisozima.

La lactoperoxidasa cataliza la descomposición del agua - oxigenada liberando oxígeno activo, que puede combinarse con - numerosas sustancias. Su inactivación es completa tras el ca - lentamiento de la leche a 82°C por 20 seg.

La catalasa descompone el agua oxigenada en oxígeno mole - cular, cuando aumenta el contenido de la leche en bacterias, - se sigue invariablemente una elevación del contenido de catala - sa. La medición del índice de la catalasa es un método de apre - ciación directa de la calidad higiénica de la leche. Su activi - dad desaparece por calentamiento a 65°C durante 30 min.

Las lipasas conducen a la hidrólisis de los glicéridos - emulsificados con la liberación de ác. grasos, principalmente de cadena corta que confieren sabor rancio a la leche, puede - inactivarse mediante calentamiento a 63°C 8 minutos.

La fosfatasa sirve de base para una prueba analítica impor - tante. Se encuentra ligada a la materia grasa, desaparece com - pletamente de la leche desnatada y se encuentra en la crema, la resistencia al calor de esta enzima es ligeramente superior a - la de las bacterias patógenas que pueden existir en la leche, - por este motivo es posible efectuar el control de pasteuriza - ción cuando la fosfatasa es destruida, las bacterias peligrosas lo son así mismo.

Las proteasas participan en el proceso de proteólisis asép - tica que puede conducir al cuajado espontáneo de la leche asép - tica, mediante el calentamiento de la leche a 70°C 15 minutos

la inactivación de la enzima es completa.

Las amilasas son las enzimas más constantes, en proporción en la leche, sacarifica el almidón. Un calentamiento de una hora a 60°C la destruye, esta enzima precipita con la caseína.

La lisozima provoca la hidrólisis del polisacárido que constituye la pared de ciertas bacterias, conduciéndolas a su destrucción. La leche de vaca no contiene lisozima en cantidad apreciable(12)(15)

La leche fluida puede ser procesada para consumirse como leche fluida entera, generalmente se pasteuriza y se homogeneiza. Pero también es posible separar los componentes principales de la leche, o sea la crema, y la leche descremada. Estas se venden y utilizan como productos en sí. O bien se procesan para convertirlos en mantquilla, queso, helado y otros productos lácteos conocidos. Así mismo, la leche original se puede modificar mediante la condensación, deshidratación, adición de sabores, fortalecimiento, desmineralización, etc. También la leche entera y sus componentes pueden utilizarse como tales, o bien se les puede combinar en diversas proporciones para su incorporación a un gran número de productos alimenticios fabricados, como el chocolate de leche, pan, pasteles, productos de salchichonería, artículos de confitería, etc.

Dentro de los subproductos más importantes de la leche se encuentran:

Las leches fermentadas: este tipo de leches sufren una fermentación acidificante y que constituye la primera forma de con -

servación de estas. Las especies que le imparten las características típicas son Lactobacilos y Estreptococos lácticos, dentro de las principales leches fermentadas se encuentra el yogurt y el kefir que es agrio y espumoso y ligeramente alcohólico.

Leches concentradas:

La concentración de la leche permite una conservación prolongada de todos sus componentes en una forma reducida. La fabricación de este tipo de leches se basa en un principio muy simple, la extracción del agua de la leche, por el empleo de calor o combinado con el vacío. Se fabrican dos tipos de leche concentrada: Leche concentrada ordinaria (leche evaporada) obtenida a partir de leche entera, y la que contiene azúcar, (leche condensada) y se obtiene a partir de leche entera.

Leche en polvo:

Se aplica la leche previamente concentrada, se somete a tratamientos térmicos muy enérgicos y luego se pulveriza.

Crema:

La crema es leche enriquecida en materia grasa, mediante el desnatado espontáneo o centrífugo.

La mantequilla:

La mantequilla se obtiene de la crema mediante el batido, - que conduce a la formación de la mantequilla y a la separación - de la parte no grasa.

Helados:

En la fabricación de helados y productos análogos se emplean ingredientes lácteos de muchas formas: leche entera, descremada, crema, crema congelada, mantequilla, aceite de mantequilla, leche

en polvo etc. La composición del helado es a base de grasa de leche y sólidos de leche no grasos, azúcar, estabilizadores, emulsionantes, materiales saborizantes, agua y aire.

Queso:

El queso es un derivado de la leche, deleitoso, es una importante fuente de nutrientes y son de diversas clases. El queso se elabora a base de la cuajada de leche, esta es obtenida mediante la coagulación de la caseína de la leche por una enzima (generalmente renina), un ácido (generalmente láctico), y, con o sin tratamiento adicional durante el proceso, por calor, presión, sal y maduración (generalmente por organismos seleccionados). Existen diferentes variedades de quesos, que se diferencian por la clase de leche utilizada, diferentes condiciones ambientales, así como las técnicas utilizadas.⁽¹²⁾⁽¹⁶⁾

CAPITULO 111.

JUSTIFICACION .-

Actualmente el procesador de los derivados de la leche enfrenta la problemática de hacer rendir o de lograr un alto rendimiento sobre los subproductos de la leche, concretamente en la elaboración de quesos. Los altos costos de los insumos que permiten al procesador lograr estos efectos lo mantienen en desventaja en cuanto al rendimiento por kilogramo de producto terminado. Tradicionalmente se utilizan como retentores de humedad elementos de baja calidad biológica, en el caso de féculas y harinas - se obtienen relaciones cuando mucho de uno a cinco, es decir, - que por cada parte utilizada se obtiene una ganancia de humedad de cinco partes. Dicha relación que además es limitada confiere al producto terminado escaso aumento en su valor biológico y una mayor facilidad a procesos fermentativos subsecuentes.

Recientemente, se encuentra en el mercado el aislado de proteína de soya, dicho producto presenta dos ventajas, la primera de ellas es la de proveer al procesador de lácteos un elemento - retentor de humedad que por mucho supera a los retentores convencionales, concretamente se habla de una relación de 1:6, es decir, que por cada porción de aislado se obtendrán siete unidades de mezcla.

La segunda ventaja es a diferencia de las féculas y harinas, el aumentar el valor biológico ya que el aislado de soya contiene niveles superiores al 90% de proteína de excelente calidad.

Con esto en mente, podemos decir que el desarrollo de esta -

técnica básica nos permite por un lado abatir los costos por concepto de aditivos en la industria láctica aumentando la capacidad de retención de humedad kilogramo por kilogramo de queso y la de entregar al consumidor un producto con la calidad organoléptica similar a las existentes en el mercado y finalmente el de aumentar la calidad nutricional del producto terminado.

La tecnología de proteína de soya permite actualmente una versificación extensa en las aplicaciones de productos protéicos. En la actualidad, los productos manufacturados tienen mayor funcionalidad, mejor rendimiento, y mayor consistencia que otros procesados con ingredientes tradicionales. Entre estos productos figura el aislado de proteína de soya altamente funcional, que están encontrando nuevas significativas aplicaciones como en el caso de productos lácteos.

La proteína aislada de soya han demostrado ser excelentes fuentes de buena calidad., alta funcionalidad, que bien adaptadas a las fórmulas y procesos de elaboración convencionales de productos lácteos, tomando en cuenta consideraciones especiales de proceso, ingredientes disponibles, normas legales, objetivos de mercado, composición nutricia y buen criterio permitirá la formulación de productos lácteos aceptables.⁽¹⁷⁾

CAPITULO IV.

OBJETIVOS.-

- 1.- Definir las condiciones óptimas de proceso del aislado de soya, tales como pH, temperatura, capacidad de hidratación y capacidad emulsificante.
- 2.- Encontrar la relación óptima de proceso en el sistema leche-aislado.
- 3.- Definir un método efectivo en la incorporación del aislado para la obtención de un queso fresco tipo panela y/o adobera.
- 4.- Realizar análisis bromatológicos y microbiológicos tanto en materia prima como en producto terminado.

CAPITULO V.

METODOLOGIA.-

A) REACTIVOS

Aislado de proteína de soya, royal pro HG (alta gelificación)

Leche cruda

Leche en polvo

Grasa vegetal

Monoestearato de glicerilo.

Cuajo líquido (1:10,000)

Cloruro de calcio líquido (30%)

Cultivos lácticos (yogurt)

Fenofaleína

NaOH

Sal fina

Agua fría y caliente.

Jabón

MATERIAL:

Termómetro (-10 a 226°C)

Lactodensímetro de Quevenne

Bureta de titulación de 30 ml.

Reloj con segundero o timer.

Vasos de precipitado de 200 y 500 ml.

Pipetas de 10 y 5 ml

Cántaras de 40 lt.

Ollas

Frascos de cristal transparente de 1 lt

Moldes para queso adobera y panela

Cuchillos

Tablas de madera

Manta cielo

Cucharones

Coladeras

Pala de madera

Tinas de plástico

EQUIPO:

Batidora industrial de 3600 r.p.m.

Homogenizador con una capacidad de 800 lt/hr. Modelo A-200 creamery & Package.

Báscula triple beam. Marca OHAUS, con una capacidad de 2610 g

Cámara de refrigeración o un refrigerador común.

Estufa

B) METODOS.-

En la elaboración de este trabajo se utilizó aislado de proteína de soya Royal Pro HG (alta gelificación), proporcionado por los laboratorios Griffith de México. Se realizaron numerosas pruebas en el desarrollo de la metodología de la aplicación de la proteína aislada de soya en la elaboración de quesos, de las que solo se mencionarán las más representativas.

1.- PRUEBAS DE HIDRATACION DEL AISLADO.

Se prepararon varias muestras con una concentración base de aislado y a diferentes concentraciones de agua.

Se colocaron 5 muestras, cada una con 1g de aislado, a cada una de estas muestras se le añadieron 2,4,6,8 y 10 ml de agua respectivamente, se agitaron para facilitar la hidratación del aislado y se comprobó cual fué la concentración óptima de agua para lograr una mayor capacidad de retención de agua. El agua añadida estuvo a temperatura ambiente.

2.- EFECTOS DE ACIDEZ SOBRE EL AISLADO.

Se hizo una muestra que contenía 1 g de aislado en 50 ml de agua, a esta muestra se le determinó el pH inicial, para posteriormente adicionarle 0.1 ml de ác. cítrico al 20%, logrando así diferentes valores de pH de 6.07, 5.64, 5.30, 4.80, y 4.95 con lo que resultó suficiente para verificar el comportamiento de esta proteína bajo diferentes concentraciones de ácido.

3.- CAPACIDAD DE EMULSIFICACION DEL AISLADO.

Se prepararon 5 muestras de aislado hidratadas según la concentración óptima de agua antes determinada, a cada una

de estas muestras se le añadieron diferentes concentraciones de grasa vegetal líquida, estas concentraciones fueron de: 2, 4, 6, 8 y 10 ml, se agitaron cada una de las muestras para lograr la incorporación de la grasa al gel hidratado en agua, se observó y comparó las diferentes emulsiones formadas para determinar la concentración óptima de grasa que es capaz de emulsificar cierta cantidad de aislado de soya.

4.- EFECTOS DE LA TEMPERATURA SOBRE EL AISLADO DE SOYA.

Se preparó una muestra de 10 g de aislado en 300 ml de agua, la muestra se agitó, se tomó la temperatura inicial, para proceder a calentar la muestra registrando los aumentos de temperatura así como los efectos causados en la muestra. Las diferentes temperaturas fueron: 30, 40, 45, 50, 60, 70, 75, 85 y 90°C.

5.- METODOS DE INCORPORACION DEL AISLADO AL SISTEMA LACTEO.

Estas pruebas se hicieron partiendo de una concentración de 10 g de aislado/lit. de leche, se elaboraron 4 testigos, cada uno con 2 lit de leche, a los que se les añadió el aislado en diferentes formas seguido de agitación con una batidora común casera, para proceder a realizar un queso y determinar los rendimientos, así como comprobar el método más efectivo de incorporación. Estas pruebas se realizaron con leche proporcionada por el estable San José, con un contenido de grasa de 3.5 g/lit y una densidad de 1.079 g/lit.

Las pruebas realizadas se muestran en el cuadro # 17.

6.- DETERMINACION DE UNA TECNICA DE ELABORACION DEL QUESO.

A partir de esta prueba en adelante se trabajó con leche descremada con un contenido de grasa de 1.3 g/lit y una densidad de 1.036 g/lit.

Se empezó por determinar el % de grasa vegetal que se va a añadir a la leche descremada así como el % de emulsificante, - que en este caso es monoestearato y se empleará para estabilizar la grasa añadida a la leche. Se comenzó partiendo de 15 g - de grasa vegetal por litro de leche y 1.5% de emulsificante para un total de 10 lit de leche.

Se preparó una crema con una base de leche (2lit) a la que se le adicionó la grasa vegetal y el emulsificante, una vez que la leche (2lit) fueron calentados a 75°C, esta temperatura cubre el punto de fusión del emulsificante utilizado. Esta crema se - incorporó al resto de la leche (8lit) al igual que el gel de soya preparado previamente en base a 10 g de aislado/lit de leche y en la proporción óptima de agua que es 1:6, este gel se calentó con un poco de leche a aproximadamente 45°C para lograr una mayor solubilidad de este. Entonces se incorporó la crema y el aislado así preparado a los 8 lit de leche con una agitación mecánica en una batidora industrial, durante 1 minuto aproximadamente.

Esta mezcla batida se calentó a 65°C 30 minutos, para después enfriarla a 33 - 35°C y adicionarsele 4.5 ml de CaCl_2 diluido 1:1 en agua, entonces se procedió a realizar la prueba de copos para determinar la cantidad de cuajo que se requiere para coagular la leche en determinado tiempo. Esta prueba consiste en tomar 100 ml de la leche que contiene todos los ingred

dientes, aditivos, etc. y se le añaden 2 ml de cuajo líquido diluido 1:1 en agua, en este momento se toma tiempo hasta que aparezcan los grumos que indican la floculación de la caseína, para poder observar esto la leche se debe colocar en un frasco de vidrio transparente y se debe agitar un poco para así observar por las paredes del frasco los flóculos de leche coagulada es en este momento cuando se detiene el timer que comenzó a marcar desde la adición del cuajo, para realizar la siguiente operación:

$C.C = (\text{seg}) (1\text{t de leche}) / 6 (\text{tiempo en que se quiere coagular})$

Una vez determinada la cantidad de cuajo que debe añadirse y adicionada a la leche, se espera a la formación del gel de cuajada para entonces cortar la cuajada con un cuchillo vertical y horizontalmente, formando así cubos de cuajada, el diámetro de estos varía dependiendo del tipo de queso, mientras más pequeños sean estos el desuerado es mayor y más rápido, los cubos de cuajada se agitan suavemente con una pala de madera para facilitar la sinéresis, esto es la separación del suero lácteo de la cuajada, la operación de agitación de los granos de cuajada tiene por objeto acelerar y completar el desuerado e impedir la adherencia de los granos, con lo que se formaría un amasijo que retiene el líquido o suero lácteo.

Una vez completada la sinéresis, se recoge la cuajada en moldes especiales para panela, en estos moldes la cuajada se sigue desuerando, esta se debe voltear dentro del mismo molde para que le dé la forma típica de una panela, se procede a salar por frotación en la superficie de esta.

7.- EFECTOS DE LA ACIDEZ SOBRE LA FORMACION DE LA CUAJADA.

Se corrieron varias pruebas como la mencionada en el experimento anterior y en las que se vió que era necesario trabajar con una leche de cierta acidez, ya que se había estado trabajando con leche que contenía de 13- 14^oD, estos grados Dornic indican los miligramos de ác. láctico en 10 centímetros cúbicos de leche.

Por esto se optó por calentar desde un inicio la leche a 30^oC y dejarla reposar durante 1 hr aproximadamente, con el fin de lograr un desarrollo mayor de acidez por las bacterias lácticas de la leche, se trabajó con leches de una acidez de 17-22^oD.

8.- EFECTOS DE CULTIVOS LACTICOS EN EL SABOR DEL QUESO.

En la elaboración de estas pruebas, el procedimiento sigue igual al mencionado anteriormente en la elaboración del queso (panela), solo se incluye un paso adicional, en que, se deja acidificar la leche hasta tener la leche ya pasteurizada y fría (33 - 35^oC), para así adicionar los cultivos lácticos. Estos se añadieron en una concentración de 1.5% y proseguir con la elaboración del queso o de la panela. Los cultivos utilizados fueron yogurt que contiene las bacterias *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* que son los que actúan como fermento láctico en la leche para producir el yogurt.

Se corrieron varias pruebas basadas en los siguientes experimentos, estos se muestran en el cuadro # 12.

9.- PRUEBAS DE COAGULACION DEL AISLADO CON CLORURO DE CALCIO.

Se realizaron varias pruebas en las que se añadieron diferentes concentraciones de aislado en agua y solución de CaCl_2 .

diluido 1:1 en agua.

Se empezó realizando pruebas que contenían 4 g de aislado en 200 ml de agua y concentraciones de 0.5, 1, 1.5, 2, 2.5 y 3 ml de solución de CaCl_2 , para verificar qué concentración coagula la mayor parte de la proteína. Las cuajadas así obtenidas se pesaron para determinar el rendimiento. Después en base a la que dió un mayor rendimiento se partieron otras pruebas en concentraciones mayores y menores de solución de CaCl_2 , hasta llegar a agregar al aislado en leche, solución de CaCl_2 y cuajo líquido, se pesaron las cuajadas y se seleccionó la de mayor rendimiento. Estas pruebas realizadas con el aislado incorporado a la leche nos llevaron a obtener resultados y se hicieron de la siguiente manera:

Se agregaron 15 g de aislado en polvo a 1500 ml de leche - descremada, se batió en licuadora común, casera, se calentó a 65° durante 30 minutos y se enfrió a $33 - 35^\circ\text{C}$, se tomaron de ahí 5 muestras de 200 ml cada una, a estas se les añadió diferentes dosis de solución de CaCl_2 en mayor y menor concentración que la que había rendido el mayor volumen de cuajada y una igual cantidad de cuajo (0.2ml). Las cuajadas así obtenidas se pesaron después de haber sido dejadas desuerando en iguales condiciones durante un día aproximadamente, así se determinó que dosis de solución de CaCl_2 coagula qué cantidad de proteína aislada de soya - rindiendo un mejor peso de cuajada.

10.- CAPACIDAD EMULSIFICANTE DEL AISLADO DE SOYA EN LECHE.

Estas pruebas se elaboraron pensando en la posibilidad de suprimir el uso de emulsificante (monoestearato) reemplazándolo

por el aislado de soya utilizado en la elaboración del queso.

Se hicieron pruebas con y sin monoestearato y se hicieron de la siguiente manera:

Con emulsificante (monoestearato): se preparó una crema con 500 ml de leche descremada, con 30 g de grasa vegetal y 1.5% de emulsificante, más el gel de aislado preparado con 20 g de aislado en 120 ml de agua, esto se adicionó a 1500 ml de leche.

Sin emulsificante: se colocaron 20 g de aislado en 120 ml de agua, a esto se le añadieron 80 g de grasa vegetal, esta cantidad de grasa estuvo en una concentración mayor a la necesaria para los 2 lt de leche utilizados en esta prueba, esta cantidad mayor de grasa se adicionó por que era la concentración óptima de la capacidad de emulsión del aislado antes determinada. Este gel así formado se adicionó a la leche (2 lt), se batieron en una licuadora común casera, se calentaron posteriormente a 65°C 30 minutos, cada una de las muestras y se observó si hubo alguna separación en ambas muestras.

Se hicieron otras pruebas disminuyendo la cantidad de grasa a la normal necesaria para los 2 lt de leche utilizados en la prueba esto fue así: 20 g de aislado en 120 ml de agua y 30 g de grasa vegetal, este gel emulsionado se adicionó a la leche (2lt) se batió y se calentó por igual que las pruebas antes mencionadas y se observó si hubo separación de grasa aún con una dosis menor de grasa.

11.- EVALUACION DE LOS METODOS DE INCORPORACION.

Se optó por la adición del aislado en forma seca o en polvo a la leche.

Esto se hizo batiendo el aislado en una batidora industrial con una pequeña cantidad de leche de la total utilizada durante aproximadamente 1 minuto, para después incorporar esta mezcla al resto de la leche y proseguir con el procedimiento antes descrito de la elaboración del queso o panela, aquí ya se utilizó la cantidad de CaCl_2 necesaria para la cantidad de proteína añadida a la leche, según las pruebas de coagulación de la soya antes realizadas.

12.- EFECTOS DE LA TEMPERATURA SOBRE EL TIEMPO DE COAGULACION.

Se decidió elevar la temperatura de pasteurización a 75°C 30 minutos, así como trabajar con diferentes temperaturas de coagulación de hasta $36 - 38^\circ\text{C}$ para ver en qué temperatura se obtenía un mejor tiempo de coagulación y mejores características de la cuajada.

13.- PRUEBAS VARIANDO LA CANTIDAD DE GRASA, EMULSIFICANTE Y AISLADO.

Se hicieron varias pruebas variando la cantidad de grasa vegetal añadida a la leche, en mayor y menor concentración que la de la base de la cual se partió al igual que con la cantidad de emulsificante y de aislado de soya.

Durante la elaboración de estas pruebas se checkaron rendimientos y se realizaron pruebas organolépticas para poder determinar qué cantidad de grasa, emulsificante y aislado proporcionaban un mejor sabor, textura y rendimiento.

La concentración de grasa se elevó hasta 37 g/lit y 0.5% de emulsificante, para luego disminuirla a 30 g/lit y 0.4% de emul-

sificante. Las concentraciones de aislado se disminuyeron a 7g/lt 5g/lt y 4 g/lt respectivamente.

Durante la elaboración de estas pruebas, la grasa, el emulsificante y el aislado se preparaban en una base la cual era primeramente batida al adicionar el aislado en polvo a la leche, para luego calentar a 75°C y añadir la grasa vegetal y el emulsificante, se calentó durante 30 minutos, esta base se añadió al resto de la leche (70%) que permanecía cruda. La base así preparada se añadió en un 30%.

14.- HOMOGENIZACION.

Se optó por homogeneizar, no habiendo obtenido los resultados esperados en las pruebas de incorporación del aislado antes mencionadas.

El homogeneizador utilizado fué el descrito en el equipo, al principio de este capítulo.

Se preparó una premezcla como en las pruebas señaladas en el experimento anterior, pero esta premezcla se preparó en cantidades mayores esto fué:

18 lt de leche, para poder tomar de esta premezcla 6 bases de 3 lt cada una.

1200 g de grasa vegetal

240 g de emulsificante

240 g de aislado de proteína de soya.

La premezcla se preparó de igual manera a la señalada en el experimento anterior, solo que después de haberla calentado e incorporado la grasa y el emulsificante ya con el aislado incorpo-

rado, se procedió a homogeneizar esta premezcla, con una presión de 1500 - 1600 lb, recibiendo 2 pasadas por el homogeneizador.

15.- PRUEBAS CON DIFERENTES CONCENTRACIONES DE PREMEZCLA Y DOSIS MENORES DE CaCl_2 .

En estas pruebas se redujo la cantidad de CaCl_2 necesaria para coagular la proteína según las pruebas de coagulación antes - realizadas, esto se hizo reduciéndola a más de la mitad de la requerida debido a los efectos después de la homogeneización.

las concentraciones de premezcla fueron:

PREMEZCLA	LECHE
30%	70%
20%	80%
35%	65%
40%	60%

La dosis de solución de CaCl_2 fueron de 16, 10, 16 y 18 ml respectivamente, en estas pruebas se calentó la cuajada a aproximadamente $35-40^\circ\text{C}$, este efecto de la temperatura sobre la cuajada permite disminuir el grado de hidratación de los granos de cuajada favoreciéndose la sinéresis, este aumento de la temperatura debe realizarse progresivamente, si el calentamiento es brusco se forma una costra impermeable en la superficie de los granos de cuajada y la parte central húmeda, además esto no es conveniente para el posterior procesamiento de la cuajada.

16.- ELABORACION DE QUESO TIPO ADOBERA.

Estas pruebas se hicieron partiendo de 40 lt de leche y con diferentes concentraciones de premezcla, esto fué:

PREMEZCLA	LECHE
30%	70%
40%	60%

Se utilizó una dosis de solución de CaCl_2 de menos de la mitad de la necesaria según las pruebas de coagulación, esta dosis fué de 56 ml en cada una de las pruebas.

17.- MEZCLA DE CUAJADAS.

En estas pruebas se mezclaron las cuajadas ya obtenidas por separado de leche y de soya.

Para poder realizar estas pruebas, se tuvo que determinar - primeramente qué cantidad de proteína de soya produce que cantidad de cuajada. Esto se hizo partiendo de una concentración base de 10 g de aislado y a diferentes concentraciones de agua de 150, 170, 180, 190 y 200 ml a los que se les añadió el aislado, se ba tió y se calentó a 75°C 30 min., para después agregar 7.5 ml de solución de CaCl_2 a cada una, esta dosis es la necesaria para los 10 g de proteína que contiene cada una de las muestras, según las pruebas de coagulación. Cada una de las cuajadas se desueraron bajo iguales condiciones y se pesaron determinándose así la mayor - en rendimiento, para así en base a esta preparar una determinada cantidad de cuajada de soya para mezclarla con la cuajada de leche.

Se procedió a realizar la mezcla de cuajadas en:

CUAJADA DE SOYA	CUAJADA DE LECHE
30%	70%
45%	55%

Se corrió un testigo para en forma paralela. comparar textura, sabor y color. La cuajada de leche se preparó a partir de - leche en polvo, esto se hizo por no tener leche entera, esta leche se preparó con 10 lt de agua y 1,250 kg de leche en polvo, se le adicionó algo de color para tratar de igualar a la cuajada de soya, que es de un color cafésoso.

18.- ELABORACION DE ADOBERAS CON LA DOSIS CORRECTA DE CaCl_2 .

Esta fué la última prueba, se repitió la elaboración de adoberas elevando la dosis de la solución de cloruro de calcio a la necesaria según las pruebas realizadas de coagulación. En esta - última prueba se experimentó con diferentes concentraciones de - aislado y a otra prueba se le tomó como testigo por no contener soya. Esta prueba se hizo mezclando 4 lt de premezcla con 6 lt - de leche y a otra prueba a los 4 lt de premezcla se le añadie - ron 47 g más de aislado de soya en polvo, para completar a 10g/lt se corrió el testigo con igual cantidad de grasa para comparar - rendimientos y de esta manera definir la concentración y el proce dimiento óptimo.

Con estas pruebas se concluyó con el trabajo, habiéndose obtenido buenos resultados y definido un método de incorporación así como una técnica de proceso de elaboración de panelas y/o adoberas.

PRINCIPALES PARAMETROS PARA LA ELABORACION DE QUESO ADOBERA Y PA
NELA ADICIONADOS DE PROTEINA AISLADA DE SOYA.

Elaboración de la premezcla:

- a) Leche natural de vaca con un mínimo de 85g/lit de sólidos no - grasos y máximo de 89 g/lit, así como con un mínimo de grasa de 10 g/lit.
- b) Toma del 40% de la leche que se va a utilizar.
- c) Acidez. Dejar reposar a 30°C hasta que se desarrolle una acidez mínima de 17°D y máxima de 20°D, de 21°D no es conveniente trabajar.
- d) Incorporación del aislado en forma seca en cantidades de: 4 g/lit para panela y 5.3 g/lit en adobera, en una batidora industrial durante aproximadamente 1 minuto.
- e) Calentamiento a 75°C 30 minutos.
- f) Adición de grasa vegetal 20 g/lit y emulsificante monoestearato de glicerilo en 0.4%.
- g) Homogeneizar a 1500-1600 lb de presión, dando dos pasadas por el homogeneizador.
- h) Si se van a utilizar cultivos lácticos, estos se agregan a la leche cruda a 30°C después de pasteurizar, se dejan por 1 hr.
- i) Se mezcla la leche cruda (con o sin cultivos) con la premezcla en una proporción 60/40% leche/premezcla en adobera y 70/30% leche/premezcla en panela.
- j) Ajuste de temperatura a 38°C.
- k) Adición de CaCl₂ al 38%, sabiendo que 1.5 ml de solución de - CaCl₂ diluido 1:1 coagulan 2 g de proteína aislada de soya.
- l) Prueba de copos.

- m) Adición de cuajo.
- n) Coagulación.
- ñ) Corte de la cuajada.
- o) Calentamiento a 40-45°C de la cuajada con una ligera agitación.
- p) Sinéresis y desuerado.

- 1.- En la elaboración de panela la cuajada se recoje en cestos y esta se voltea dentro de los mismos hasta que adquiera la forma tradicional de la panela, salar por frotación en la superficie, en ambos lados de la panela.
- 2.- En la elaboración de adoberas, la cuajada se coloca en tablas a formar un montículo, las tablas se colocan inclinadas para facilitar el escurrimiento del suero, este montículo de cuajada se corta verticalmente con un cuchillo separando las tiras que se vayan formando, esto es para que siga desuerando, una vez que estas tiras estén firmes, se cortan horizontalmente formando grandes cubos de cuajada, estos se enciman uno sobre otro para que continúe desuerando, esto ocurre por 1-3 Hr. Los cubos de cuajada se colocan en cubetas que se refrigeran durante 1 día, pasado este tiempo la cuajada se muele y es adicionada de sal en la pasta. La cuajada se muele una vez ya salada y se coloca en los moldes que tienen manta de cielo para envolver la cuajada, se presan durante aprox. 1 día. Se dejan secar un poco y se empaquetan.

CAPITULO VI.

RESULTADOS Y DISCUSION.-

Cuadro # 13.

Pruebas de hidratación del aislado (lg base)

ml de agua	Resultados
2	Hidratación insuficiente del aislado.
4	Formación de gel grumoso, no totalmente hidratado.
6	Formación de gel perfectamente hidratado, no tuvo grumos
8	Formación de un gel líquido espeso.
10	Formación de un gel líquido, sin mucha consistencia.

En esta prueba se observó que en las diferentes concentraciones de agua a igual concentración de aislado, la óptima fue de 1:6, esto es, por una parte de aislado van 6 partes de agua. En esta relación se forma un gel firme y perfectamente hidratado, se requiere de agitación.

Esta gran capacidad de retención de agua por las proteínas de soya se debe a que sus aminoácidos forman puentes de hidrógeno con el agua, siendo los aminoácidos polares los que ejercen una mayor influencia, los sitios activos son los $-COOH, NH_2, -OH$

Cuadro # 14.

Efectos de la acidez sobre el aislado.

ml de ácido	pH	Resultados
0	6.8	Solución no homogénea, el aislado no se solubilizó completamente.
0.1	6.07	Sin cambio
0.2	5.64	Sin cambio
0.3	5.30	Sin cambio
0.4	4.95	Se observó una pequeña floculación, la solución se hizo un poco mas homogénea.
0.5	4.80	Floculación, las proteínas quedaron suspendidas en toda la solución, las proteínas al coagularse cambiaron de color en la solución, se tornaron de un color blanco.

En estas pruebas a diferentes concentraciones de ácido se observó que al llegar al punto isoelectrico de las proteínas de la soya (globulinas) estas se precipitan o floculan. El punto isoelectrico de las globulinas es de 4.2 - 4.8.

El aumento en la solubilidad se debe a que las proteínas pueden actuar como cationes o aniones, y al tener la misma carga eléctrica desarrollan fuerzas de repulsión entre ellas, esto repercute en un aumento de solubilidad y estabilidad. En el punto isoelectrico las fuerzas de repulsión son mínimas, lo que hace que las proteínas tiendan a agregarse con su consecuente precipitación final.

El ácido empleado en esta prueba fué ác. cítrico al 20%.

Cuadro # 15.

Capacidad emulsificante del aislado. (base 1 g aislado y 6ml agua)

g de grasa	Resultados
2	Emulsifica perfectamente la grasa, pero el gel es muy grueso.
4	Emulsifica perfectamente la grasa y la consistencia del gel es buena.
6	Emulsifica perfectamente la grasa, la consistencia del gel es muy buena.
8	No emulsifica totalmente la grasa.
10	No emulsifica totalmente la grasa.

En la elaboración de esta prueba se utilizó la misma base para todas las muestras para formar un gel hidratado y después adicionarle la grasa.

Se observó que la capacidad emulsificante óptima es de 6, esto es, 1:6:6, por una parte de aislado van 6 partes de agua y 6 partes de grasa. En esta concentración el aislado emulsifica perfectamente la grasa sin mostrar ninguna separación.

La capacidad emulsificante de las proteínas de la soya se deben a sus propiedades superficiales, estas proteínas ayudan a la formación de emulsiones al decrecer la tensión interfacial y la estabilizan por la formación de una barrera física en la interfase.

Cuadro # 16.

Efectos de la temperatura sobre el aislado. (base 10g aislado/
300 ml de agua).

Temperatura ^o C	Resultados
30	Solución no homogénea
40	Sin cambio
45	Se hizo un poco más homogénea
50	Se hizo un poco más homogénea
60	Se hizo un poco más homogénea
70	Pequeña floculación, sin separación de fases.
75	Mayor floculación
85	Precipitación, separación de dos fases, el aislado se va a la superficie y en el fondo queda un suero cafésoso.
90	Ebullición.

En esta prueba se observó que por arriba de los 70^oC ocurre la desnaturalización de las proteínas, lo que hace que estas se precipiten, siendo esto mayor conforme se incrementa la temperatura.

Esto se debe a que las proteínas tienen un alto grado de estructuración y orden conformacional y que pueden perder en la desnaturalización, que es por definición la pérdida de la estructura secundaria, terciaria y cuaternaria de las proteínas, durante la desnaturalización se rompen algunos enlaces disulfuro y puentes de hidrógeno, durante la desnaturalización la proteína se desdobla adquiriendo una conformación al azar. Las proteínas altamente desnaturalizadas tienden a la agregación y precipitación.

Dentro de un intervalo limitado, la solubilidad de la mayoría de las proteínas se incrementa al aumentar la temperatura, - cuando la temperatura aumenta considerablemente y se sale del intervalo de máxima solubilidad, el efecto se hace inverso y la proteína se desnaturaliza con su consecuente precipitación.

Cuadro # 17.

Métodos de incorporación del aislado al sistema lácteo.

Procedimiento	Rendimientos
1	12.5%
2	10.5%
3	17.5%
4	17.5%

El método 1 fué el testigo, el # 2, se le añadió el aislado en polvo, al # 3, se le añadió el aislado hidratado en agua y el # 4, se le añadió el aislado hidratado en leche, todos sufrieron un batido después de la adición del aislado en las diferentes formas. En todos estos métodos de incorporación del aislado a la leche se observó una separación del aislado en una capa superficial de la leche, unos minutos después del batido, lo que provocó pérdidas de aislado en el suero lácteo, una vez ya obtenida la cuajada. La película superficial que se formó de aislado formó grumos los cuáles en el queso ya terminado le impartieron un mal aspecto.

Estos métodos de incorporación se hicieron con la leche en estado frío.

Cuadro # 18

Efectos de la acidez sobre la formación de la cuajada.

Acidez ^o D	Resultados
13 - 14	Coagulación demasiado lenta de la leche.
14 - 16	Coagulación lenta (60 minutos o más).
16 - 18	Coagulación normal (40 minutos aprox.)
18 - 20	Coagulación rápida (25 - 30 minutos).
20 - 22	No resulta conveniente, se corta la cuajada, o resulta una cuajada demasiado débil, con mucha facilidad a deshacerse.

Durante la elaboración de estas pruebas se trabajaron con - diferentes concentraciones de ácido en el proceso de elaboración del queso panela y adobera, en el que se comprobó que la acidez óptima de coagulación para lograrla dentro de un rango normal de tiempo (30 - 40 min) y que presente un gel firme fué de: 17 - 19^oD.

La explicación a este fenómeno se debe a que el descenso del pH provoca un paso mayor de calcio ionizado que le dá una mayor - aptitud a la leche para coagular, acortando de esta manera la duración de la coagulación.

Un exceso en la acidez provoca que la leche se corte impi - diendo así la formación de la cuajada o bien si se llega a formar la cuajada esta sera de naturaleza muy débil lo que impide la correcta elaboración de un queso.

Cuadro # 19.

Efectos de cultivos lácticos en el sabor del queso.

Experimento	Resultados
Testigo	El queso tiene un sabor agradable a queso.
Más aislado	El queso tiene un sabor ligeramente a soya.
Más aislado, más cultivo	El sabor del queso resultó un poco ácido cubre un poco el sabor a soya.

Mediante la elaboración de estas pruebas se comprobó que el sabor a soya puede ser enmascarado si se utilizan cultivos o fermentos lácticos propios para queso.

El cultivo utilizado en estas pruebas fué yogurt, lo que le impartió un sabor ácido, el cultivo se adicionó en una concentración del 1.5%.

Los fermentos lácticos utilizados en quesería, son muy variados, esto es, dependiendo del tipo de queso que se va a elaborar, en sí los cultivos lácticos están formados por bacterias u hongos, estos contribuyen a la formación de aroma, sabor, textura así como también contribuyen al aspecto de algunos quesos.

Al adicionar cultivos lácticos al queso, se lleva a cabo una maduración en la que ocurren una serie de fenómenos: proteólisis, desaminación, descarboxilación, lipólisis, y degradación de los ácidos grasos, sacarólisis y fermentación del ácido láctico, a estas reacciones se suman otras como reacciones ácido-básicas, etc.

Cuadro # 20.

Pruebas de coagulación del aislado con CaCl_2

ml de soln. CaCl_2	peso cuajada	Resultados
1.25	43.1g	Bajo rendimiento
1.5	64.0g	Muy buen rendimiento
1.75	44.5g	bajo rendimiento
2.0	56.0g	Buen rendimiento
2.5	54.2g	Buen rendimiento

En estas pruebas se observó que para 2 g de proteína aislada de soya se requieren 1.5 ml de solución de cloruro de calcio diluido 1:1 en agua, para coagularla en su totalidad y rindiendo un mejor peso. Con dosis menores de cloruro de calcio, la proteína se coagula, pero no en su totalidad y por lo tanto rinde pesos más bajos, al igual que cuando se adiciona en exceso. La proteína de soya es sensible al calcio, lo que hace que al adicionársele una sal de calcio las precipite.

Cuadro # 21.

Capacidad emulsificante del aislado de soya en leche.

Grasa vegetal	Monoestearato	Resultados
30 g	30 g	No hubo separación de la grasa.
80 g	--	Hubo separación de la grasa
30 g	--	Hubo separación de la grasa.

En las pruebas anteriores se comprobó que la capacidad emulsificante del aislado de soya dentro del sistema acuoso de la leche y tan complejo como lo es, requiere de un emulsificante para que estabilice la grasa que le es añadida a esta, en el caso de leche descremada.

Además durante estas pruebas se vió que es posible que el emulsificante ayude a evitar la separación de la soya incorporada a la leche.

En la elaboración de esta prueba se utilizaron 2 lt de leche descremada en cada prueba y un gel de 20 g de aislado/ 120 ml de agua.

Cuadro # 22.

Efectos de la temperatura sobre el tiempo de coagulación.

T ^o de coagulación	Resultados
33 - 35 ^o C	El tiempo de coagulación es normal, aproximadamente de 35 - 40 minutos.
36 ^o C	Coagulación normal, en un tiempo de aprox. 35 minutos.
38 ^o C	Coagulación normal, es en un menor tiempo, de aproximadamente 25 - 30 minutos.

En el rango de temperatura de coagulación en las que se trabajó, en todos se produce un gel firme y elástico, y el período de tiempo en que la leche se coagula o cuaja está dentro de los normales, según la cantidad de cuajo añadida y el tiempos de coagulación según la fórmula de la prueba de copos. En el desarrollo de este proyecto encontramos óptima la temperatura de coagulación de 38^oC ya que es un poco más rápida y el gel alcanza a adquirir una mayor firmeza.

Cuando la temperatura es menor de 20^oC la coagulación es extremadamente lenta, el incremento de la temperatura disminuye el tiempo de coagulación, en cuanto se produce este incremento la reacción de inactivación de la enzima (cuajo) se vuelve cada vez más importante y contrarresta el aumento de la velocidad de la reacción de coagulación.

Cuadro # 23.

Pruebas variando la cantidad de grasa, emulsificante y aislado.

Grasa vegetal	Monoestearato	Aislado de soya	Rendimiento
37 g/lt	0.5%	10 g/lt	26%
30	0.4	7	26
30	0.4	5	20
30	0.2	4	21
20	0.3	4	21
20	0.4	4	22

En las pruebas anteriores se observó que la concentración óptima de grasa vegetal, emulsificante y aislado fueron:

20 g/lt, 0.4% y 4 g/lt respectivamente, logrando un muy buen rendimiento, así como una textura muy buena, esto es sin demasiada humedad que le imparta al queso una textura pastosa, y el sabor fué muy bueno también, el sabor a soya es muy débil estas pruebas se hicieron en queso tipo panela.

En todas las pruebas se utilizaron 10 lt de leche descremada.

Pruebas con diferentes concentraciones de premezcla y dosis menores de CaCl₂

Premezcla	Leche	CaCl ₂	Rendimiento	Resultados
30%	70%	16 ml	22%	Muy buen rendimiento sabor y textura muy buena.
20	80	10	15	Bajo rendimiento, la textura y el sabor - son muy buenos.
35	65	16	20	Buen rendimiento, la textura y el sabor - son buenos.
40	60	18	24	El rendimiento fué - bastante bueno pero la textura ya fué algo pastosa, el sabor fué bueno.

En esta prueba se comprobó que la concentración óptima de premezcla/leche es de 30/70 respectivamente, en la elaboración de panelas, bajo estas condiciones el rendimiento es muy bueno y no se altera ni la textura ni el sabor de la panela.

En esta concentración de premezcla están contenidos 40 g de aislado, 200 g de grasa vegetal y 40 g de emulsificante.

Durante la elaboración de estas pruebas en que se redujo la concentración de CaCl₂ después de la homogeneización, debido a - que después de ésta y adicionar las concentraciones necesarias - según las pruebas de coagulación la leche se cortó varias veces quizás debido a que las características y propiedades del aislado cambian después de ser homogeneizadas requiriendo menores dosis menores de CaCl₂. Estas pruebas se hicieron con 10 lt de leche descremada.

Cuadro # 25

Pruebas a diferentes temperaturas durante el desuerado.

Temperatura°C	Resultados
35	La sinéresis se produce en un tiempo normal de aprox. 15 minutos, la expulsión del suero es un poco lenta, no ocurre contracción del coágulo de leche.
40	La sinéresis es producida en un menor tiempo, la expulsión del suero es un poco más rápida y con una ligera contracción del coágulo de leche.
45	La sinéresis se produce de una manera rápida de aprox. 5 min., el coágulo se contrae tornándose más firme.
50	No es conveniente para la fabricación de quesos frescos, la sinéresis es muy rápida pero el coágulo se torna muy elástico, siendo un inconveniente para su posterior adhesión en el moldeado.

Con estas diferencias en temperaturas concluimos que la óptima para nuestra técnica fué de 40 - 45°C.

La elevación de la temperatura debe ser progresiva y ayuda de agitación suave de la cuajada. Cuando la cuajada es un poco débil, adquiere una mayor firmeza y consistencia al elevarse gradualmente la temperatura y mantenerla dentro de un rango constante ya antes mencionado durante un corto tiempo.

La temperatura provoca una contracción del coágulo o de los granos de cuajada, expulsando el suero que se encuentra retenido dentro de ellos, cuando la temperatura se eleva bruscamente se forma una costra superficial en la cuajada que retiene en el centro humedad y además se torna elástico dificultando su posterior adhesión, la temperatura varía según el tipo de queso.

Cuadro # 26

Elaboración de queso tipo adobera.

Premezcla (%)	Leche (%)	Rendimiento (%)	CaCl ₂ (ml)	Resultados
30	70	10.5	56	El rendimiento fué muy bajo, la textura de la adobera fué pastosa y mostró un ligero sabor a soya.
40	80	10.9	60	El rendimiento sigue siendo muy bajo, la - textura del queso fué muy buena y el sabor a soya muy débil.

En estas pruebas se utilizó un total de 40 lt de leche con premezcla. En estas pruebas se volvió a comprobar que al reducir la dosis de cloruro de calcio de la necesaria según las pruebas de coagulación que debió de ser de 119 ml y 159 ml de solución - de cloruro de calcio, respectivamente según las pruebas señala - das en los resultados del experimento, se observó que esta re - ducción provocó un descenso del rendimiento en el queso, además de producir el suero lácteo blanquecino y no de un color verdo - so y transparente como debiera ser.

Se observó que la concentración de premezcla de 40% y 60% de leche brindó una mejor textura y sabor, al igual que un mayor rendimiento. Con estas pruebas se optó por realizar última prue - ba aumentando la dosis de cloruro de calcio a la necesaria aún después de haberse homogeneizado la premezcla, para ver si es realmente este factor el que provoco la reducción del rendimien - to y la producción de suero blanquecino.

Cuadro # 27

Mezcla de cuajadas.

Cuajada soya	Cuajada leche	Resultados
---	100	El sabor es muy bueno, el de un queso normal, al igual que la textura.
30	70	La textura del queso es muy reseca, desmoronable y el sabor no es muy bueno.
45	55	En general la textura y el sabor son agradables.

Esta prueba pudo realizarse con los resultados obtenidos en el experimento anteriormente descrito, en el que se preparó primeramente la cantidad de soya que se necesitaría con los cálculos respectivos que nos proporcionó el experimento anterior las cuajadas mezcladas no dieron buenos resultados, los inconvenientes de este método radican en que la cuajada de soya es de un color obscuro, resultando difícil la igualdad de la cuajada de leche a este color. Además la textura de la cuajada de soya es muy reseca y diferente a la de la leche por lo que al mezclarlas ya que la cuajada de soya se ve como betas incrustadas en la cuajada de leche, esta mezcla de cuajadas no es homogénea.

El sabor a soya es más acentuado en este procedimiento que en ninguno de los anteriormente elaborados.

Cuadro # 28

Elaboración de adoberas con la dosis correcta de CaCl_2 .

Aislado	CaCl_2	Rendimiento	Resultados
100 g	75 ml	18 %	El rendimiento fué muy bueno el queso resultó muy bien en cuanto a textura, el sabor fué ligeramente a soya.
53	39	17.6	El rendimiento es muy bueno la textura y el sabor del queso fueron muy buenos.
--	--	12.1	El rendimiento comparado con los anteriores es muy bajo, este fué el testigo, el sabor y textura es el típico a un queso de este tipo.

Con esta última prueba se comprobó que la concentración óptima de proteína aislada de soya es de 5.3 g/lit, que es igual a una concentración de premezcla en leche de 40/60 respectivamente, con la dosis de solución de CaCl_2 necesaria que es: 1.5 ml de CaCl_2 diluido 1:1 en agua coagulan 2 g de proteína aislada de soya, dando el mayor rendimiento comprobado.

El testigo con el que se compararon los resultados fué elaborado con igual cantidad de grasa que la contenida en las otras muestras, esto fué 4 lit de premezcla o el 40% y que fué añadida a 6 lit de leche o el 60% de esta. El rendimiento de la muestra que contenía 100 g de proteína no fué por mucho mayor a la que contenía 53 g, la diferencia de rendimientos fué realmente la diferencia en peso de la cantidad extra de proteína, probablemente el rendimiento no fué mayor por que esta cantidad extra de proteína no fué homogeneizada con la premezcla si no que se le añadió a la premezcla ya formada y que solo sufrió esta última can-

tividad de proteína una agitación mecánica en la licuadora industrial junto con la premezcla ya homogeneizada.

En esta última prueba el suero lácteo resultó con su color normal de un tono verdoso transparente.

Análisis microbiológicos del producto terminado.

Descripción de la muestra:

- 1) Muestra de queso identificada como testigo
- 2) Muestra de queso identificada como con soya.

Análisis	Resultados		Unidades
	(1)	(2)	
Cuenta bacteriana total	47,250	23,440	col/g
Cuenta de levaduras	negativo	negativo	
Cuenta de coliformes	1,530	2,900	col/g
Investigación de salmonella.	negativo	negativo	

Los resultados microbiológicos del producto terminado indican que es necesario un tratamiento térmico al total de leche utilizada, no solo a la premezcla, esto se recomienda para evitar la contaminación microbiana del producto, ya que con la leche que se trabaja generalmente es rica en bacterias y gérmenes propios de esta, así como el aire, del suelo, de los utensilios, etc. y que pueden alterar la buena calidad del producto terminado.

Durante el desarrollo de este trabajo se utilizaron utensilios y equipo perfectamente limpio y tomando los cuidados necesarios de asepsia en lo que a higiene se refiere.

Se recomienda una pasteurización completa, ya que la que se realizó a la premezcla fué una pasteurización ligera.

Análisis bromatológico del producto terminado.

Descripción de la muestra:

- 1) Muestra de queso identificada como testigo
- 2) Muestra de queso identificada como con soya

Análisis	(1) Resultados	(2)	Unidades
Humedad	47.8	49.50	% en peso
Cenizas	4.27	4.18	% en peso
Grasa	16.63	16.50	% en peso
Proteínas	19.77	19.1	% en peso
Carbohidratos	10.83	12.42	% en peso
Acidez valorable total (como ác. láctico)	0.45	0.59	% en peso

Los resultados del análisis bromatológico presentan algunas diferencias no muy significativas, debido a que las pruebas fueron hechas a nivel laboratorio, resultando difícil su reproducción exacta en cuanto a condiciones se refiere, ya que parte del equipo y material tuvo que improvisarse, además existen diferencias entre un queso y otro ya que ambos fueron elaborados con leche proporcionada por un mismo proveedor pero no del mismo lote de leche o del mismo día, esto es, los quesos se elaboraron en diferentes días, lo que puede hacer variar estos resultados.

El contenido de proteína en estos análisis es mayor en el testigo que en el queso con soya, esto parece ilógico, pero analizando los resultados esto es correcto, ya que se obtiene una cantidad mayor de queso en el caso del que contiene soya con igual cantidad de leche que con el testigo, lo que hace que el nivel de proteína que en la leche sea mayor y se reduce en el queso ya que estas se distribuyen en la parte extra de queso que esta

rindiendo.

Con esto concluye que la adición de aislado de proteína de soya a la leche en la elaboración de quesos, no incrementa su valor nutritivo notablemente, únicamente el aislado de soya eleva los rendimientos produciendo hasta 500 g de queso más.

El aislado de proteína de soya no eleva el valor biológico del queso pero no lo reduce tampoco.

Diagrama de flujo de la elaboración de adobera y panela.

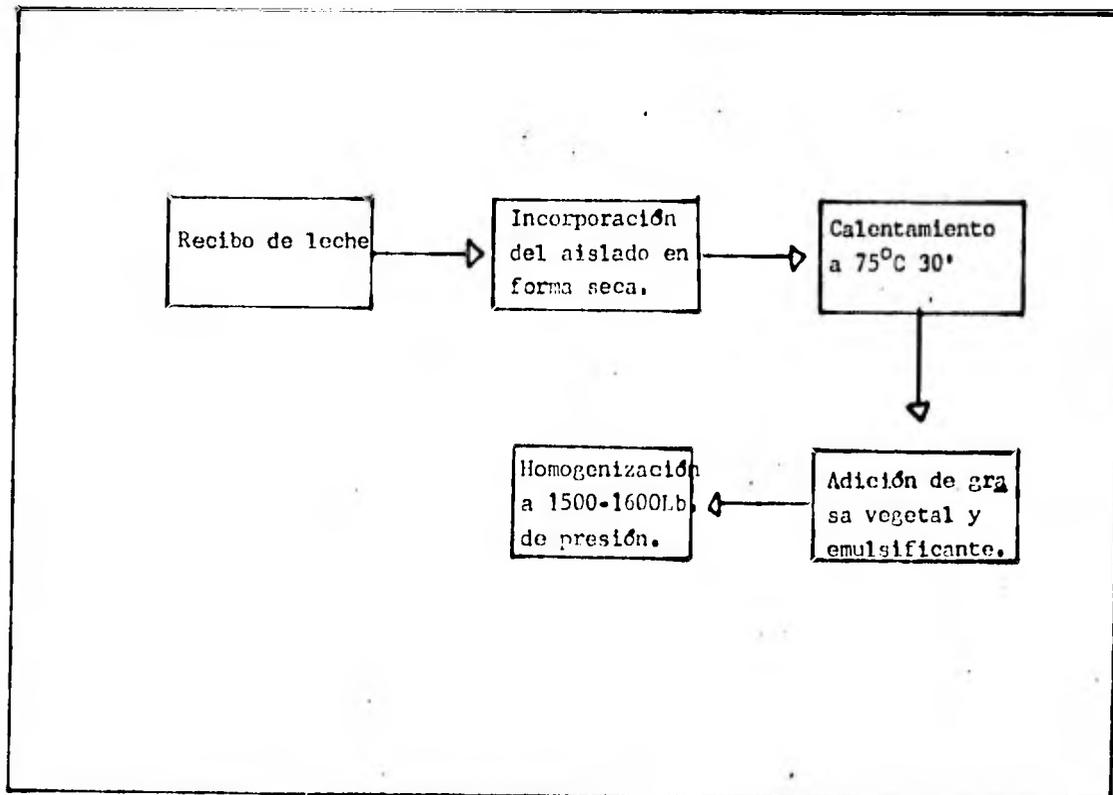
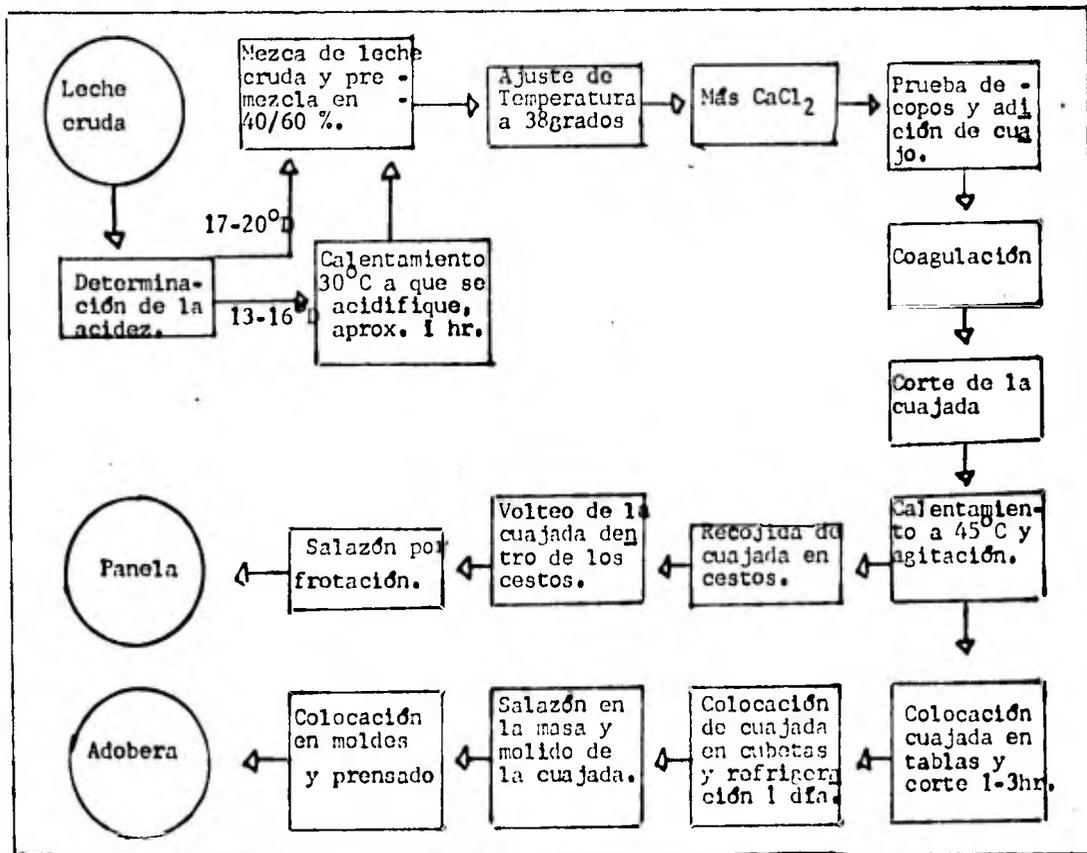


Diagrama de flujo de la técnica de elaboración del queso v/o panela.



CAPITULO VIII.

CONCLUSIONES.-

- 1.- Es recomendable seguir los parámetros encontrados para la elaboración de queso tipo adobera y panela:
 - a) Leche natural de vaca con un mínimo de 85 g/lit de sólidos no grasos y máximo de 89 g/lit, así como un mínimo de grasa de 10 g/lit.
 - b) Toma del 40% de la leche que se va a utilizar.
 - c) Acidez. Dejar reposar a 30°C hasta que se desarrolle una acidez mínima de 17°D y máxima de 20°D, de 21°D en adelante no es conveniente trabajar.
 - d) Incorporación del aislado en forma seca en cantidades de: 4 g/lit para panela y 5.3 g/lit en adobera, en una batidora industrial durante aprox. 1 minuto.
 - e) Calentamiento a 75°C 30 minutos.
 - f) Adición de grasa vegetal 20 g/lit y emulsificante monoestearato de glicerilo en 0.4%.
 - g) Homogeneizar a 1500 - 1600 lb de presión, dando dos pasadas por el homogeneizador.
 - h) Si se van a utilizar cultivos lácticos, estos se agregan a la leche cruda a 30°C después de pasteurizar, se dejan por 1 hr.
 - i) Se mezcla la leche cruda (con o sin cultivos) con la premezcla en una proporción leche/premezcla de 60/40% en adoberas y 70/30% en panelas.
 - j) Ajuste de temperatura a 38°C.
 - k) Adición de CaCl_2 al 38%, sabiendo que 1.5 ml de solución de CaCl_2 diluido 1:1 coagulan 2 g de proteína aislada de soya.
 - l) Prueba de copos.
 - m) Adición de cuajo.
 - n) Coagulación.
 - ñ) Corte de la cuajada.
 - o) Calentamiento a 40- 45°C de la cuajada con una ligera agitación.
 - p) Sinéresis y desuerado.
 - 1.- En la elaboración de panela la cuajada se recoje y esta se voltea dentro de los mismos hasta que adquiere la forma tradicional de la panela, salar por frotación en la superficie, en ambos lados de la panela.
 - 2.- En la elaboración de adoberas, la cuajada se coloca en tablas a formar un montículo, las tablas se colocan inclinadas para facilitar el escurrimiento del suero, este montículo de cuajada se corta verticalmente con un cuchillo separando las tiras que se van formando, esto es para que siga desuerando, una vez que estas tiras esten firmes, se cortan horizontalmente formando grandes cubos de cuajada, estos se enciman uno sobre otro para que continúe desuerando, esto ocurre por 1- 3 Hr. Los cubos de cuajada se colocan en cubetas que se refrigeran durante 1 día, pasado este tiempo la cuajada se muele y es adicionada de sal en la pasta. La cuajada se coloca en los moldes

que tienen manta de cielo para envolver la cuajada, se prensan durante aprox. 1 día. Se dejan secar un poco y se empaacan.

- 2.- Es necesario que se le adicione a la leche con aislado de soya CaCl_2 para que esta proteína coagule conjuntamente con las proteínas de la leche, además de aportar una ayuda a la coagulación de la leche.
- 3.- La proporción óptima de premezcla en la elaboración de panelas es de 30 - 35% y en adoberas es de un 40%.
- 4.- Las cantidades óptimas de grasa vegetal, aislado de soya y emulsificante para preparar la premezcla partiendo de leche descremada con un mínimo de 10 g/lit de grasa fueron:
20 g/lit de grasa vegetal, 4 g/lit de aislado de soya y 0.4% de emulsificante monoestearato de glicerilo.
- 5.- No resulta la elaboración de quesos mezclando la cuajada obtenida de aislado de soya y la cuajada de la leche.
- 6.- Se aprecia una mejoría en el sabor de las adoberas después de un tiempo de aproximadamente 20 - 30 días.
- 7.- No es recomendable trabajar con leche fría, siendo mejor utilizar leche fresca, ya que esto provoca un pequeño descenso en el rendimiento quesero.
- 8.- La adición de aislado de soya a la leche para la elaboración de quesos no mejora el valor nutritivo, lo mantiene en su nivel inicial, lo que resulta de la adición de este producto a la leche es un incremento en peso de hasta un volumen de 500 g en el producto terminado por cada 10 lit de leche. Precisamente por que aumenta el rendimiento queda a su nivel inicial el valor nutritivo aún adicionandosele proteína.

9.- Este trabajo comprobó que el uso de proteína aislada de soya supera las propiedades de otros retentores de humedad como lo son las féculas de papa o maíz, que no aportan en sí mismos - calidad nutricional y que si elevan en poco el valor del rendimiento quesero a su vez reducen el valor nutritivo inicial de la leche, en contraste con el aislado de soya que eleva en proporciones mayores el rendimiento y no reduce el valor nutritivo, lo mantiene por igual a un queso que no hubiera sido adicionado de soya pero ya con una ganancia muy redituable para el productor quesero.

CAPITULO VIII.

BIBLIOGRAFIA.-

- (1) Departamento de salud del gobierno del estado de Jalisco.
- (2) Badui Dergal S., "QUIMICA DE LOS ALIMENTOS"., 2a. reimpre-
sión, México. Editorial Alhambra, 1984.
- (3) Dirección general de economía de la secretaria de Agricul-
tura y recursos hidráulicos.
- (4) Smith A.K., Circle S.J., "SOYBEANS:CHEMISTRY AND TECHNOLOGY",
Vol. 1, Avi publishing co., West Conn. 1981.
- (5) Del valle F.R., "NUTRITIONAL QUALITIES OF SOYA PROTEIN AS
AFFECTED BY PROCESSING"., JAOCS, pp. 419, 421, 1981.
- (6) Wolf W.J. "PROTEINAS COMESTIBLES DE LA SOYA Y SUS USOS".,
Asociación Americana de la soya, pp. 1, 2, 4, 6, 8, 9. 1977.
- (7) Asociación Americana de la soya, "INACTIVACION POR CALOR DEL
INHIBIDOR DE LA TRIPSINA, LIPOXIGENASA Y UREASA EN FRIJOL SO
YA"., H.N. No. 3., pp. 4, 5, 6. México. 1983.
- (8) Kinsella J.E., "CRITERIO FUNCIONAL PARA INCREMENTAR LA UTILI
ZACION DE PROTEINAS DE SOYA EN ALIMENTOS"., Asociación Ameri
cana de soya., H.N. No. 36, pp. 3, 4, 1985.
- (9) Fennema Ower R., Dekker Marcel., "FOOD CHEMISTRY"., 2a. edi-
tion., 1985.
- (10) Hutton C.W., Campbella A.M., "FUNTIONAL PROPERTIES OF A SOY
CONCENTRATE AND A SOY ISOLATE IN SIMPLE SYSTEMS AND IN A -
FOOD SYSTEMS"., "EMULSION PROPERTIES THICKENING FUNTION AND
FAT ABSORTION"., Journal of food science, 42:2 pp. 454- 456
y 226,227, 228, 233, 2334. 1983.

- (11) Williams L.D., Meyer E.W., Puski G., Cravens W.W., "SOY PROTEIN CONCENTRATES AND ISOLATES"., Central soya company, Chicago 11., pp. 12 - 23. 1985.
- (12) Alais Charles., "CIENCIA DE LA LECHE"., 5a. impresión, Mex. Editorial Continental. 1984.
- (13) Gávilán E. José Pérez., Gavilán E. José Pablo., "BIOQUIMICA Y MICROBIOLOGIA DE LA LECHE"., Editorial Limusa. 1984.
- (14) Cantú Villareal Ma. Cristina., "COMO HACER QUESOS EN CASA"., Publicaciones Armol., 1982.
- (15) Veisseyre Royer., "LACTOLOGIA TECNICA"., Editorial Acribia., 1980.
- (16) B. Potter Norman, Ph, D., "CIENCIA DE LOS ALIMENTOS"., Editorial Edutex., 1980.
- (17) Steven Young L., "PRODUCTOS PROTEICOS DE SOYA EN ALIMENTOS CARNICOS Y LACTEOS PROCESADOS"., Asociación Americana de - soya., H.N. No. 37. México. pp. 5, 6, 7, 9. 1986.